

Volg het verborgen landschap

Toekomstvisie voor het Geopark Peelhorst
en Maasvallei in 2050



Provincie Noord-Brabant



HAS Hogeschool
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel: Volg het verborgen landschap
Projectcode: 22200078

Status: Definitief

Opdrachtgevers: Provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas
Contactpersoon: Bas Nelemans en Godert Verbeek

Projectleider: Joeri de Bekker
Inhoudsdeskundige: Ellen Weerman (Lectoraat Klimaatrobuuste landschappen)

Projectteam: Marthe Deij
Maud Steinmann
Laura Strackx
Merianne van der Wielen

Plaats: 's-Hertogenbosch
Datum: 29 juni 2022

Bij gebruik van geodata is de opdrachtgever gehouden aan het bij de gebruikte geodata geldende copyright.

Het voorproefje

Zoelen, 8 juni 2022

Thomas Jansen

Volg het verborgen landschap

Het afstudeerwerk is een opmaat voor een routekaart naar een dynamische balans tussen een natuurlijke basis en het landgebruik binnen Geopark Peelhorst en Maasvallei. De wijze waarop de specifieke eigenschappen van bodem, het water, groen en de ruimte worden benut in een veranderend klimaat waarin droogte het grootste probleem zal vormen.

Conclusies

Uit het onderzoek blijkt dat de geofysische eigenschappen van de breuklijnen, de bodemkundige eigenschappen en grondwatersystemen in relatie staan met een veranderend klimaat. Door toenemende grondwateronttrekkingen dalen de grondwaterstanden onregelmatig, omdat er van boven een steeds beperktere aanvulling is en aan de onderkant grondwater onttrokken wordt. Dankzij de breuklijnen stijgt diep grondwater naar de oppervlakte waardoor langs de breuklijnen in het Geopark de droogte beperkt blijft.

Het onderzoek is een zoektocht naar locatiespecifieke eigenschappen, die kunnen bijdragen aan droogtebestrijding. In het kielzog daarvan kunnen de voorgestelde bouwstenen bijdragen aan een vitaler klimaat. Locatiespecifieke eigenschappen dragen bij aan een identiteit versterkende samenhang. Het onderzoek is een routekaart naar locatie-eigenschappen op afgestemde vormen van landgebruik. Deze manier van rond, breed en diep kijken leidt tot een meer eenduidige kijk op ruimtelijke ontwikkelingen en integrale kwaliteitskaders.

Oplossingsrichtingen

Deze kwaliteitskaders zijn uitgewerkt in een aantal deelgebieden, die een voorzichtig maar wenkend toekomstperspectief presenteren van het samenspel tussen systeemcontext en grondgebruik, van daarop aansluitende bouwstenen in relatie tot identiteit en van ruimtelijk functionele samenhang. Daarbij is gebruik gemaakt van integrale analyses, modificaties en Geografische Informatie Systemen (GIS).

Sprekend is het kleurenpalet aan inzichten en kansen wanneer deze technisch systematische werkwijze vertaald wordt via een nieuw narratief. Dit nodigt lezers uit en enthousiasmeert om dit rapport als routekaart voor integrale gebiedsontwikkeling te beschouwen.

Vanuit een systeemperspectief worden op drie niveaus handreikingen gedaan om op basis van de specifieke eigenschappen van het Geopark kansen te benutten die men aangereikt krijgt vanuit het natuurlijk systeem en de bewerking daarvan.

Hoe kan men de grondwaterschijven tussen de breuklijnen niet alleen handhaven maar zelfs opvoeren en inzetten als waterbatterij, kwantitatief, kwalitatief en koppelkansen benuttend?

1. Geologische kansen

Er worden aan de hand van GIS-analyses het natuurlijk systeem met het huidige bodem- en watersysteem vergeleken en van daaruit kansrijke nieuwe herstelstrategieën en bijbehorende identiteit versterkende bouwstenen aangereikt. Het gaat primair over het herstellen en versterken van het geohydrologische systeem met daarin een aantal inspirerende ontwikkelstrategieën zoals het herstellen van breuklijnen, het benutten van leemkommen

voor het vasthouden van water en het herstellen van de sponswerking van de bodem. Hierin speelt ook het herpositioneren van menselijke ingrepen, zoals de sloot- en kanaalstructuren waarmee water uit de Maas wordt aan- en afgevoerd. Kortom het rapport geeft nadrukkelijk weer hoe cultuurtechnische ingrepen middels een soort 'Judogreep' dienstbaar en complementair kunnen worden gesteld aan de natuurlijke basis (reliëf, bodem, opkomend diep grondwater/wijst en neerslagpatronen). Want herstel van een natuurlijk systeem is gezien de klimaatveranderingen in relatie tot een vitale leefomgeving noodzakelijk.

2. Sociaal domein

Ode aan de peelveencultuur van hard werken, kunnen omgaan en genoeg nemen met schrale omstandigheden. En dus slim en efficiënt met minimale verspilling inspelen op de aanwezige natuurlijke rijkdommen. Dat kan zich vertalen in wonen en boeren in een breuk- en wijstomgeving, benutten van geothermische microvoordelen, benutten van door meststoffen verrijkt water voor nieuwe typen peelveenmoerassen en ijzeroerwater benutten om de breuklijn te laten groeien. En wat vooral uitblinkt is de verschijningsvorm van deze lokale cultuur in een klimaat ruimtelijke identiteit. Het Geopark is een schatkist aan identiteitsverrijkende eigenschappen, die niet alleen bijdragen aan systeemherstel maar ook aan een samenhangende identiteitsrijke basis. Integratie van basisprincipes zoals hiervoor benoemd in landbouwkundige en bouwkundige opgaven, inrichting van Geopark-getypeerde buitenruimten, - architectuur en - landgebruik. Het rapport presenteert per deelgebied inspirerende mogelijkheden als een wenkend toekomstperspectief voor integraal gewortelde synergie van waarden.

3. Actualiteiten

Zo kunnen actuele programma's en thema's zoals de Bossenstrategie en de stikstofopgave gekoppeld worden aan een integrale ontwikkelstrategie waarin het geohydrologische verhaal leidend is. Daardoor zal het aantal oplossingsrichtingen veel breder, gebiedsgericht en kansrijker worden. Mede omdat nadrukkelijk de lokale bewoners en landgebruikers worden uitgenodigd om onderdeel van de oplossing te zijn. En dus heel nadrukkelijk afscheid wordt genomen van politiek polaire standpunten waarin bijvoorbeeld boeren als het grote probleem worden geframed. Kortom, een uitnodiging op basis van een feitelijk en gezamenlijk vertrekpunt, waarin samen op wordt getrokken met een eerlijke verdeling van lusten en lasten.

Slot

Het rapport 'Volg het verborgen landschap' reikt dan ook handvatten vanuit het natuurlijk systeem aan, waar men op een klimaatvitale wijze in kan spelen met nieuwe manieren van landinrichting. Het is dus niet terug naar de natuur, maar het vormen van een nieuwe coalitie, een nieuwe samenwerking met de natuur. Door systemen te doorgronden en daar op in te spelen, zodat men duurzaam kan blijven anticiperen op de dynamische balans tussen bodem- en watersystemen in relatie tot natuur en grondgebruik. Het rapport pleit voor een dynamische balans, waarin monitoren van de integraal communicerende onderdelen en het bijsturen per onderdeel of een samenstelling daarvan noodzakelijk zal zijn. En voor het realiseren van een systeembalans, die met behulp van slimme monitoring en sturingstechnologieën dynamische sequenties nastreeft. Het gebied blijft in beweging en het blijft noodzakelijk om in te spelen op de basis van bodem en water, die vanuit de eigenschappen van het Geopark wordt gebruikt zonder deze te verstoren.

Voorwoord

Voor u ligt de beroepsopdracht 'Volg het verborgen landschap'. Het doel van dit project is om een ruimtelijk toekomstbeeld te schetsen van het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei in 2050, waarbij het natuurlijk systeem (bodem en water) als basis dient en waarbij de identiteit van het gebied versterkt wordt. Deze beroepsopdracht betreft een afstudeeropdracht en is uitgevoerd door vier studenten van HAS Hogeschool, van drie verschillende opleidingen (Applied Geo Information Science, Toegepaste Biologie en Management van de Leefomgeving). De beroepsopdracht is in opdracht van Provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas uitgevoerd en liep van februari 2022 tot en met juli 2022.

Samen met onze begeleiders vanuit HAS Hogeschool hebben wij de onderzoeksvraag opgesteld. Deze onderzoeksvraag is beantwoord door middel van een gebiedsinventarisatie, kansen- en knelpuntenkaarten, en door een ruimtelijke analyse uit te voeren. Uit deze componenten is de uiteindelijke visiekaart voor Geopark Peelhorst en Maasvallei in 2050 voortgekomen.

Wij willen graag de opdrachtgevers Bas Nelemans (Provincie Noord-Brabant) en Godert Verbeek (Waterschap Aa en Maas) bedanken voor de feedback en de kans die ze ons hebben gegeven door deze afstudeeropdracht te realiseren. Daarnaast willen we onze begeleiders Ellen Weerman en Joeri de Bekker bedanken voor de begeleiding en ondersteuning tijdens het schrijven van het rapport. Verder willen wij Maurits Dorlandt bedanken voor de ondersteuning bij de ruimtelijke analyse. Ook willen wij Thomas Jansen bedanken voor het delen van zijn kennis over de klimaatonderlegger en het schrijven van het voorproefje. Als laatste willen wij alle medestudenten bedanken vanuit andere opleidingen, die enkele van onze ideeën van feedback hebben voorzien.

Marthe Deij, Applied Geo Information Science
Maud Steinmann, Toegepast Biologie
Laura Strackx, Management van de Leefomgeving
Merianne van der Wielen, Management van de Leefomgeving

's-Hertogenbosch, 29 juni 2022

Samenvatting

De effecten van klimaatverandering zijn voelbaar in het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei. Door de invloed van de mens worden deze effecten versterkt, mede hierdoor kampt Geopark Peelhorst en Maasvallei met verdroging. De breuklijnen in het gebied, die ooit het water vasthielden, functioneren niet meer naar behoren. De breuklijnen zijn ontwricht door landbewerking en doorkruist door sloten, beken en kanalen, die voortdurend water uit het gebied afvoeren, waardoor de verdroging verergert. In haar Omgevingsvisie 'De kwaliteit van Brabant' stelt de provincie Noord-Brabant het volgende doel voor 2050: "Noord-Brabant is klimaatbestendig en waterrobuust ingericht". Op dit onderdeel van de Omgevingsvisie haakt voorliggend onderzoek aan.

Het doel van dit onderzoek is om een ruimtelijk toekomstbeeld te schetsen van het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei in 2050, waarbij het natuurlijk systeem als leidend principe is gebruikt en waarbij de identiteit is versterkt. Het toekomstbeeld biedt inspiratie voor klimaatdialogen, waarbij het natuurlijk systeem leidend is voor toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *"Hoe ziet het toekomstbeeld van het Geopark er in 2050 uit, als het natuurlijk systeem als basis wordt gehanteerd en de eigen identiteit van het gebied wordt versterkt?"* Onder identiteit wordt het unieke breukensysteem en de gebiedskenmerken die met dat systeem samenhangen van het Geopark verstaan. In het ruimtelijke toekomstbeeld worden mogelijke oplossingen gepresenteerd ter inspiratie voor de klimaatdialogen. Er is in eerste instantie geen rekening gehouden met de soms tegenstrijdige belangen in het gebied. Enkel is de vraag gesteld: wat zijn de gevolgen wanneer het natuurlijk systeem als uitgangspunt genomen wordt.

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag is literatuuronderzoek, (ruimtelijke; GIS) analyse en ontwerpend onderzoek uitgevoerd en er is een workshop gehouden. Deze onderdelen liggen aan de basis van de gebiedsinventarisatie, de kansen- en knelpuntenanalyse én de visiekaart. Uit het onderzoek blijkt dat het huidige landgebruik de verdroging verergert, aangezien de breuken worden ontwaterd, de grondwaterstand verder blijft dalen én het landgebruik niet aansluit op de kwaliteiten van het bodemtype c.q. de bodemtypen. Daarnaast geldt dit ook voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, die voortkomen uit het huidige beleid. De Omgevingsvisie houdt zich bezig met de volgende thema's: effecten op de samenleving, klimaatslimme verstedelijking, klimaatbestendig beeklandschap en robuust rivierenlandschap. In dit onderzoek worden de aspecten 'effecten op de samenleving' en 'klimaatslimme verstedelijking' buiten beschouwing gehouden, dit zijn aspecten die vooral gericht zijn op de stedelijke leefomgeving. De focus van dit onderzoek ligt op het buitengebied (landbouw en natuur), waardoor de thema's 'klimaatbestendig beeklandschap' en 'robuust rivierenlandschap' beter passen bij het onderzoek.

Als het natuurlijk systeem het leidende principe gaat worden bij toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen, kan verdroging worden tegengegaan. In het Geopark kunnen de breuken in de toekomst gereactiveerd worden, door beken trapsgewijs, ondieper en breder te maken waardoor het oxidatieproces gestimuleerd wordt. Hierdoor gaat de grondwatervoorraad stijgen en neemt de verdroging af. Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de eigenschappen van het natuurlijk systeem om het breukensysteem te herstellen, door het landgebruik aan te laten sluiten op de bodem en het waterbergend vermogen te stimuleren.

De visiekaart is een toekomstbeeld van het Geopark in 2050, waarbij zes landschapstypen worden belicht. De veenbodems worden hersteld en uitgebreid. Bij de podzolbodems wordt natuurinclusieve landbouw gestimuleerd, in combinatie met vlechthekken die het ecosysteem verbeteren. Op de

zandbodems dienen naaldbossen omgevormd te worden naar andere vegetatiestructuren zoals loofbossen, in combinatie met ecological engineering zoals (natuur)lintbebouwing. Op de enkeerbodems wordt het aanplanten van voedselbossen in landelijke gebieden en groenstructuren in stedelijke gebieden aanbevolen. Bij leembodems worden broekbossen en blauwgraslanden geïntroduceerd. De rivierkleibodems wordt benut voor natte teelten en grote grazers, zoals waterbuffels.

De verschillende thema's van de Omgevingsvisie waar dit onderzoek op aanhaakt, worden op verschillende vlakken aangevuld. Hierdoor worden de inspiratiemaatregelen in een concreter perspectief geplaatst, waardoor klimaatdialogen gerealiseerd kunnen worden. De maatregelen die gegeven worden zijn niet de enige of beste maatregelen. Deze zijn op hoofdlijnen uitgewerkt voor de visie en met name bedoeld ter inspiratie.

Er wordt aanbevolen om toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen te enten op de zes onderscheiden landschapstypen, door het landschap ter plekke te doorgronden en bij het landschapstype passende maatregelen te treffen. Daarnaast moeten de voorgestelde oplossingsrichtingen van de visiekaart nog wel nader onderzocht worden. Deze zijn opgedeeld in korte en lange termijn aanbevelingen, zodat er overzicht en duidelijkheid gecreëerd wordt over de duur van de inspiratiemaatregelen. Het doel hiervan is richtlijnen te geven om tot uitvoering te komen, waardoor het verborgen landschap en de unieke identiteit van het breukensysteem van Geopark Peelhorst en Maasvallei weer zichtbaar wordt.

Inhoudsopgave

Het voorproefje	3
Voorwoord	5
Samenvatting	6
Begrippenlijst	9
1. Inleiding	13
2. Methodiek	15
3. Gebiedsinventarisatie	17
3.1. Hoogte en breukensysteem	18
3.2. Bodem	20
3.3. Water	22
3.4. Landgebruik	26
4. Gebiedsanalyse	31
4.1. Ruimtelijke analyse	31
4.2. Kansen en knelpunten	34
5. Visie	37
5.1. Conclusie huidige situatie	37
5.2. Visiekaart Geopark	38
5.2.1. Het hermeanderen en/of trapsgewijs af laten lopen van de watergangen.	40
5.2.2. Veen herstellen en uitbreiden.	41
5.2.3. Het landgebruik is in harmonie met het natuurlijk systeem.	41
5.2.4. Beleid neemt het bodem en water systeem als leidend principe.	57
6. Conclusie	60
7. Discussie	62
8. Aanbevelingen	64
Literatuurlijst	66
Bijlagen	91
Bijlage 1. Gebiedsinventarisatie	91
Bijlage 2. Gebiedsanalyse	101
Bijlage 2.1. Uittreksel Omgevingsvisie	101
Bijlage 2.2. Ruimtelijke Analyse	113
Bijlage 2.3. Kansen en knelpunten	129
Bijlage 3. Visie	137

Begrippenlijst

AgriFood Capital: De topregio op het gebied in de agrifood sector, gelegen in Oost-Brabant (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Beheerplan: In een (Natura 2000-) beheerplan wordt vastgelegd waar, op welke wijze en wanneer de doelen voor een gebied gehaald gaan worden (uitwerking van instandhoudingsdoelstellingen in ruimte, omvang en tijd). De maatregelen die daarvoor nodig zijn worden opgenomen in het beheerplan. Dat kunnen zowel maatregelen in het gebied zelf zijn als maatregelen erbuiten die noodzakelijk zijn. Deze zijn noodzakelijk om de habitattypen en leefgebieden van soorten in het gebied te behouden en te herstellen (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-a).

Biobased producten: Economische activiteiten waarbij machinaal en grootschalig materialen tot nieuwe producten worden gemaakt (Maaktechniek, z.d.).

Circulair systeem: Producten die na gebruik volledig hergebruikt worden en hun waarde niet tot nauwelijks verliezen (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Complementariteit: Een aanvulling (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Coulisselandschap: Een landschap waar doorzichten aanwezig zijn door de open ruimtelijke begrenzingen van bebouwings- en beplantingselementen, waardoor er een doorkijk naar de volgende landschappelijk 'kamer' is (Kerkdijk, z.d.).

Deltametropool: Alle stakeholders die gezamenlijk functioneren tot een metropoolregio die concurreren met andere metropool gebieden (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Drainage: Het afvoeren van water uit de bodem over en door de grond, met als gevolg het verlagen van het grondwaterpeil. Hierbij kan het water worden afgevoerd via drains, kleine sloten of greppels (Oosterbaan, 2002).

Ecological engineering: Het ontwerp van ecosystemen ten voordele van mens en natuur (Na & Yoo, 2022).

Eolische processen: Processen waarbij de wind sediment transporteert en afzet (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, z.d.-a).

Erosie: Een fenomeen met een natuurlijke oorzaak dat in ieder geologisch tijdperk optreedt. Erosie is ook wel het proces van slijtage van een vast oppervlak waarbij materiaal wordt verplaatst of geheel verdwijnt. Op de aarde gebeurt erosie vooral door de werking van wind, stromend water, ijs, maar ook ongewonere vormen van erosie zijn mogelijk als gevolg van vulkanisme en inslagen (DeltaExpertise, z.d.).

Eutrofiëring: Treedt op wanneer er een te sterke toename van nutriënten, zoals fosfaten en nitraten, in het water of bodem komen. Dit ontstaat meestal door toedoen van menselijke activiteiten, zoals landbouw en industrie. Dit fenomeen wordt ook wel vermessing genoemd (Federale overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, 2016).

Eutrotroof: Nutriëntrijk water dat ontstaat door eutrofiëring (Campbell et al., 2017).

Flanken: De zijkanten waar het van een hooggelegen deel naar een laaggelegen deel bijvoorbeeld van een horst of dekzandrug naar een beekdal of slenk (Van Der Linden et al., 1996).

Foerageren: Het zoeken en verkrijgen van voedsel (Campbell et al., 2017).

Habitatrichtlijn: Is een richtlijn van de Europese Unie. Het doel is bij te dragen tot het waarborgen van de biologische diversiteit in de lidstaten door bescherming van habitats en soorten die van Europees belang zijn (Council of the European Communities, 1992).

Habitattypen: Ecosysteemtype op het land of in het water met karakteristieke geografische, abiotische en biotische kenmerken, die zowel geheel natuurlijk als half natuurlijk kunnen zijn (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-a).

Hernieuwbare bron of energie: Wordt ook wel duurzame of groene energie genoemd, is bron of energie afkomstig van natuurlijke bronnen die constant worden aangevuld. Dit is energie uit wind, waterkracht, zon, bodem, buitenluchtwarmte en biomassa (Centraal Bureau voor de Statistiek, z.d.).

Hightech Brainport: Een omgeving in Eindhoven waar innovatieve technologieën op de markt worden gebracht, waarbij er een mix is van multinationals, startups en kennisinstituten (Brainport Eindhoven, z.d.).

Horsten: Het omhoog komen van de aardkorst in bepaalde gebieden (Houtgast, 2003).

Inheemse (plant- en dier)soorten: Inheemse soorten zijn over het algemeen soorten die oorspronkelijk afkomstig zijn uit Nederland. Soorten die wel in een bepaald gebied voorkomen maar oorspronkelijk niet uit Nederland komen noemen we uitheemse soorten (synoniem voor uitheems is exoot; WUR, z.d.).

Lagenbenadering: Methode om landschapsanalyses te maken. De lagen bestaan uit; ondergrond, netwerken en occupatie (Simons et al., 2014).

Mesotroof: Een type milieu dat tussen voedselrijk en voedselarm ligt (Meuwissen & Van den Brand, 2003).

Milieueffectenrapport (MER): Een rapportage dat de milieueffecten van een project of plan inzichtelijk maakt (Smitt, z.d.).

Moho-laag: Afkorting van Mohorovičić discontinuïteit. De grens tussen de aardkorst en de mantel. Deze grens bestaat uit een discontinuïteit van dichtheid en opbouw van het gesteente (Paleontica, z.d.).

Monitoring: Het door de tijd blijven volgen van plant- en diersoorten en gebieden volgens een vastgestelde werkwijze (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-a).

Natura 2000-netwerk: Een samenhangend netwerk van leefgebieden en soorten die van belang zijn vanuit het perspectief van de Europese Unie als geheel (ingesteld door de Europese Unie). Op die gebieden is de Vogel- en/of Habitatrichtlijn van toepassing (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-a).

Natuurlijk systeem: De samenhang tussen bodem, ondergrond, reliëf en het watersysteem (Basiskaart Natuurlijk Systeem Nederland, 2022).

Omgevingswet: Het doel van de Omgevingswet is het overzichtelijk en gebruiksvriendelijk maken van het complexe beleid van Nederland, bestaande uit een document met alle informatie erin. De besluitvorming over de fysieke leefomgeving zal beter en sneller gaan door de Omgevingswet (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Oxideren/oxidatie: Een stof staat elektronen af, door de reductor, van een andere stof, aan de oxidator. De reductor wordt geoxideerd, dus staat elektronen af (scheikundelessen, 2012).

Pluriforme sector: Een sector waarin verschillende groepen mensen met elkaar samenwerken (Mr. Chadd Academy, z.d.).

Potstalsysteem: Dit houdt in dat heideplaggen gestoken werden en in de stallen van dieren gelegd werden. Dit bracht een combinatie van mest, plaggen en een toevoeging van wat zand. Dit werd gefermenteerd en hier werden akkers mee opgehoogd en bemest (Sonneveld & Jongmans, 2010).

Reduceren/reductie: Een stof die elektronen opneemt, doet de oxidator, van een andere stof, is de reductor. De oxidator wordt gereduceerd, dus neemt elektronen op (scheikundelessen, 2012).

Robuust: Krachtig en stevig (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Slenken: Het dalen van de aardkorst op bepaalde gebieden (Houtgast, 2003).

Subsidie Natuur en Landschap (SNL): De provincies verlenen subsidie voor het behoud en de ontwikkeling van (agrarische) natuurgebieden en landschappen (BIJ12, z.d.).

Systeemniveau: De indeling van verschillende niveaus die met elkaar samenhangen, bijvoorbeeld in een ecosysteem (primaire -, secundaire, etc. - consumenten) of in hiërarchie (Rijk, provincie, gemeente, etc.; Nabuurs, 2013).

Terrestrisch gebied: Een gebied dat zich op het land bevindt, in tegenstelling tot een marien gebied (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-a).

Unesco: Een lijst met werelderfgoed, deze gebieden of plekken worden beschermd (Provincie Noord-Brabant, 2018b).

Vlierveengronden: Vliervenen komen onder andere voor als hoogveen. Het woord vlier betekent moerassig grasland (De Bakker & Schelling, 1989).

Voedselrijkdom: Een enorme hoeveelheid aan nutriënten, zoals fosfaten en nitraten, in het water of bodem. Dit fenomeen ontstaat door vermessing of eutrofiëring (Hennekens et al., 2020).

Vogelrichtlijn: Is een richtlijn vanuit de Europese Unie. Het doel is de bescherming, het beheer en de regulering van de in de lidstaten voorkomende vogels (Council of the European Communities, 1979).

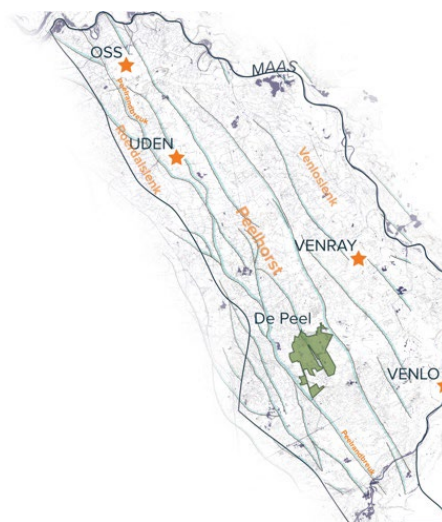
Waardplant: een plant die een organisme of virus nodig heeft om te overleven. Dit kan zijn voor zijn voortplanting of om voedsel te onttrekken (De Vlinderstichting, z.d.-d).

Wijst: Kwel op de hoge gronden van de Peelhorst door opstuwing van grondwater op het breukvlak van verschillende grondlagen (Waterschap Aa en Maas, 2022).

1. Inleiding

Klimaatverandering en de mens hebben invloed op het landschap, zo ook op het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei. Mede hierdoor kampt Geopark Peelhorst en Maasvallei met verdroging. Het opstellen van de commissie van de droogte en het grondwaterconvenant zijn belangrijke stappen voor overheidsorganisaties om het probleem verdroging tegen te gaan (Brabantse Delta, 2021). Het probleem wordt erkend, maar tot op heden worden nog te weinig maatregelen getroffen om de verdroging tegen te gaan, laat staan terug te dringen.

Geopark Peelhorst en Maasvallei is opgericht voor het behoud, herstel en duurzame ontwikkeling van een uniek stukje Nederland waarin breuklijnen in de ondergrond aan de basis liggen van de uitstraling en kenmerkend zijn voor het gebied. Het Geopark is een groot aaneengesloten gebied dat zich ruwweg uitstrekt van Roermond tot Oss (figuur 1; Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022a). De breuken hebben veel invloed op de waterhuishouding. Normaal gesproken stroomt water van hoog naar laag, maar door ondoorlatende aardlagen, veroorzaakt door de breuken, wordt het grondwater naar de oppervlakte geduwd (Verbeek, z.d.). Hierdoor is van oudsher de hoger gelegen Peelhorst een nat en drassig gebied met uitgestrekte moerassen en veengebieden, de lageregelegen slenken is dicht bij de breuk juist droger. Dit leidt binnen het Geopark als het ware tot de unieke situatie van een omgekeerd landschap.



Figuur 1 Het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022a).

In het gebied de Peelhorst en Maasvallei zijn al verschillende onderzoeken uitgevoerd (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022a). Ook uit deze onderzoeken kan geconcludeerd worden dat het voornaamste probleem ligt bij de verdroging in het gebied, omdat de breuklijnen in het gebied, die ooit het water vasthielden, niet meer naar behoren functioneren. De breuklijnen zijn ontworcht door landbewerking en doorkruist door sloten, beken en kanalen, die voortdurend water uit het gebied afvoeren, waardoor de verdroging verergert (Beijer et al., 2021; Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2021; Hack, 2021). Hierdoor ontstaat er een hoger risico op bosbranden en een overschot aan nutriënten in de bodem en (oppervlakte)wateren door landbouw. Het landschap is dus nog niet volledig klimaatrobuust ingericht (Noord-Brabant, 2020; STOWA, z.d.). Daarnaast zijn er organisaties, zoals NOVI de Peel aan het onderzoeken hoe het Geopark klimaatrobuust ingericht kan worden.

Meerdere stakeholders maken zich samen sterk om de unieke identiteit van een omgekeerd landschap in het Geopark uit te dragen en de kansen die het gebied heeft tot ontwikkeling te laten komen: tien gemeenten, Waterschap Aa en Maas, Waterschap Limburg, Staatsbosbeheer Noord-Brabant, Staatsbosbeheer Limburg, Provincie Noord-Brabant en Provincie Limburg (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022a, 2022b). Provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas treden nu als opdrachtgever op.

Tot nu toe ontbreekt het voor de opdrachtgevers aan een overkoepelende visie op een klimaatrobuust Geopark. De visie moet als leidraad gaan dienen om toekomstige initiatieven binnen het gebied dusdanig waardevol te maken dat zij bijdragen aan het versterken van de belangrijkste kenmerken van het gebied. De kers op de taart is het verkrijgen van de Unesco-status (Nederlandse Unesco Commissie, z.d.). Deze wordt pas behaald als het gebied aan meerdere criteria voldoet, zoals

samenhang tussen de gebiedskwaliteiten en het in beeld brengen hiervan. Het Geopark moet bovendien van toegevoegde waarde zijn voor andere (internationale) geoparken (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022a; Nederlandse Unesco Commissie, z.d.).

Het doel van dit project is om een ruimtelijk toekomstbeeld te schetsen van het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei in 2050, waarbij het natuurlijk systeem als basis is gehanteerd en waarbij de identiteit van het gebied versterkt wordt. Er wordt dus gestreefd naar een samenhang tussen het water- en bodemsysteem en het landgebruik, zodat deze systemen leidend worden. Hieruit volgt de onderzoeksvraag: *“Hoe ziet het toekomstbeeld van het Geopark er in 2050 uit, als het natuurlijk systeem als basis wordt gehanteerd en de eigen identiteit van het gebied wordt versterkt?”*. Door middel van een uitgevoerde gebiedsinventarisatie, aan de hand van literatuuronderzoek, is het plangebied opgedeeld in verschillende deelgebieden (steekproeven). Deze deelgebieden geven een representatief beeld van het gehele Geopark. Bij elk van de deelgebieden zijn kansen en knelpunten geconstateerd in de categorieën landbouw, natuur en bebouwing. Naast literatuuronderzoek, is ook informatie verkregen door het huidige beleid, de Omgevingsvisie, te analyseren. Als product is er, in de vorm van twee kaarten, een ruimtelijke analyse van de huidige watergangen en potentiële toekomstige watergangen door middel van Geografische Informatie Systemen (GIS) vorm gegeven. Deze informatie (samen met de workshop en het ontwerpend onderzoek) hebben de basisprincipes gevormd voor de visiekaart, waarin zes landschapstypen worden belicht. Hierbij sluit het landgebruik aan op het specifieke bodem- en watersysteem, dit zijn mogelijke oplossingen en geen definitieve maatregelen. De visiekaart en bijbehorende zes landschapstypen kunnen gebruikt worden als inspiratiebron voor klimaatdialogen over toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen waarbij het natuurlijk systeem leidend is. De klimaatdialogen hebben als doel om maatregelen te ontwikkelen, die uiteindelijk de verdroging tegengaan.

Leeswijzer

Hoofdstuk 3.: Een samenvatting van de gebiedsinventarisatie, voornamelijk gericht op het natuurlijk systeem (bodem en water) met de thema's landbouw, natuur en bebouwing verder toegelicht.

Aanvullingen bij de gebiedsinventarisatie zijn te vinden in Bijlage 1.

Hoofdstuk 4.: Een samenvatting van de gebiedsanalyse, waarbij in paragraaf 4.1. de ruimtelijke analyse en deelconclusies voor de visiekaart worden toegelicht. In paragraaf 4.2. worden de algemene conclusies vanuit de kansen- en knelpuntenkaart opgesomd. De verdere uitwerking van de ruimtelijke analyse en de kansen- en knelpuntenkaarten zijn te vinden in Bijlage 2.

Hoofdstuk 5.: De toelichting van de visiekaart, waarbij in paragraaf 5.1. de conclusies uit de inventarisatie en analyse worden opgesomd. In paragraaf 5.2. worden de basisprincipes omschreven, de visiekaart geeft zes landschapstypen weer met mogelijke oplossingen toegelicht. De diepte van de uitwerkingen van de oplossingen verschillen per landschapstype. De verdere onderbouwingen van de visiekaart zijn te vinden in Bijlage 3.

Tot slot worden de conclusie, discussie en aanbevelingen gepresenteerd.

2. Methodiek

In dit onderzoek is kwalitatief onderzoek (onderzoek dat zich focust op woorden en betekenissen; Scribbr, 2021) uitgevoerd om antwoord te geven op de vraag *“Hoe ziet het toekomstbeeld van het Geopark er in 2050 uit, als het natuurlijk systeem als basis wordt gehanteerd en de eigen identiteit van het gebied wordt versterkt?”*. Om deze vraag te beantwoorden zijn vier deelvragen opgesteld (figuur 2):

1. *Wat is de huidige landschappelijke situatie binnen het Geopark?*

De inventarisatie is gebaseerd op de klimaatonderlegger van het Geopark. Daarbij is de feitenkaart van de klimaatonderlegger gebruikt, die gebaseerd is op de lagenbenadering, ontleedt en per laag uitgewerkt. De feitenkaart is een opstapeling van de lagen: bodem, reliëf, water, bos, landgebruik, bebouwing en infrastructuur, waarbij geomorfologie en atmosfeer niet in de feitenkaart staan maar wel mee worden genomen in het verhaal van de klimaatonderlegger (Simons et al., 2014). De lagen van de klimaatonderlegger zijn gepresenteerd in het Geografisch Informatie Systeem (GIS). Hierbij wordt in dit onderzoek de keuze gemaakt om de laag ‘atmosfeer’ niet mee te nemen in de inventarisatie. Dit is een belangrijk onderdeel van het Geopark, echter is door de beperkte tijd van het afstudeeronderzoek, er voor gekozen om dit onderdeel niet verder uit te werken. De lagen zijn ingedeeld in vier thema’s: hoogte en breukensysteem, bodem, water en landgebruik. Informatie die door middel van de klimaatonderlegger niet naar voren kwam is aangevuld met literatuuronderzoek. De gebiedsinventarisatie is voor de opdrachtnemers een belangrijk onderdeel om kennis te maken met het gebied en een goede basis voor de uitwerking van de kansen- en knelpuntenkaarten. Vanuit de gebiedsinventarisatie zijn deelgebieden gekozen die representatief zijn voor het gehele gebied, hieruit zijn algemene conclusies getrokken om een gebiedsdekkende visiekaart te vormen (Bijlage 2.3.).

2. *Welke ontwikkelingen zijn er omschreven in de Omgevingsvisie en wat voor effecten hebben die op het Geopark wanneer ze worden gerealiseerd?*

De Omgevingsvisie is samengevat om een concreet beeld te krijgen van de doelen van de Provincie Noord-Brabant voor 2050. Vervolgens zijn deze doelen verwerkt in een ruimtelijke analyse om weer te geven waar en wat voor effect deze plannen hebben op het Geopark. De ruimtelijke analyse is uitgevoerd door vier hoofd-datasets te gebruiken en de data te verwerken in ArcGIS Pro. Dit betreft een satellietbeeld, bodemkaart, bodemgebruikkaart, en een hoogtekaart (CBS, 2017; Esri, 2021; PDOK, z.d.-b; United States Geological Survey, z.d.). De ruimtelijke analyse (paragraaf 4.1.) geeft weer welke plekken gevoelig zijn voor verdroging en wateroverlast wanneer de Omgevingsvisie geïmplementeerd wordt. Deze input vormt een onderdeel van de visiekaart.

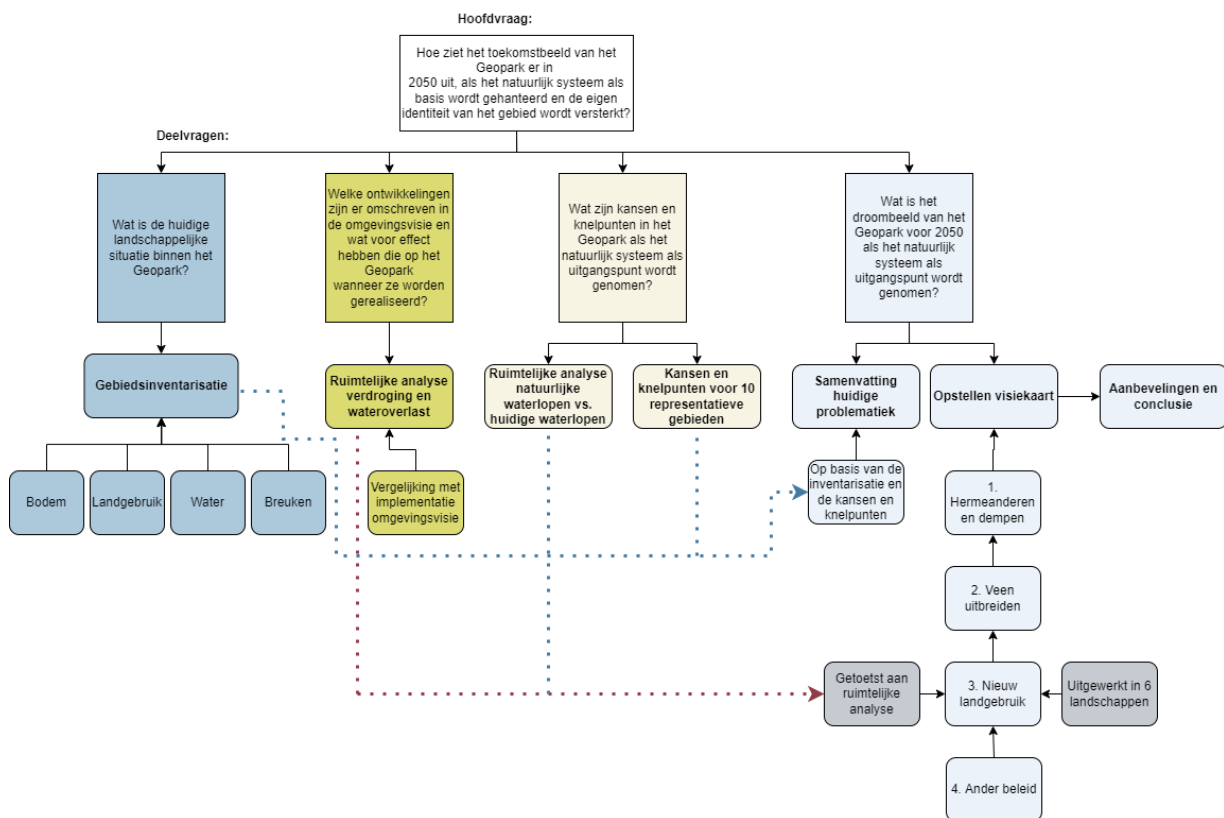
3. *Wat zijn kansen en knelpunten in het Geopark als het natuurlijk systeem als uitgangspunt wordt genomen?*

Uit de gebiedsinventarisatie zijn verschillende deelgebieden gekomen die als basis dienen voor de gebiedsdekkende visiekaart. Van deze deelgebieden zijn kansen- en knelpuntenkaarten opgesteld. Er is hierbij uitgegaan van drie hoofdonderwerpen die per deelgebied zijn uitgewerkt, namelijk landbouw, natuur en bebouwing. Landbouw, omdat het grootste gedeelte van het Geopark deze functie beslaat en dus veel invloed op de verdroging heeft. Natuur, omdat het ingezet kan worden om de biodiversiteit en ecosystemen te stimuleren om verdroging tegen te gaan. Bebouwing, staat nauw in verband met leefbaarheid en klimaatstress. Dit hoofdonderwerp is in mindere mate uitgewerkt in vergelijking met de andere hoofdonderwerpen, omdat de focus op het buitengebied gericht is. De kansen worden gezien als mogelijke kansen/oplossingen voor het specifieke deelgebied. Uit de kansen- en knelpuntenkaarten zijn algemene conclusies getrokken met de deelgebieden

(steekproeven). Samen met de bevindingen van de inventarisatie worden algemene conclusies getrokken die als basis dienen voor de plangebied dekkende visiekaart. Deze bevindingen hebben als doel om een balans tussen het natuurlijk systeem en het landgebruik te krijgen.

4. Wat is het droombeeld van het Geopark voor 2050 als het natuurlijk systeem als uitgangspunt wordt genomen?

De algemene conclusies van de inventarisatie en analyse zijn als basis gebruikt voor de visiekaart. Voor het vormgeven van de visiekaart is ontwerpend onderzoek uitgevoerd, hiervoor zijn schetsen gemaakt. Daarnaast heeft er een workshop plaatsgevonden met het projectteam, begeleider, inhoudsdeskundige en projectondersteuner. Het doel was om ideeën te delen en een visiekaart te creëren, waarbij het natuurlijk systeem als uitgangspunt wordt genomen. De mogelijke oplossingen die in de visiekaart naar voren komen zijn onderbouwd door middel van literatuuronderzoek.



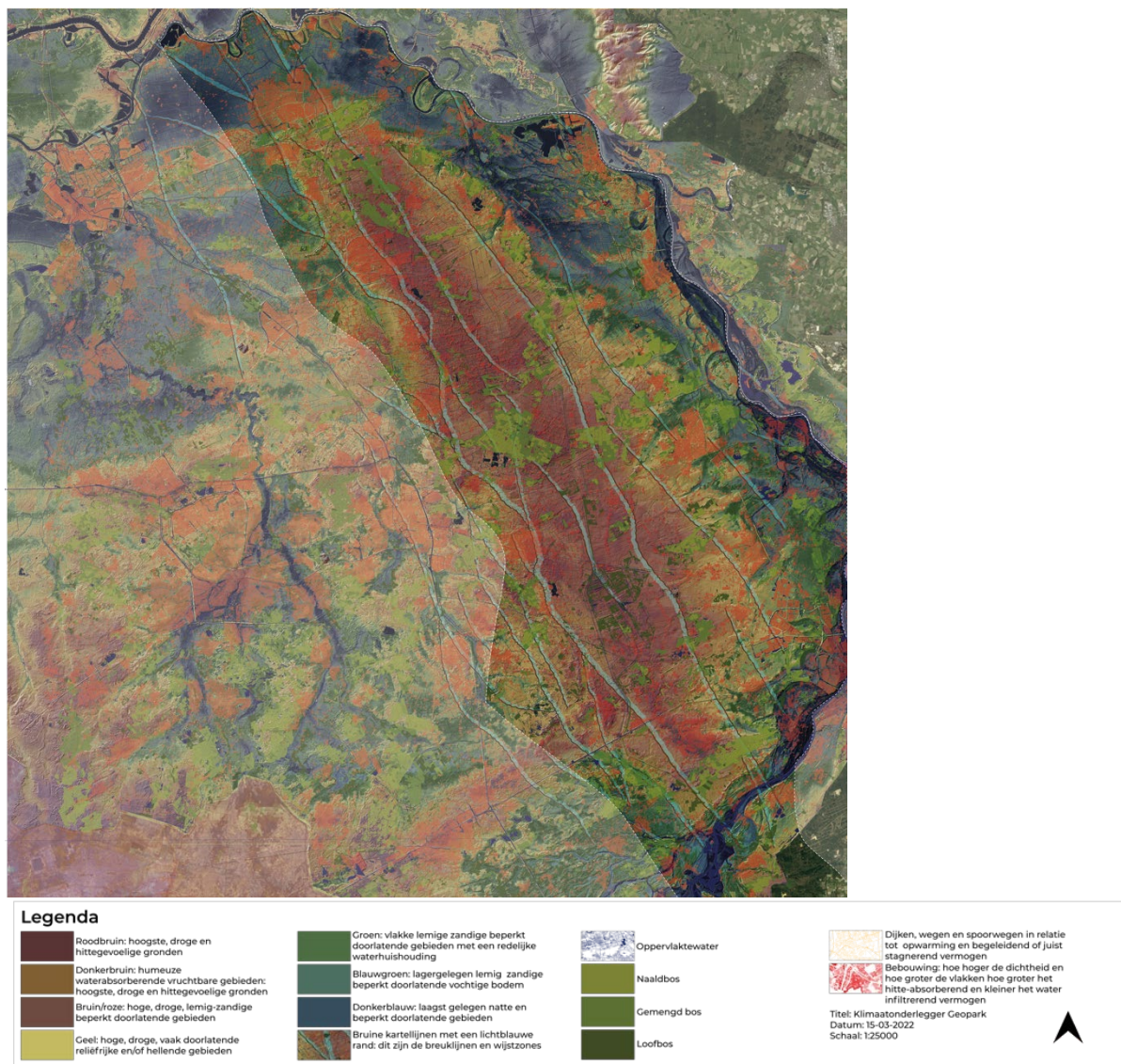
Figuur 2 Schematische weergave van het stappenplan van de methodiek van het onderzoek.

3. Gebiedsinventarisatie

Voor de gebiedsinventarisatie wordt gebruik gemaakt van de feitenkaart van de klimaatonderlegger (figuur 3). Een feitenkaart is een kaart opgebouwd uit feitelijke lagen vanuit het Geografisch Informatie Systeem (GIS). Hierbij is de relatieve hoogtekaart het meest kenmerkend voor de feitenkaart. In figuur 3 is weergegeven hoe de feitelijke lagen zijn opgestapeld en samen de klimaatonderlegger vormen. In dit hoofdstuk worden de volgende lagen van de klimaatonderlegger geïnventariseerd:

- Hoogte en breukensysteem
- Bodem
- Water
- Landgebruik

De verdiepingsslag op de verschillende lagen is onderzocht aan de hand van literatuuronderzoek.

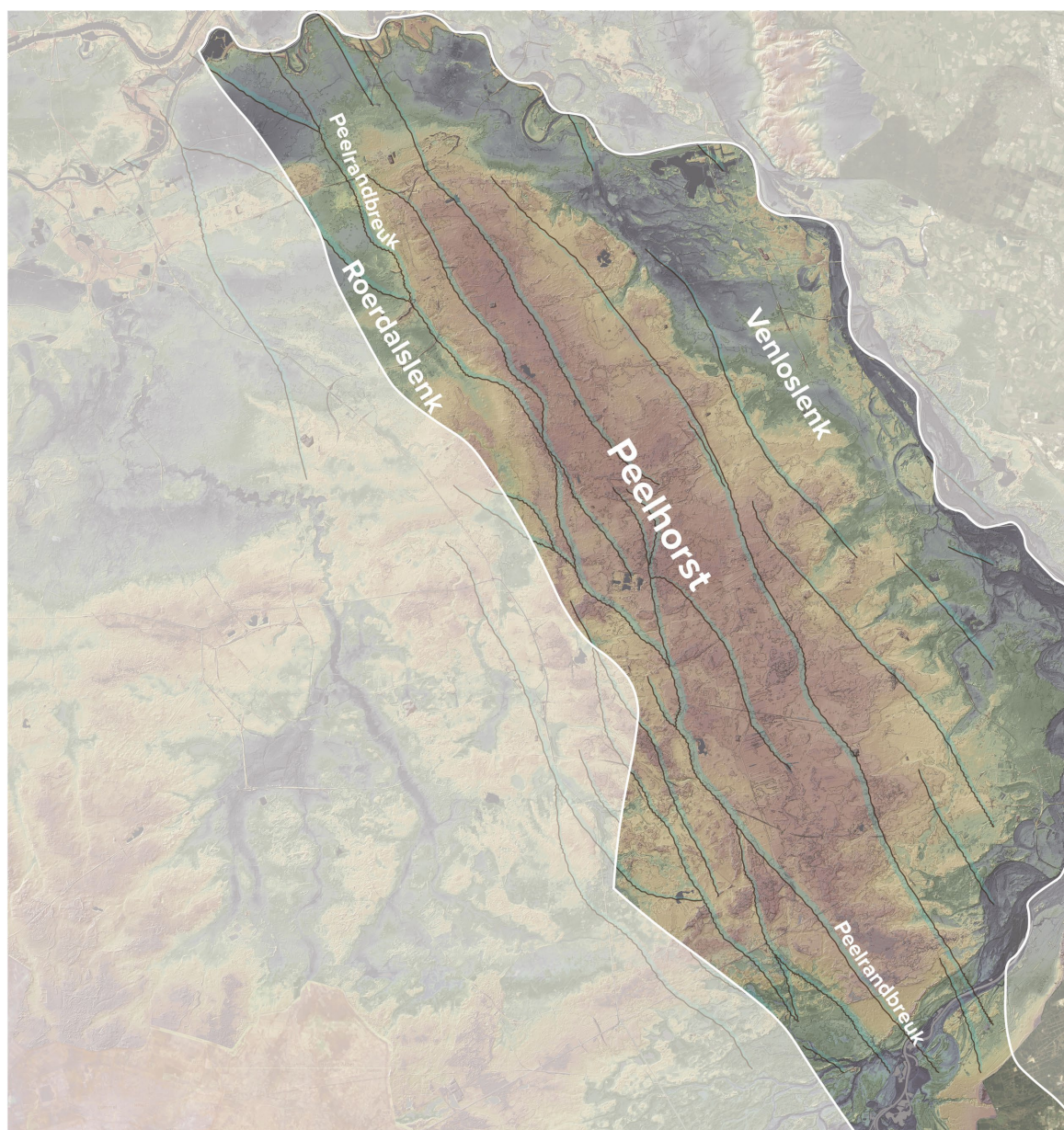


Figuur 3 Verrijkte lagenbenadering met de klimaatonderlegger van het Geopark als basis (Jansen, 2022; bijgewerkt M. van der Wielen, 2022).

3.1. Hoogte en breukensysteem

Met de relatieve hoogtekaart wordt de hoogte gerelateerd aan de directe omgeving. De relatieve hoogtekaart is zo ontwikkeld dat de kaart gelezen kan worden op provinciaal niveau (figuur 4). Op de hoogtekaart is in één oogopslag weergegeven wat de verschillende (hoogte) gradiënten zijn: hoogste (horsten) en laagste (slenken) punt, de afstroomrichting van water, (on)doorlatende bodems (Klimaatadaptatie Provincie Noord-Brabant, 2022).

Het Geopark kenmerkt zich door de breuken die aanwezig zijn (figuur 4). Deze breuken zijn onderdeel van een groter tektonisch stelsel, dat loopt van het Rijndal, Duitsland, tot onder de Noordzee (Swinkels, 2019). Hierdoor vormen stijgende en dalende delen, door verticale verschuivingen, in de aardkorst, waardoor horsten en slenken ontstaan. Dit heeft als effect dat er terrassen in het landschap ontstaan. De hoofdbreuken dringen diep door in de korst, sommigen dringen zelfs door tot de moho-laag (figuur 4; Bijlage 1.). De overgangen in het gebied, van hoog naar laag, worden beïnvloed door erosie (Mensink & Van Bakel, z.d.). De bekendste breuk die in het Geopark ligt is de Peelrandbreuk, gelegen aan de westzijde van de Peelhorst (Swinkels, 2019).



Figuur 4 De relatieve hoogtekaart van het Geopark, met hoog gelegen horsten (bruin), flanken van de horsten of dekzandrug(gen; geel), vlaktes tussen horsten en slenken (groen), lageregelegen gebieden (blauw; AHN, 2019; Relatieve Hoogtekaart Jansen, 2021).

Wijst

In het Geopark komt het bijzondere fenomeen wijst voor op de horsten naast de breuken waardoor het “nat” is. Hierdoor zijn de slenken in het gebied “droog” (Lapperre & Kerkhoff, z.d.). Wijst komt voornamelijk voor langs de breuklijnen in het Geopark. Dit komt doordat de breuklijnen slecht water doorlaten wat ervoor zorgt dat het kwelwater, omhooggeduwd wordt tegen de breuk aan (Meuwissen & Van den Brand, 2003; Timmers, 2020).

Wijst is makkelijk te herkennen aan oranje gekleurde watergangen (figuur 5) en dammen en stuwen, die begroeid zijn met ijzerbacteriën. Daarnaast aan bodemprofielen met een oranje kleur, oranje slib dat uit drainage buizen stroomt en plaatselijke aanwezigheid van met ijzer verrijkte zandlagen (Lapperre et al., 2019). Naast visuele kenmerken van wijstverschijnselen, zoals natte gronden, patronen van wegen en hoogteverschillen, heeft wijst ook invloed gehad op de menselijke activiteiten in de omgeving (Erfgoedwiki, 2017). De ijzerafzettingen in het Roerdalsysteem vormden vanaf de Romeinse tijd een waardevolle en hernieuwbare bron voor de lokale ijzerproductie. In Nederland waren deze lokale mijnbouwactiviteiten vooral geconcentreerd in beekdalen (Van Enk, 2016) en nabij breukzones. Het ijzer reduceert vanuit het grondwater waardoor de oranje kleur ontstaat door oxidatie (Lapperre et al., 2019; Lapperre & Kerkhoff, z.d.).

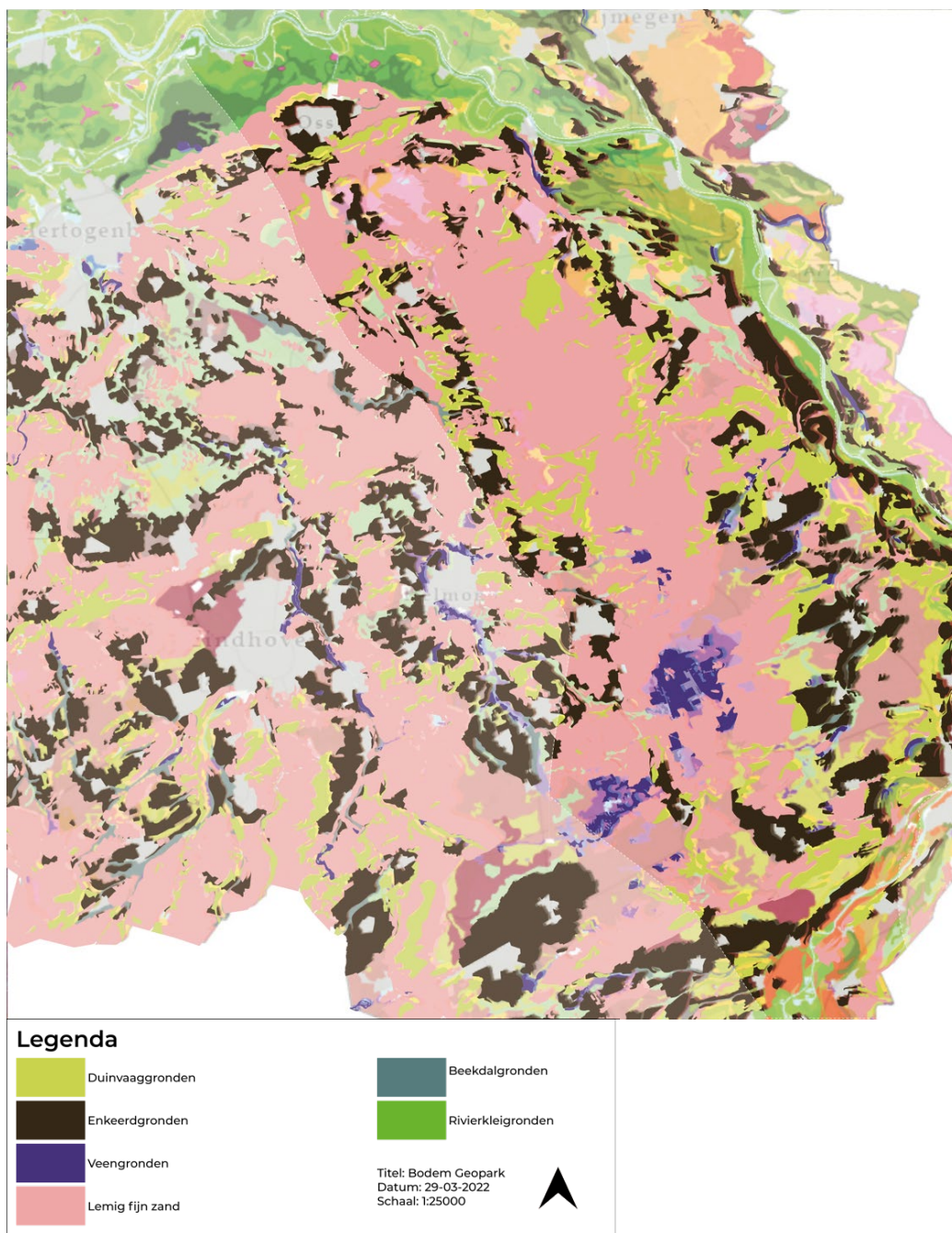


Figuur 5 IJzerrood wijstwater (Janssen, 2009).

In het Geopark is de kwaliteit van het wijstwater afgenomen gedurende de jaren als gevolg van verstedelijking en intensivering van de landbouw. Verdroging en eutrofiëring hebben ervoor gezorgd dat de voedselrijkdom van de bodems van de wijstgronden is veranderd van mesotroof in eutroof. In grote delen van het gebied is de oorspronkelijke vegetatie verruigd of verdwenen (Meuwissen & Van den Brand, 2003).

3.2. Bodem

In het Geopark zijn tientallen bodemtypen aanwezig, zes (hoofd)bodemtypen zijn in dit onderzoek nader uitgelicht. Hierbij is rekening gehouden met de klimaateigenschappen van de bodem, zoals waterdoorlatendheid (figuur 6).



Figuur 6 De bodemkaart van de belangrijkste bodemtypen (duinvaaggronden (geel), enkeerdgronden (bruin), veengronden (paars), lemig fijn zand (roze), beekdalgronden (blauw), rivierkleigronden (groen)) voor dit onderzoek in het Geopark (Esri, 2021; Jansen, 2018).

Zandbodem

De zandbodems bestaan uit duinvaaggronden. Dit zijn bodems waar geen humusrijke bovenlaag te vinden is en bestaat uit fijn zand. Dit betekent dat water niet wordt vastgehouden en snel infiltreert richting het grondwater. Vaaggronden zijn vaak te vinden op plekken waar sedimenten nog steeds afgezet worden (Van Trikt & Ahrens, z.d.-b). De duinvaaggronden zijn voornamelijk te vinden op de flanken van de horsten.

Enkeerdbodem

De enkeerdbodems bestaan uit hoge zwarte enkeerdgronden en hoge bruine enkeerdgronden, Enkeerdgronden zijn ontstaan door het potstalsysteem en kenmerken zich door een dikke (minimaal 50 centimeter tot een meter) humusrijke bovengrond. Het organisch stofgehalte is hoog in enkeerdgronden, dus het zijn humeuze, vruchtbare, water absorberende bodems en zijn voornamelijk te vinden aan de flanken van de horsten en dekzandruggen (Sonneveld & Jongmans, 2010).

Veenbodem

De veengronden in het Geopark bestaan uit vlierveengronden en moerige podzolgronden en komen onder andere voor als hoogveen. Een vlierveengronden heeft een sponswerking, doordat het bestaat uit heideplag en (jong en oud) veenmosveen dat er voor zorgt dat de Peelveengebieden nat zijn en de (hoge) horsten droog is (bijvoorbeeld Mariapeel; De Bakker & Schelling, 1989). De veengronden zijn vooral aan de zuidkant van de Peelhorst te vinden.

Podzolbodem

Podzolbodems bestaan uit veldpodzolgronden, haarpodzolgronden, laarpodzolgronden, gooreerdgronden, holtpodzolgronden, vorstvaaggronden en vlakvaaggronden. De podzolbodems bestaan voor het grootste deel uit veldpodzolgronden, dit zijn gronden met een opvallende gelaagdheid. De mineralen uit de bovenste lagen zijn dieper de bodem in gespoeld. Veldpodzolgrond is niet heel vruchtbaar. De mogelijkheden voor teelten zijn niet groot. De grond is namelijk snel uitgeput (Van Trikt & Ahrens, z.d.-a). De veldpodzolgronden beslaan een groot gedeelte van de horsten.

Leembodem

Leembodems bestaan uit beekkeerdgronden en poldervaaggronden. Beekdalgronden zijn bodems die ontstaan doordat erosie in en rondom de beek optreedt. Een beekdal bestaat vaak uit een humusrijke bovenlaag die op een humusarme laag is ontstaan. Deze humusarme laag kan ijzerhoudend zijn (Goed bodembeheer, z.d.). De beekdalgronden zijn vooral rondom beekdalen te vinden.

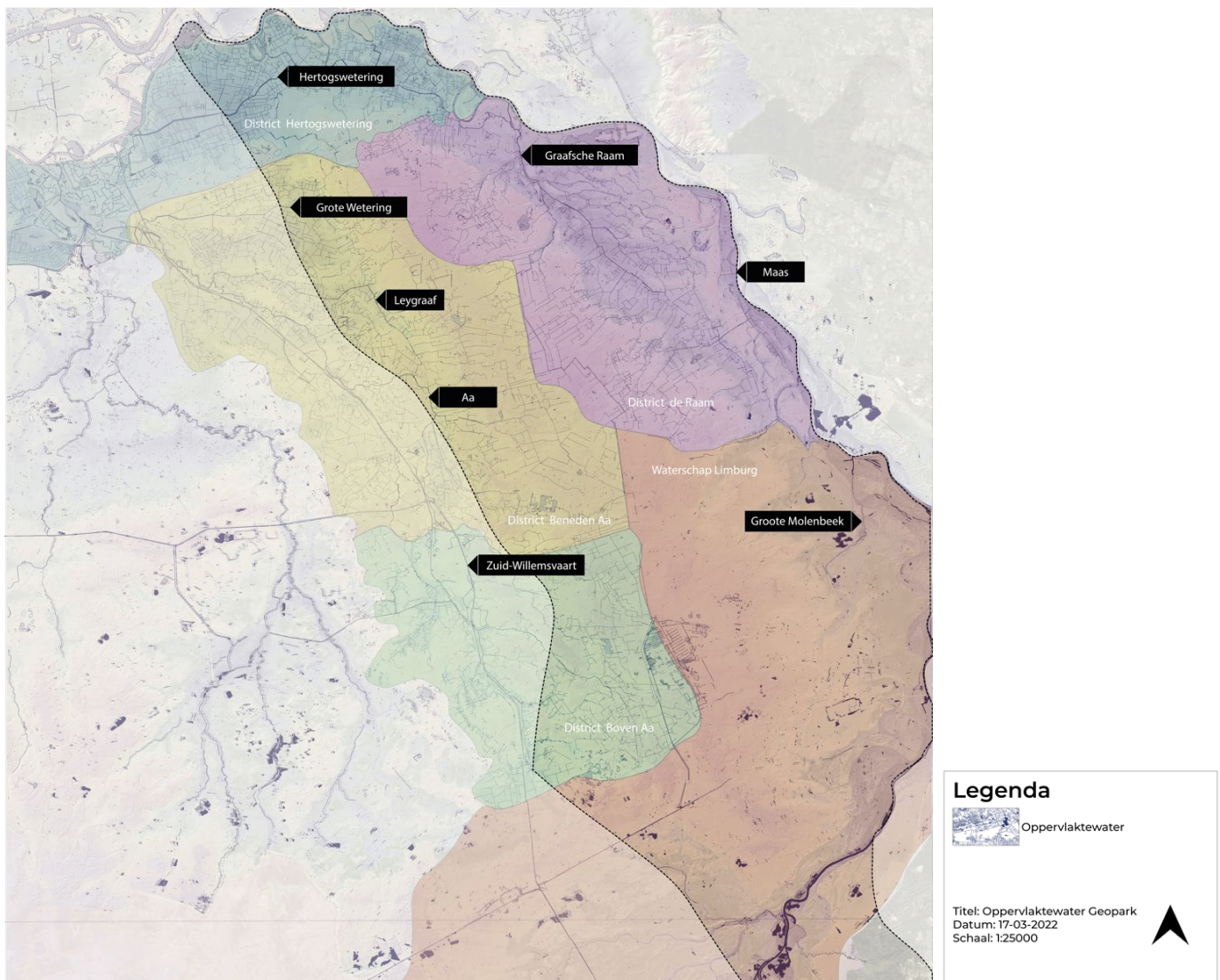
Rivierkleibodem

Rivierkleibodems bestaan uit (kalkloze) ooivaaggronden, (kalkloze) poldervaaggronden, rooibrikgronden en radebrikgronden. In het Geopark zijn de rivierkleigronden alleen te vinden langs en rondom de Maas. Kenmerkend voor dit bodemtype is dat klei een dichte bodemsamenstelling heeft, waardoor weinig tot geen water kan infiltreren maar wel rijk aan voedingsstoffen is, wat tot vruchtbare gronden leidt (Massop et al., 2005).

3.3. Water

Oppervlaktewater

In figuur 7 zijn de belangrijkste watergangen weergegeven en in welke districten ze liggen. De natuurlijke watergangen hebben een meanderend karakter, zoals de Aa. De niet natuurlijke watergangen hebben een recht karakter, zoals de Zuid-Willemsvaart of de Hertogswetering. Daarnaast heeft de veenontginningen invloed gehad op de ligging en vorm van de watergangen op de Peelhorst (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2021). Hier zijn vooral veel kleine, rechte en lange sloten weergegeven, hierdoor kon het veen snel afgewaterd worden.

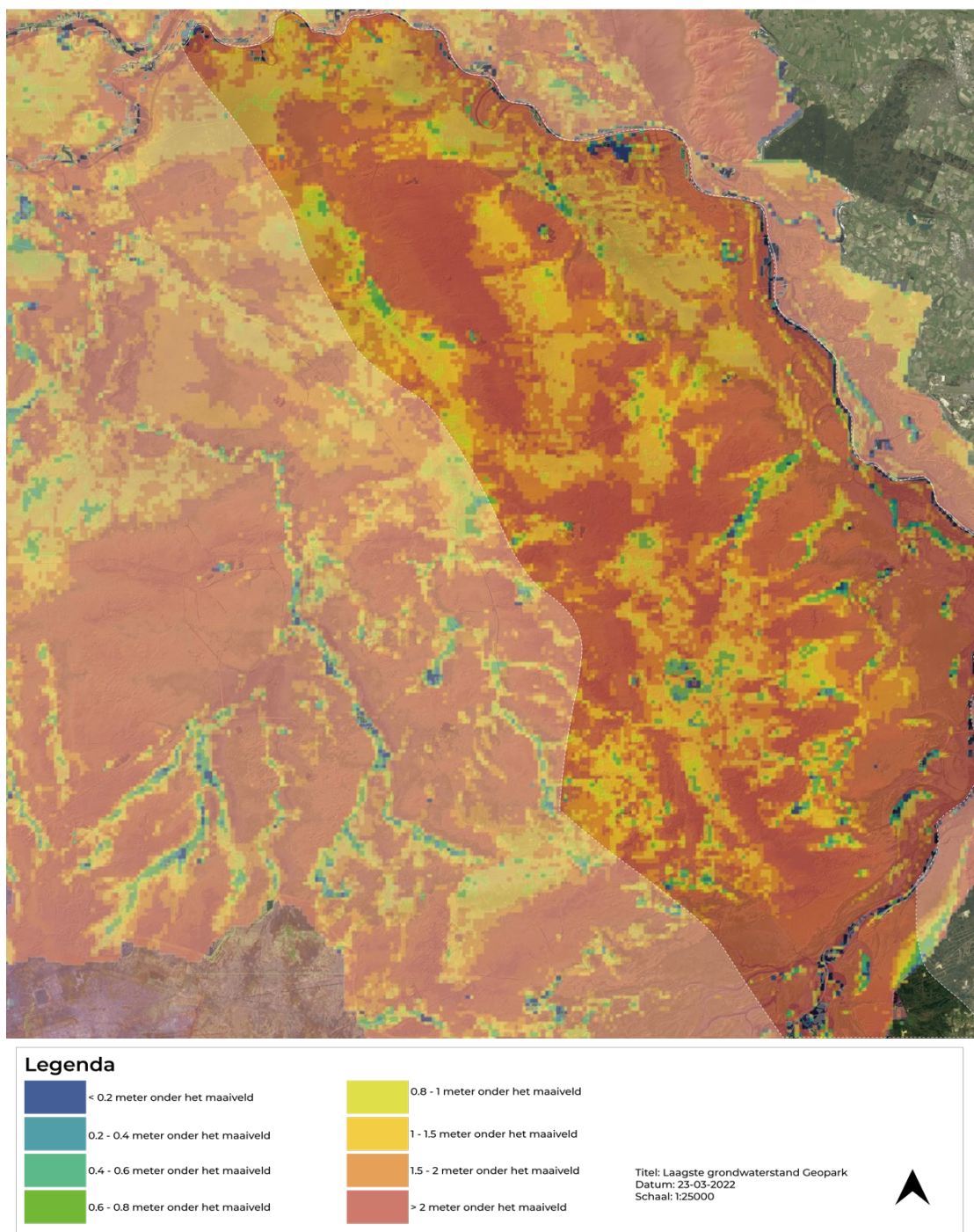


Figuur 7 Waterkaart met grootste watergangen en districten van de Waterschappen (Atlas Leefomgeving, z.d.; Esri, 2022).

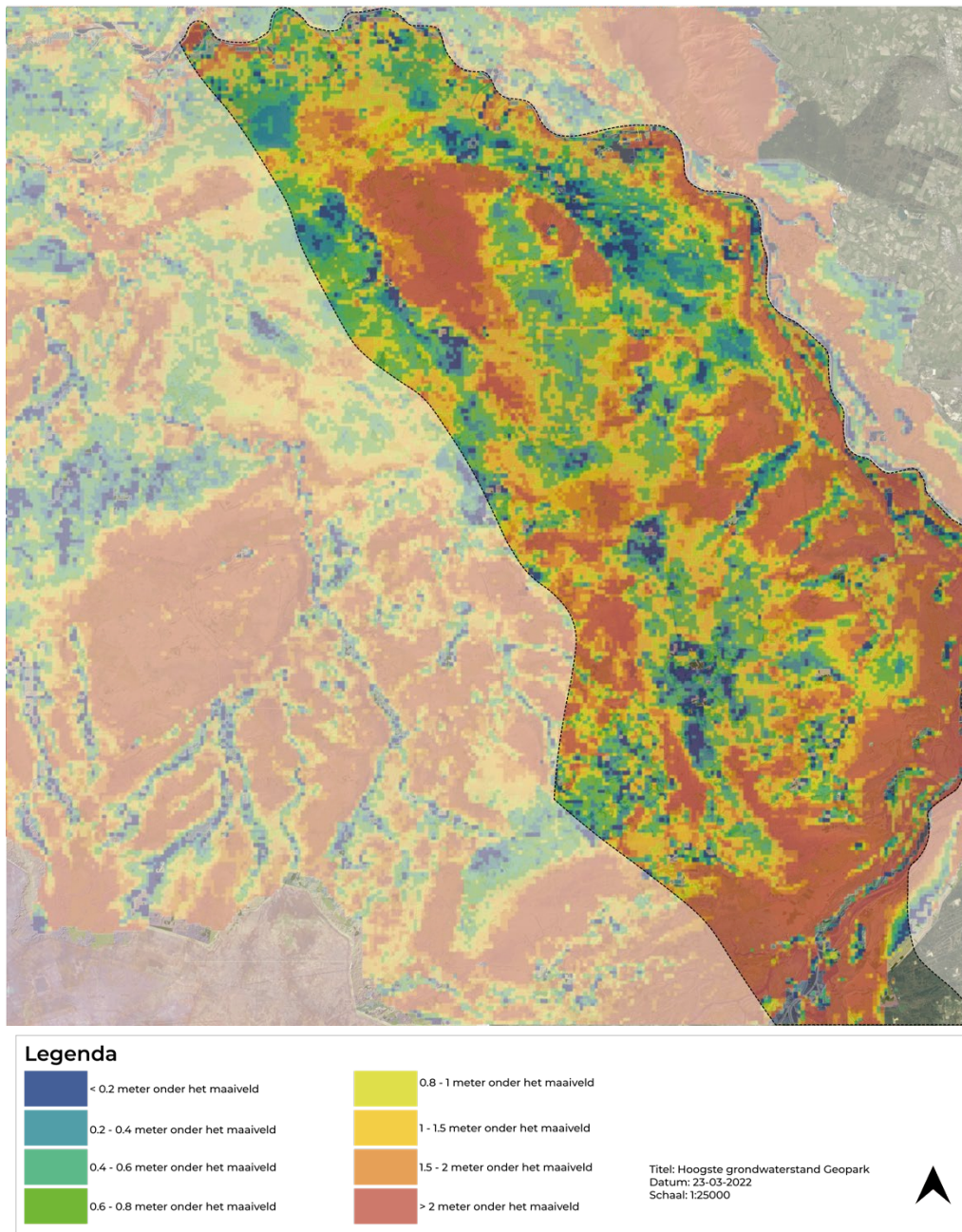
Grondwater

Het grondwater is een belangrijke bron voor drinkwater, landbouw en de natuur in Nederland. Dit is water dat zich in de ondergrond bevindt tussen de vaste bodemdelen. Door de bepaalde vormen van landgebruik, zoals industrie en landbouw, wordt het grondwater verontreinigd. Deze verontreiniging is echter pas jaren later waar te nemen (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, z.d.).

De grondwaterstand is al jaren aan het dalen en dat is een maatschappelijk erkend probleem. De grondwaterstanden zijn al vrij diep onder het maaiveld aanwezig (figuur 8 en 9; Bijlage 1.). Doordat de kaart op regionaal niveau is onderzocht en deze data in de kaart is verwerkt, ontbreken de details. Dit blijkt ook uit het opstellen van de commissie van de droogte door de Provincie Noord-Brabant en dertien partijen om het grondwater weer aan te vullen, genaamd het grondwaterconvenant. Dit grondwaterconvenant is in december 2021 getekend, wat aangeeft dat dit een actueel probleem is (Brabantse Delta, 2021; PBL, 2015).



Figuur 8 De laagste grondwaterstand in het Geopark (Klimaat-effectatlas, z.d.-b).

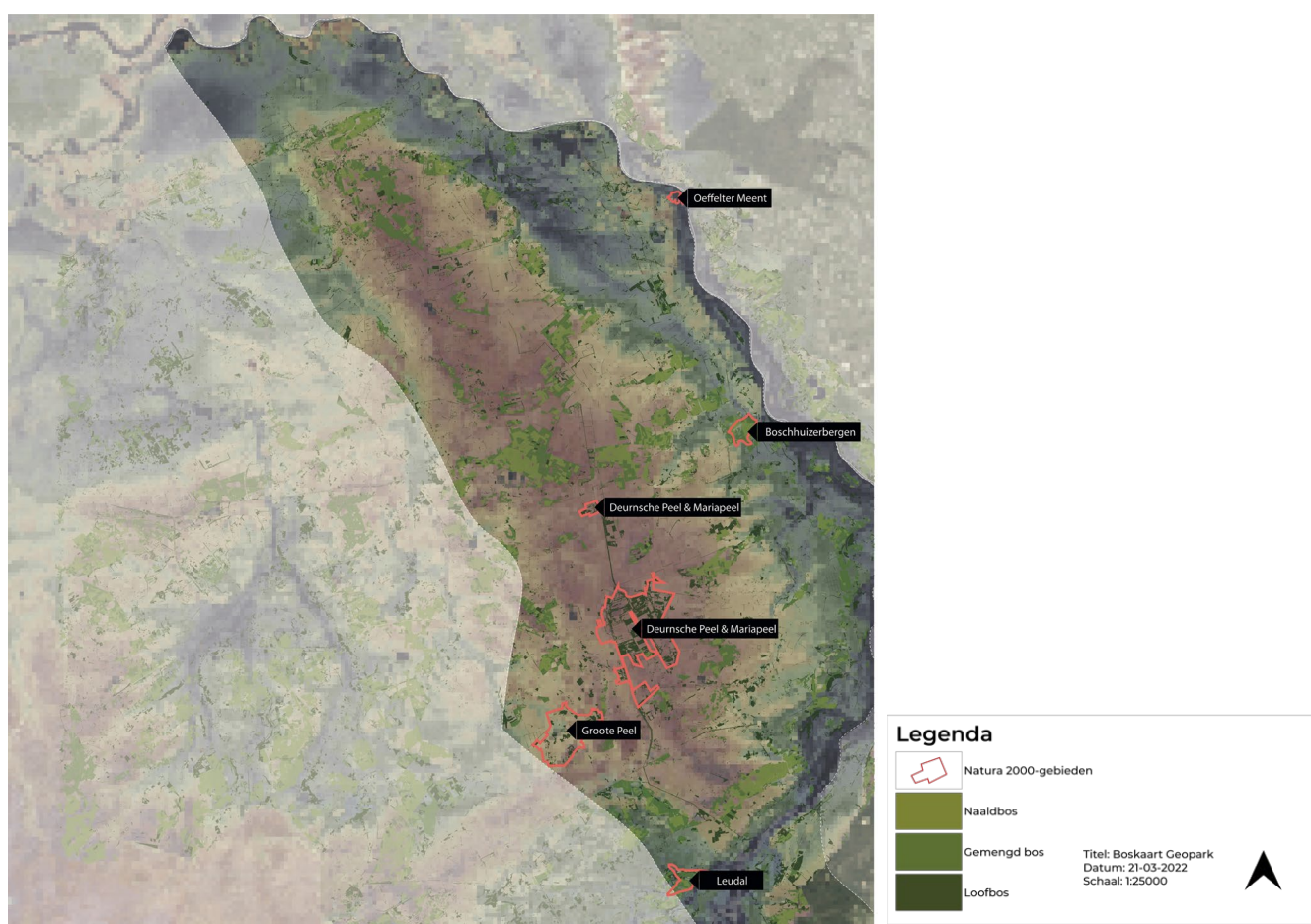


Figuur 9 De hoogste grondwaterstand in het Geopark (Klimaat-effectatlas, z.d.-a).

3.4. Landgebruik

Bos

Vóór de heideontginningen en de aanleg van naaldbossen hadden de natuurlijke bossen een grote biodiversiteit (Bijlage 1.). Deze bossen hebben een relatief hoge veerkracht in relatie tot een veranderend klimaat. Het vochtvasthoudend vermogen van de bodem en het recyclen van nutriënten, zorgde voor deze relatief hoge veerkracht (Thomassen et al., 2020). Tegenwoordig is deze veerkracht in mindere mate aanwezig, door de komst van de naaldbossen. In het Geopark zijn dus ook voornamelijk naaldbossen aanwezig (figuur 10). Deze naaldbossen zijn te vinden op hoge zandgronden. Zandgronden zijn zeer gevoelig voor verdroging en de bosbodems zijn sterk verzuurd en verarmd. Daarnaast is de bodem op verschillende plekken, door onttrekking van het grondwater en de snelle afvoer van regenwater, verdroogd. De loofbossen komen voornamelijk op de lage rivier en beekgronden voor (Thomassen et al., 2020).



Figuur 10 Weergaven van de verschillende typen bossen én Natura 2000-netwerkgebieden in het Geopark (Ministerie van Natuur en Landbouw, z.d.-b).

Natura 2000-netwerk

Wereldwijd staan populaties van flora en fauna onder druk en kampt men met een afname van de biodiversiteit. Bescherming van planten, dieren en hun habitats zijn nodig om deze achteruitgang te remmen of stop te zetten (CBS et al., 2016; Eionet., z.d.). Ook Europa komt niet onder deze problematiek uit en moet zich inzetten voor het herstel van biodiversiteit (Trochet & Schmeller, 2013). Daarom heeft de Europese Unie de Vogelrichtlijn (Council of the European Communities, 1979)

en Habitatrichtlijn (Council of the European Communities, 1992) opgesteld, ter bescherming van inheemse plant- en diersoorten en waardevolle habitattypen (Eionet., z.d.; Mézard et al., 2008). Iedere EU-lidstaat dient beschermde gebieden aan te wijzen welke van Europees belang zijn voor soorten en habitattypen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden samen vormen het zogeheten Natura 2000-netwerk (Crofts, 2014; Eionet., z.d.; Mézard et al., 2008).

In het Geopark bevinden zich vijf Natura 2000-gebieden (figuur 10). Deze zijn aangewezen door de (bijzondere) soorten flora en fauna. Enkele hiervan staan ook op de rode lijst en zijn mede ook in de Natura 2000-gebieden geplaatst om specifiek beschermd te worden.

- Het meest noordelijke Natura 2000-gebied in het Geopark is de Oeffelter Meent (Provincie Noord-Brabant, 2017a). Het gebied beslaat 101 hectare en is gelegen aan de zuidkant van de uiterwaarden van de Maas, op een grofzandige oeverwal van de vroeger rivierloop. Natura 2000-gebied de Oeffelter Meent is kenmerkend aan flora soort *Sedo-Thymetum pulegioides*. Deze soort komt beperkt voor in Nederland en heeft een kalkarme bodem van stroomdalgrasland nodig (Natura2000, z.d.-h).
- Een tweede Natura 2000-gebied, Boschhuizerbergen heeft een oppervlakte van 277 hectare (Provincie Limburg, 2017). Kenmerkend voor Boschhuizerbergen is dat het een stuifzandgebied is waar de ontwikkeling van jeneverbesstruwelen voorkomt. Naast de jeneverbesstruwelen dienen de arme gronden ook als houtproductie plaats van naaldbossen (Natura2000, z.d.-g).
- Iets ten westen van Boschhuizerbergen, ligt Deurnsche Peel & Mariapeel. De Deurnsche Peel & Mariapeel bestaat uit drie deelgebieden: Deurnsche Peel, Mariapeel en Grauwveen. Deze gebieden samen beslaan 2734 hectare (Provincie Noord-Brabant, 2017a). De Deurnsche Peel is typerend door de turfwinning die in de jaren zeventig heeft plaatsgevonden. De sporen in het gebied zijn nog altijd duidelijk zichtbaar. Omdat er hoogveen ontstaat in de Deurnsche Peel is het voor natuurorganisaties een belangrijk gebied met verschillende soorten flora en fauna. Echter is dit ook een omstreden gebied door bosbranden van 800 hectare die in de zomer van 2020 hebben plaatsgevonden. Hierdoor is de vraag opgeroepen of het gebied wel zo klimaatbestendig is en wat er voor veranderingen er moeten plaatsvinden (L1, 2021). Ook in het (deel)gebied de Grauwveen ontstaat hoogveen. De Mariapeel is juist te herkennen aan haar rijke afwisseling van heideterreinen veen(putten) en moerassen (Natura2000, z.d.-b). In Natura 2000-gebied de Boschhuizerbergen is de jeneverbes (*Juniperus communis*) een doelsoort die het gebied kenmerkt. Zijn komst is te danken aan de stuifzandgronden die ontstaan zijn in de laatste ijstijd (Natura2000, z.d.-b).
- Een nabijgelegen Natura 2000-gebied iets ten zuidwesten de Deurnsche Peel & Mariapeel ligt de Groote Peel. De Groote Peel heeft een oppervlakte van 1348 hectare (Provincie Noord-Brabant, 2017a). De Groote Peel bestaat uit twee afzonderlijke gedeelten: de Astense Peel, in Noord-Brabant, en de Ospelse Peel, in Limburg. Kenmerkend aan de Astense Peel is dat het gebied in de 19^{de} eeuw grootschalig is afgegraven. Voor de Ospelse Peel zijn het de hoogveensoorten, die zijn ontstaan door boerenkuilen, kenmerkend (Natura2000, z.d.-b). In het Natura 2000-gebied Deurnsche Peel & Mariapeel zijn onder andere de bittervoorn en de kleine modderkruiper doelsoorten die het gebied kenmerken (Natura2000, z.d.-b).
- Het meest zuidelijke Natura 2000-gebied dat zich in het Geopark bevindt is Leudal, met een oppervlakte van 340 hectare (Provincie Limburg, 2017). Typerend voor het gebied zijn de meanderende beken. Daarnaast bestaat het gebied voornamelijk uit bossen die zich in de laaggelegen dalgronden gevestigd hebben (Natura2000, z.d.-g). In het Natura 2000-gebied Leudal is de veldrusschraallanden een doelsoort die het gebied kenmerkt (Natura2000, z.d.-f).

Binnen de Peel spelen de toenemende droogte en een te hoog stikstofgehalte een belangrijke rol. De oorzaak hiervan is vooral de landbouw in de directe omgeving van de natuurgebieden. Door deze landbouw wordt er te veel water onttrokken en te veel stikstof uitgestoten wat ervoor zorgt dat de kwaliteit van de natuur achteruitgaat (L1, 2021). Ook zijn de natuurgebieden vatbaarder voor het

uitbreken van bosbranden. Zo ook in het voorjaar van 2020 heeft een brand in het Natura 2000-gebied Deurnsche Peel & Mariapeel plaatsgevonden. Om het risico op bosbranden te verminderen, dient het stikstofgehalte in de bodem verlaagd te worden. Omdat de flora die goed gedijt op stikstofhoudende bodem het snelst ontvlambaar is (Provincie Noord-Brabant, z.d.-a).

Landbouw

Er wordt vaak gesproken over dé (intensieve) landbouw, dit is echter een incorrecte benaming. De landbouwsector is een pluriforme sector geworden, waarin er onderscheid gemaakt is tussen grondgebonden landbouw (melkveehouderij en akkerbouw) en niet-grondgebonden landbouw (varkens- en pluimveehouderij en glastuinbouw; Verkaik & Souwer, 2001).

Landbouw wordt beschreven als een sector waar de eerste levensmiddelen vandaan komen. Toch blijft het een bewogen sector met betrekking tot duurzaamheid. In Nederland zijn er verschillende actoren, zoals ondernemers, burgers, overheden en maatschappelijke organisaties, die acties ondernemen om de landbouwsector duurzamer te maken, waarbij de boeren nog altijd economisch onafhankelijk blijven van het Rijk. Het doel is om de landbouw te verduurzamen om de leefbaarheid van (natuur) gebieden te verbeteren (Montfoort, 2015; Provincie Noord-Brabant, 2014). Dus hoe meer mensen beseffen dat werken aan transities een bijzondere aanpak vraagt, des te beter er kan worden ingespeeld op deze veranderingen (Montfoort, 2015).

Op figuur 11 is weergegeven waar in het plangebied de veehouderijen liggen en waar de percelen met gewassoorten gelegen zijn. Ten eerste valt op dat er veel veehouderij aanwezig is. In de Provincie Noord-Brabant komen van alle provincies in Nederland de meeste kippen, varkens en geiten voor. Door de diversiteit aan dieren wordt een grote hoeveelheid aan dierlijk mest geproduceerd. Hierdoor is de stikstof en fosfaat uitstoot twee en een half keer zo veel als wat legaal is toegestaan. 75% van de stikstof die in Brabant wordt geproduceerd komt uit de landbouw (Swinkels, 2019). In de bodem wordt stikstof omgezet in nitraat en nitriet. Dit zorgt ervoor dat er verzuring en vermesting optreedt (Swinkels, 2019). De veehouderijen hebben daarnaast invloed op de gewassen die geteeld worden. De meest voorkomende gewassen in het plangebied zijn grasland en maïs, omdat deze als veevoer worden gebruikt (Provincie Limburg, z.d.-a; Provincie Noord-Brabant, z.d.-b). Dit betekent dat er een grote hoeveelheid is aan niet-grondgebonden landbouw (Bijlage 1.).



Figuur 11 De akkerbouw en veehouderij in het plangebied (Provincie Limburg, z.d.-a; Provincie Noord-Brabant, z.d.-b).

Bebouwing

Bebouwing is in mindere mate meegenomen in de inventarisatie (Bijlage 1.). Er is in het onderzoek vooral op het buitengebied gefocust. Het is echter wel een belangrijk onderdeel van het landgebruik om het plangebied klimaatrobuust te maken. De huidige bebouwing is versteend heeft te weinig groene structuren, waardoor wateroverlast, hittestress en droogte veroorzaakt wordt.

4. Gebiedsanalyse

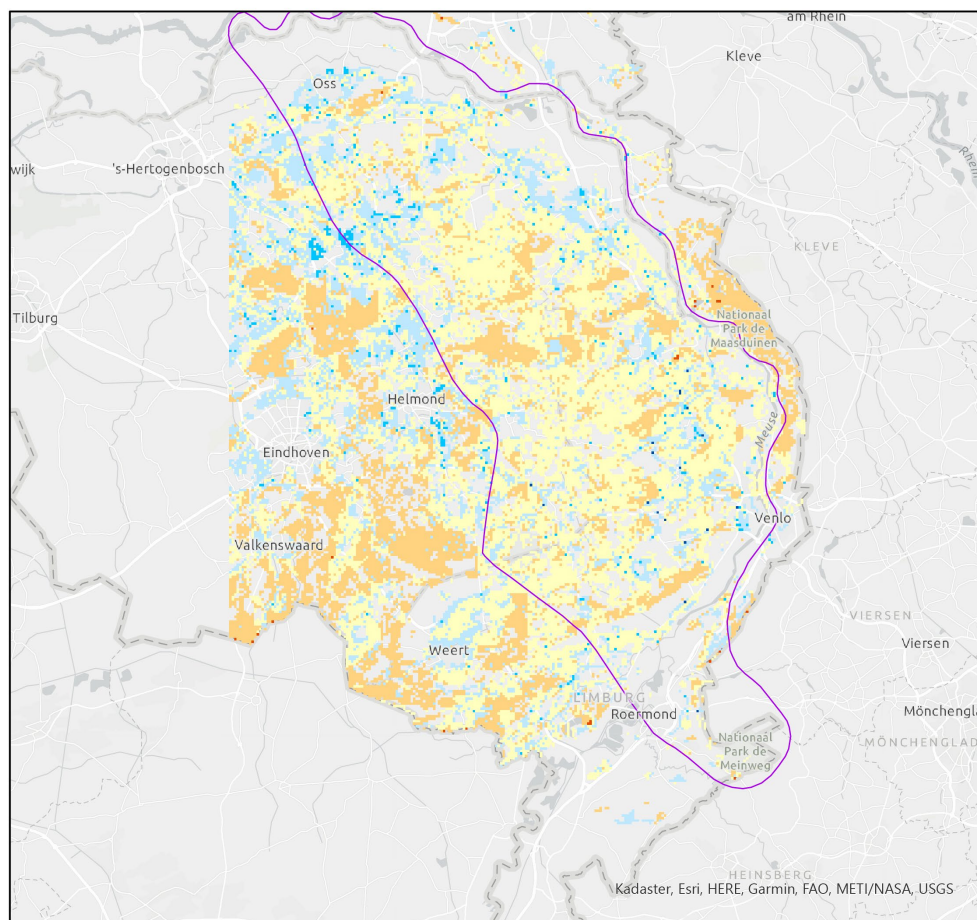
4.1. Ruimtelijke analyse

De Omgevingsvisie omschrijft de visie van de provincie Noord-Brabant op maatschappelijke opgaven en de bescherming van kernkwaliteiten. In de Omgevingsvisie worden talloze belangen afgewogen aangezien er veel functies een plaats moeten krijgen in het landschap. Hierbij is het natuurlijk systeem niet de basis van deze visie, maar een onderdeel ervan. Het volledige uittreksel van de Omgevingsvisie is te vinden in Bijlage 2.1.

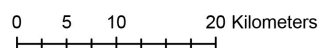
De Omgevingsvisie stelt voor de provincie Noord-Brabant het volgende doel voor 2050: “Noord-Brabant is klimaatbestendig en waterrobuust ingericht”. Op dit onderdeel haakt het onderzoek aan op de Omgevingsvisie, aangezien het huidige beleid, (dat in de Omgevingsvisie staat verwoord) nog onvoldoende inspeelt op de verdroging. De Omgevingsvisie houdt zich bezig met de thema’s: de effecten op de samenleving, klimaatslimme verstedelijking, klimaatbestendig beeklandschap, en een robuust rivierenlandschap. In dit onderzoek worden de aspecten 'effecten op de samenleving' en 'klimaatslimme verstedelijking' buiten beschouwing gehouden, dit zijn aspecten die gericht zijn op de stad en leefomgeving. De focus ligt op het buitengebied (landbouw en natuur), waardoor de thema’s 'klimaatbestendig beeklandschap' en 'robuust rivierenlandschap' aanhaken op het onderzoek.

Wanneer de plannen van de Omgevingsvisie nagestreefd worden gaat dit effect hebben op het landschap. De klimaatgevoeligheidsanalyse onderzoekt hoe de verdroging door zal zetten in 2050 wanneer het natuurlijk systeem nog niet de basis vormt van de landschapsinrichting (figuur 12). De klimaatgevoeligheidsanalyse presenteert waar in het Geopark dan nog gevoelige plekken aanwezig zijn op het gebied van verdroging en wateroverlast. Het resultaat geeft weer dat er nog vele gevoelige plekken aanwezig zijn die zullen verdrogen in 2050. Ook zijn er nog enkele plekken weergegeven die gevoelig zijn voor wateroverlast. Het volledige technische rapport van de ruimtelijke analyses is te vinden in Bijlage 2.2. Het doel van de ruimtelijk analyse is om inzicht te krijgen in de zwakke plekken om op basis daarvan aandachtspunten voor het toekomstbeeld verkrijgen.

Klimaatgevoeligheidsanalyse Geopark

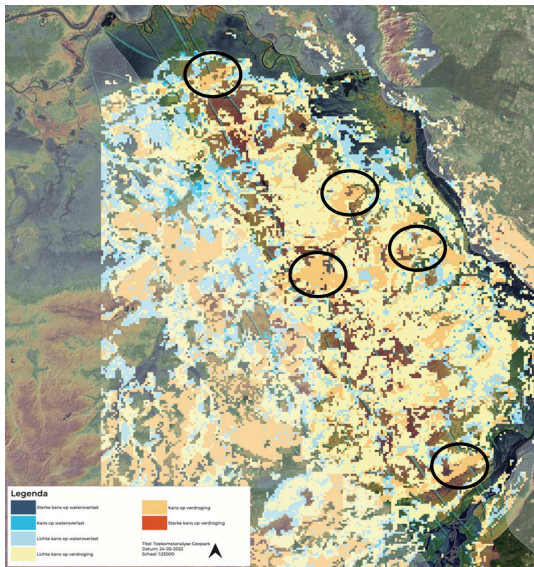


Toekomstbeeld Geopark

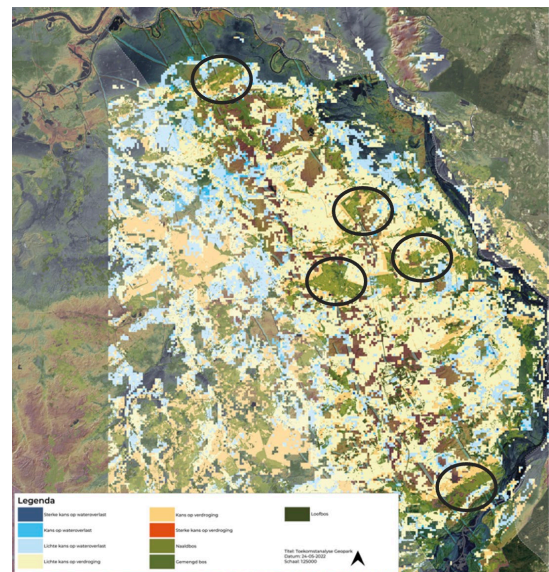


Figuur 12 De klimaatgevoeligheidsanalyse van het Geopark op basis van de Omgevingsvisie (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2019; CBS, 2017; Esri, 2021).

Gebieden die geclassificeerd worden als ‘sterk gevoelig voor verdroging’ (figuur 13), hebben voornamelijk naaldbos als landgebruik (figuur 14). Echter zijn de bodems waar naaldbossen op staan van zichzelf al verdrogend, dit wordt verergerd door de naaldbossen. Naaldbomen verdampen relatief gezien meer dan loofhout (Ettema & Van Der Wijst, z.d.). Doordat deze link naar boven kwam in de ruimtelijke analyse, is er in de visiekaart voor gekozen om de verdrogende naaldbossen op snel-infiltrerende zandgronden om te zetten naar dieper wortelend, minder verdrogende andere vegetatiestructuren zoals loofbossen.

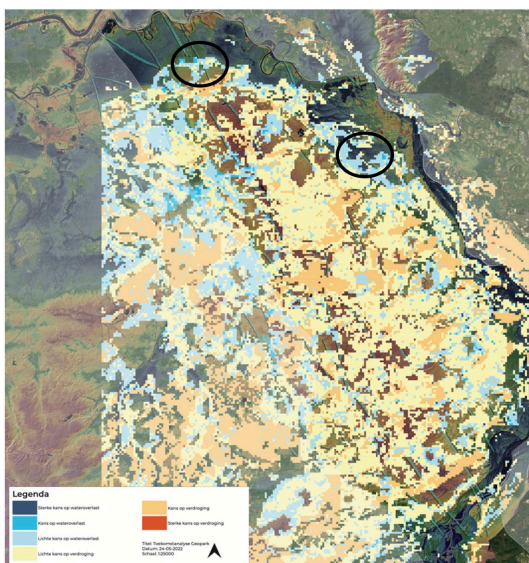


Figuur 13 De klimaatgevoeligheidsanalyse van het Geopark met de gebieden omlijnd die grotere kans hebben op verdroging.



Figuur 14 De klimaatgevoeligheidsanalyse van het Geopark met de gebieden omlijnd waar naaldbossen voorkomen.

De ruimtelijke analyse is verder toegepast in de visiekaart door de grote gebieden in het noordoosten, die gevoelig zijn voor wateroverlast, voor natte teelten te gebruiken en wateropslag (figuur 15). Door de dijken hier weg te halen krijgt de Maas zijn natuurlijke lopen terug.

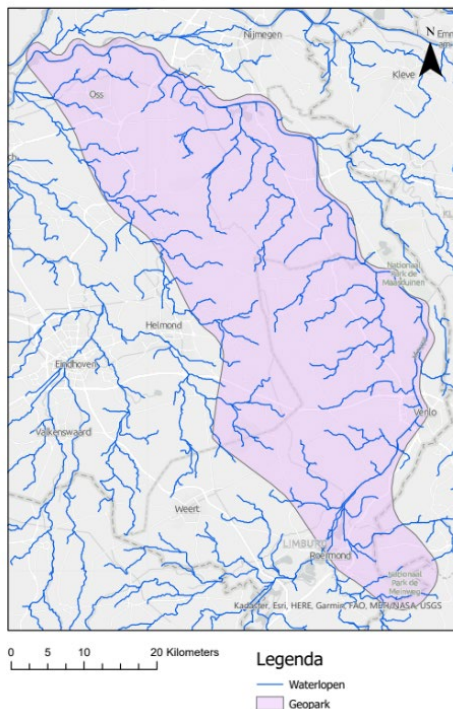


Figuur 15 De klimaatgevoeligheidsanalyse van het Geopark met de gebieden omlijnd waar de grootste kans op wateroverlast is.

Daarnaast is er een ruimtelijke analyse uitgevoerd om de watergangen op basis van het natuurlijk systeem weer te geven (figuur 16). Hieruit blijkt dat de huidige watergangen afwijken van de watergangen op basis van het natuurlijk systeem (figuur 17). De huidige watergangen zijn in mindere maten meanderend. Daarnaast liggen de onnatuurlijke watergangen op de hoogste delen waardoor de horst wordt ontwaterd, terwijl de natuurlijke watergangen hier niet liggen. De huidige

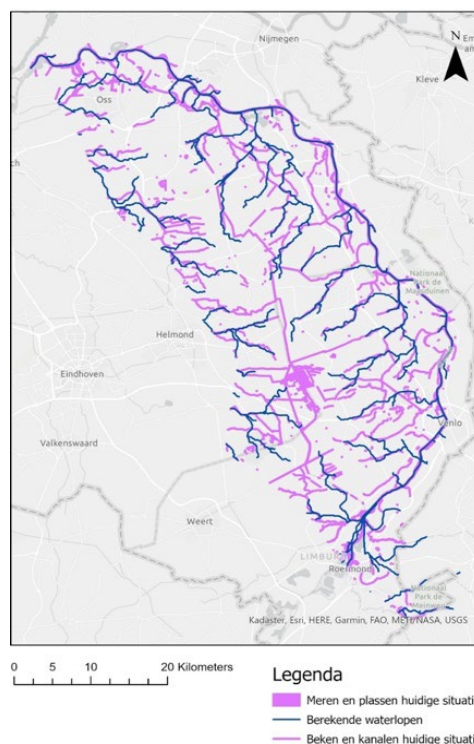
watergangen zijn dus niet op basis van het natuurlijk systeem ingericht. De kaart watergangen op basis van het natuurlijk systeem wordt als basis meegenomen voor de visiekaart (Bijlage 2.2.).

Berekening watergangen op basis van natuurlijk systeem



Figuur 16 Het resultaat van de natuurlijke watergangen met behulp van de SWAT analyse (United States Geological Survey, z.d.).

Berekening watergangen op basis van natuurlijk systeem



Figuur 17 De vergelijking van de watergangen van het natuurlijk systeem met de huidige watergangen (PDOK top 10 nl, z.d.; United States Geological Survey, z.d.).

4.2. Kansen en knelpunten

Uit de geïnventariseerde deelgebieden (Bijlage 2.3.) zijn acht conclusies getrokken voor de input van de gebiedsdekkende visiekaart, waarbij de drie behandelde onderwerpen landbouw, natuur en bebouwing niet zijn opgedeeld. Deze algemene conclusies beschrijven kansen en oplossingen voor het plangebied. De oplossingen (1, 2, 3, 5, 6, 8) zijn passend voor de verdrogingsopgave waar de Omgevingsvisie op in probeert te spelen, en de kansen (4, 7) zijn mogelijke ideeën. Bij de visiekaart worden zes landschapstypen toegelicht die zijn vastgesteld op basis van bodemtypologieën, waarbij mogelijke oplossingen worden gepresenteerd.

1. Snelle afwatering omvormen naar water vasthouden in het gebied.

Op de Peelhorst zijn afwateringssloten gegraven waardoor stukken veen droog kwamen te liggen (Esri, 2022; Klimaat-effectatlas, z.d.). Hierdoor kon het veen ontgonnen worden. Het gevolg van het kanaliseren van de watergangen is dat het water niet lang in het gebied aanwezig blijft en hierdoor het gebied verdroogd (Rijksoverheid, 2003). De verdroging is niet wenselijk, daarom moeten deze watergangen zo worden omgevormd dat het water langer in het gebied aanwezig blijft. Dit kan bijvoorbeeld door het hermeanderen en dempen van watergangen (WUR, 2007).

2. Ruimte voor de beken en rivieren.

Door klimaatverandering zullen extremere weersomstandigheden vaker voorkomen. Dit heeft als

gevolg dat beken en rivieren perioden gaan kennen van te veel en te weinig water (PBL, 2015). Daarom moeten beken en rivieren meer ruimte krijgen om de grote hoeveelheid water af te kunnen voeren (Waterstaat, z.d.). Daarbij is de kans om van deze beken en rivieren natuurlinten te maken en te combineren met natuurinclusieve landbouw. Aanwezige beken in het Geopark zijn bijvoorbeeld de Aa, de Graafsche Raam en de Groote Molenbeek. Door de linten natuurlijk in te richten door meer vegetatiestructuren aan te brengen of natuurlijke stuwwallen aan te leggen, kunnen de gevolgen van de hoge waterstanden geïncasseerd worden door de natuur (Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.-b; WUR, 2012).

3. Veengebieden uitbreiden om de water- en koolstofsponzen te vergroten.

Veenbodems hebben als eigenschap dat ze veel water op kunnen slaan, hierdoor ontstaat een waterbergingsgebied (Smolders et al., 2014). Naast water kunnen veengebieden ook veel koolstof opslaan. Het opslaan van water en koolstof werkt optimaal als het veengebied van goede kwaliteit is, maar zodra het veengebied verdroogd, kan dit zorgen voor veel uitstoot. De sleutel tot succes is water, dus het nat houden van deze gebieden (Vilt, 2021).

4. Leembodems zijn potentiële waterbergingsgebieden.

Leembodems hebben de eigenschap om weinig water door te laten, dit wordt ervaren als een kans voor waterberging (Massop et al., 2005). De natuurlijke kenmerken van de bodem moeten benut worden in plaats van waterbergingsgebieden aanleggen, waarbij vaak veel werkzaamheden uitgevoerd en geld uitgegeven moet worden (Provincie Drenthe, 2009).

5. Vervuiling van het natuurlijk systeem door industrie omvormen naar een vorm van landgebruik die aansluit op het natuurlijk systeem.

Bij de rivierkleibodems rondom Oss en op de zandige Peelhorst zijn intensieve veehouderijen aanwezig (PDOK, z.d.-a). De intensieve veehouderijen in het gebied zijn een knelpunt, omdat stikstof in de atmosfeer en de bodem terechtkomt. In de bodem wordt stikstof omgezet in nitraat en nitriet, maar ook in grond- en oppervlaktewateren. Dit zorgt ervoor dat er verzuring en vermesting optreedt (Vroege Vogel, 2019b), wat er toe leidt dat het natuurlijk systeem negatief beïnvloed wordt.

Een kans voor de landbouw is om over te stappen naar natte teelten (in de lage, natte gedeelten) of andere soorten teelten die weinig water nodig hebben (in de hoge, droge gedeelten; Weterhof, 2017). Natte teelten passen beter in het natuurlijk systeem van de rivierkleipolders, door het natte en vruchtbare karakter van de kleipolders (Massop et al., 2005). Wanneer er natte teelten worden geïntroduceerd in dit gebied gaat dit aansluiten op het natuurlijk systeem, waar naar gestreefd wordt. Daarnaast neemt het gebruik van chemische stoffen af of verdwijnt dit bij de gewassen (Natuurmonumenten, z.d.-b). De gewassen die weinig water nodig hebben zijn een kans voor de hoge, droge Peelhorst, bijvoorbeeld quinoa, sorghum en prei (bioKennis, 2016; Lagrouw & Munnen, 2022; Van Loon et al., 1993; Wageningen University and Research, 2022). Hier moet zo veel mogelijk water aanwezig blijven en daarvoor zijn teelten nodig die kan leven zonder veel water nodig te hebben.

6. Verdrogende naaldbossen omvormen naar nieuwe natuur-netwerken.

Zandbodems hebben een hoge waterinfiltratiecapaciteit, waardoor het water niet lang in het gebied blijft (Van Trikt & Ahrens, z.d.-b). Naaldbossen zijn vaak gelegen op de zandbodems en hebben een verdrogend effect, wat tot een knelpunt in het plangebied leidt. Door de grote oppervlakte aan naalden verdampt er veel water, daarnaast hebben naaldbossen een negatief effect op het bodemleven doordat er geen humus gecreëerd kan worden van de kleine hoeveelheid naalden die op de grond vallen, door het minimale bodemleven dat aanwezig is. De bodem wordt dus niet gestimuleerd om het water vast te houden en de naaldbossen verdampen veel water. Daarnaast

wortelen naaldbossen ondiep, waardoor naaldbossen uiteindelijk door de dalende grondwaterstand zullen afsterven (Klimaat Vallei & Veluwe, 2020).

Een kans is om naaldbossen om te vormen naar andere vegetatiestructuren, zoals essen, lijsterbes, lindes of graslanden, dit stimuleert niet alleen een biodivers bodemleven maar trekt ook verschillende planten- en diersoorten aan (Thomassen et al., 2020). Vaak zijn naaldbossen Natura 2000-netwerkgebieden (Natura2000, z.d.-g) met als doeleinde (hout)productie, maar door deze om te vormen naar bijvoorbeeld graslanden kan het verdrogende effect ook tegengegaan worden. Het doel is dan ook om alle natuurgebieden in Nederland met elkaar te verbinden om zo de biodiversiteit omhoog te brengen (Beijer et al., 2021). De Bossenstrategie kan een belangrijk hulpmiddel zijn om deze denkrichting door te voeren (Rijksoverheid, 2020).

7. Bebouwing inzetten om het natuurlijk systeem te versterken.

In de huidige situatie is een harde grens tussen de bebouwing en de andere vormen van landgebruik. Vaak wordt bebouwing als knelpunt ervaren (hittestress, wateroverlast; Kennisportaal klimaatadaptatie, z.d.), maar deze kan ook het natuurlijk systeem versterken. Door bijvoorbeeld het te laten functioneren als opstuwingsmiddel voor water.

8. Groene structuur creëren in en rondom steden door middel van het benutten van enkeerdbodems.

Bij een groot oppervlak aan versteend gebied wordt water snel afgevoerd via het riool, waardoor het water niet in de bodem infiltreert. Het water blijft niet lang in het versteende gebied en kan dus geen verkoeling bieden. Dit heeft als gevolg dat er hittestress ontstaat, waardoor de kwaliteit van het stedelijk groen afneemt en de leefbaarheid verminderd (Kennisportaal Klimaatadaptatie, z.d.).

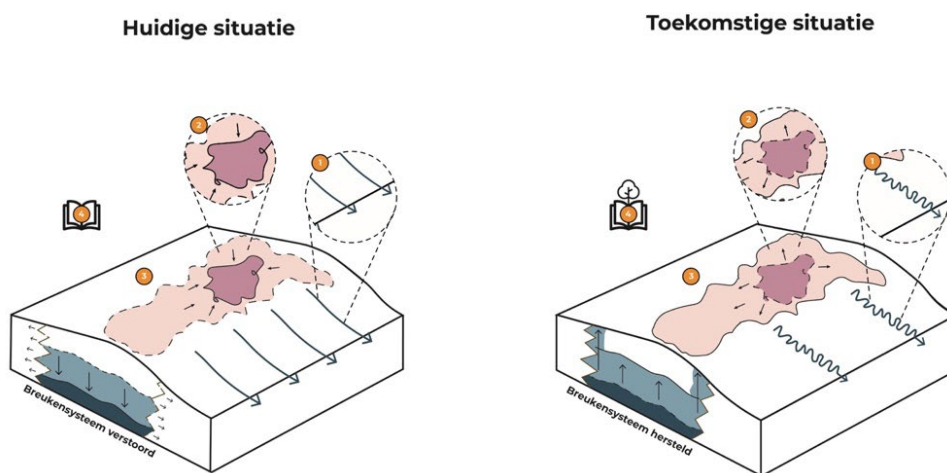
Een kans is om de enkeerdbodems (Sonneveld & Jongmans, 2010) rondom en in de stad te benutten om stedelijk groen te creëren, waardoor er meer schaduw en water aanwezig is in de stad en hittestress tegengegaan kan worden. Daarnaast wordt het bodemleven gestimuleerd doordat er meer organisch stof in de bodem komt. Organisch stof vergroot de sponswerking, waardoor het water langer wordt vastgehouden (GroenBlauwe Netwerken, z.d.).

5. Visie

5.1. Conclusie huidige situatie

De verdroging is ontstaan door het uit balans brengen van het natuurlijk systeem doordat de breuklijnen in het gebied die ooit het water vasthielden niet meer naar behoren functioneren, waardoor de grondwatervoorraad geslonken is (Van Baar & Caljé, 2016).

Vanuit de inventarisatie en analyse zijn vier algemene (hoofd)problemen die voor verdroging zorgen naar voren gekomen. Uit de kansen- en knelpuntenkaarten blijkt dat verschillende problemen op meerdere plekken in het Geopark naar voren komen en deze zijn vertaald naar een algemeen probleem dat in het gehele Geopark aanwezig is. Figuur 18 geeft schematisch weer hoe het probleem is ontstaan.



Figuur 18 De principe schets van het verschil tussen de huidige situatie (links) en de toekomstige situatie (rechts) in het Geopark. Nummer 1 visualiseert watergangen van kanaliseren naar meanderen; nummer 2 visualiseert de veenontginning naar veenuitbreiding; nummer 3 visualiseert landgebruik van niet aangesloten naar aangesloten een systeem op basis van het natuurlijk systeem; nummer 4 visualiseert het huidige beleid naar een beleid met het natuurlijk systeem als leidend principe.

1. Aanleggen en kanaliseren van watergangen.

Op de ruimtelijke analyse is weergegeven dat de huidige watergangen afwijken van de natuurlijke watergangen (figuur 17). Alle watergangen zijn gekanaliseerd om ervoor te zorgen dat het water zo snel mogelijk afgevoerd wordt (figuur 17).

2. Veenontginningen.

Van oudsher was er een groot veengebied aanwezig op de Peelhorst, dat veel water bevatte en vasthield in het gebied. Deze gebieden konden door ontwatering ontgonnen worden (figuur 7). Hierdoor is de grote 'spons' verdwenen en het gebied droger geworden.

3. Landgebruik sluit niet aan op natuurlijk systeem.

Verschiedende vormen van landgebruik hebben een negatief effect op het natuurlijk systeem en houden de verdroging in stand, bijvoorbeeld door grondwateronttrekking ten behoeve van de landbouw (figuur 11) en de grote oppervlakte aan versteend gebied (Bijlage 1.). Op de toekomst klimaatgevoelighedsanalyse is weergegeven op de gebieden die het meest gevoelig zijn voor

verdroging, er naaldbossen aanwezig zijn (figuren 12, 13 en 14). Deze vormen van landgebruik zijn dus niet wenselijk voor het toekomstbeeld waarbij het probleem verdroging is opgelost.

4. Algemeen beleid stelt meerdere prioriteiten.

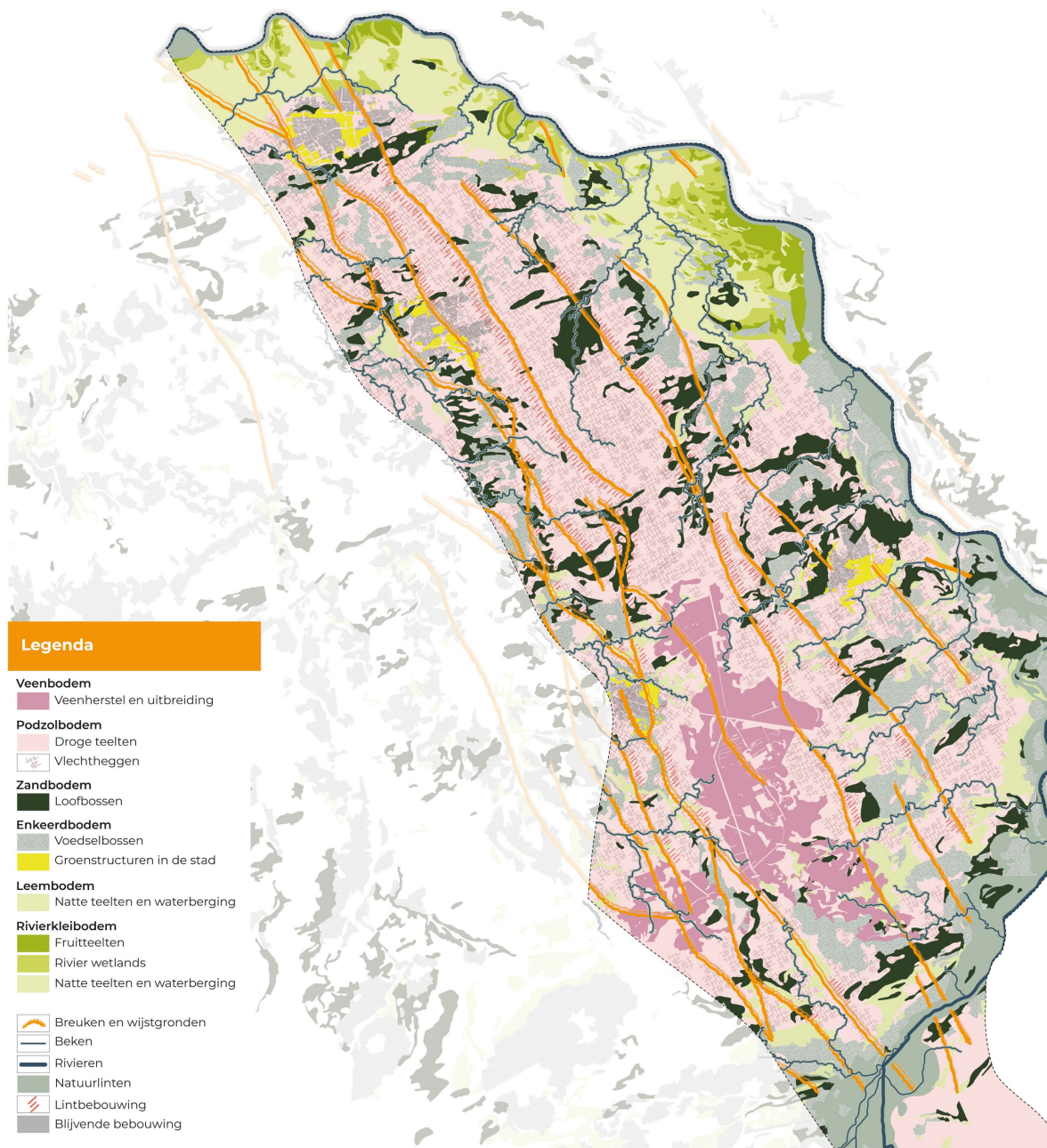
De Omgevingsvisie omschrijft de visie van de provincie Noord-Brabant over maatschappelijke opgaven en de bescherming van kernkwaliteiten (Bijlage 2.1.). In de Omgevingsvisie worden talloze belangen afgewogen aangezien er diverse functies een plaats moeten krijgen in het landschap. Hierbij is het natuurlijk systeem niet de basis van deze visie, maar een onderdeel hiervan.

Op de klimaatgevoeligheidsanalyse (figuur 12) is weergegeven dat vrijwel het gehele gebied verder verdroogd. De Omgevingsvisie stelt niet alléén het oplossen van de verdroging als prioriteit maar richt zich gelijktijdig op meerdere problemen.

Deze vier punten worden geconstateerd in de huidige situatie en moeten vermeden en omgezet worden in de toekomstige situatie (visiekaart) (figuur 19).

5.2. Visiekaart Geopark

In figuur 19 is de volledige visiekaart van het Geopark weergegeven. Deze visiekaart is een toekomstbeeld van de inrichting van het Geopark in 2050, waarbij het natuurlijk systeem als basis dient en de identiteit versterkt wordt. Hierbij worden er zes landschapstypen belicht die gebaseerd zijn op bodemtypologieën. De visiekaart is ontworpen om in te zetten als inspiratiebron voor klimaatdialogen over de ruimtelijke ontwikkelingen van het Geopark. De visiekaart is op systeemniveau uitgewerkt, waardoor concrete maatregelen voor een bepaald gebied verder onderzocht dienen te worden.



Figuur 19 De volledige visiekaart van het Geopark Peelhorst en Maasvallei.

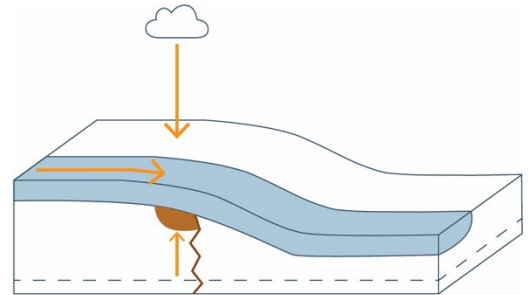
Basisprincipes toekomstige situatie (visie).

De mens heeft het natuurlijk systeem ontwricht in de huidige situatie. Het natuurlijk systeem is zo hevig uit balans gebracht dat het te laat is om het systeem op een natuurlijke manier te laten herstellen. Vandaar dat er maatregelen uitgevoerd moeten worden om het natuurlijk systeem een handje te helpen in het herstelproces, waarbij het breukensysteem gereactiveerd moet worden. Door de breuken weer aan te laten groeien, wordt de natuurlijke waterbarrière weer opnieuw in werking gezet en wordt de stijging van de grondwaterstand bevorderd.

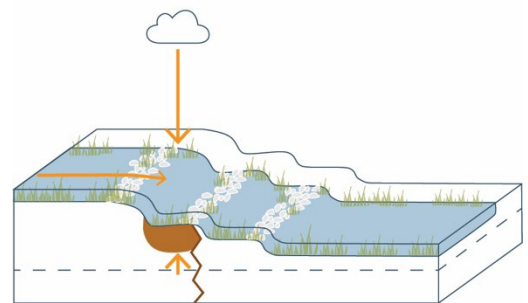
Wanneer breukzones met rust gelaten worden, herstelt de breuk zich vanzelf. Dit proces duurt tussen de 10 en 25 jaar (R. Lapperre, persoonlijke communicatie, 1 juni 2022). Om de breukzone te herstellen moeten de roestschermen weer aangroeien onder de grond. Om het ijzer oxidatieproces te creëren waardoor de breukzone herstelt, zijn zuurstof en ijzer nodig. Deze komen uit drie verschillende stromen. Uit het grondwater komen de stoffen fosfaat, fosfor en ijzer (Schoumans et al., z.d.). Uit de run-off door de beken en sloten komen magnesium en calcium. (Dunea, z.d.) Uit het regenwater en uit waterplanten komt zuurstof (Wijnbeek & Venhuizen, z.d.). Deze drie stromen zorgen ervoor dat ijzeroxidatie ontstaat (Tosec, z.d.). Dit is de aangroeiformule voor de doorboorde breuklijnen.

Om het breukherstel te stimuleren worden de beken omgevormd door (figuur 20):

1. Haaks aanleggen op de breuklijn
2. Dieper en breder maken
3. Trapsgewijs af laten lopen: kunnen ook watertrappen aangelegd worden door stenen, dood hout of grind in de beek te plaatsen.
4. Aanplanten van waterplanten



Deze maatregelen zorgen ervoor dat de stroomsnelheid omlaag gaat en er een hoger oxidatie vermogen ontstaat wat het herstel van de breuk stimuleert. Dit leidt naast het omlaag brengen van de watersnelheid ook tot het verbeteren van de biodiversiteit en waterkwaliteit. Kortom, het is van belang om een evenwicht/feedbackloop te creëren in het ecosysteem waardoor de natuurlijk systeem zichzelf weer kunnen herstellen.



Figuur 20 Voor en na situatie van beek, onderste illustratie geeft weer dat de beek ondieper is geworden, is verbreed, waterplanten zijn gaan groeien en er een trapsgewijze loop is.

Het is van belang dat de zone rondom de breuk zo veel mogelijk met rust wordt gelaten om het natuurlijk herstel zo veel mogelijk te stimuleren. In deze zone mogen dus geen vormen van landgebruik plaatsvinden die het herstel van de breuken tegen gaan.

Om het breukensysteem te herstellen zijn er vier basisprincipes opgesteld vanuit de conclusies van de huidige situatie (paragraaf 5.1.; figuur 18).

5.2.1. Het hermeanderen en/of trapsgewijs af laten lopen van de watergangen.

De hermeandering gaat zorgen dat het water een langere weg af moet leggen en dus langduriger in het gebied aanwezig blijft (WUR, 2012). Het trapsgewijs af laten lopen, ondieper en breder maken van watergangen zorgt voor meer oxidatie en betere waterkwaliteit (Centrum voor Landbouw en Milieu, 2001).

De ruimtelijke analyse kaart over de natuurlijke watergangen (figuur 16) is als basis gebruikt voor de watergangen in de visiekaart, omdat de ruimtelijke analyse weergeeft waar de watergangen in een natuurlijk situatie zouden moeten lopen.

5.2.2. Veen herstellen en uitbreiden.

Om de verdroging op de Peelhorst tegen te gaan kan de 'veenspons' uitgebreid worden, aangezien veen veel water vasthoudt. Dit zorgt ervoor dat het gebied natter wordt en dus water in het gebied langer vastgehouden wordt (Geologie van Nederland, z.d.-b).

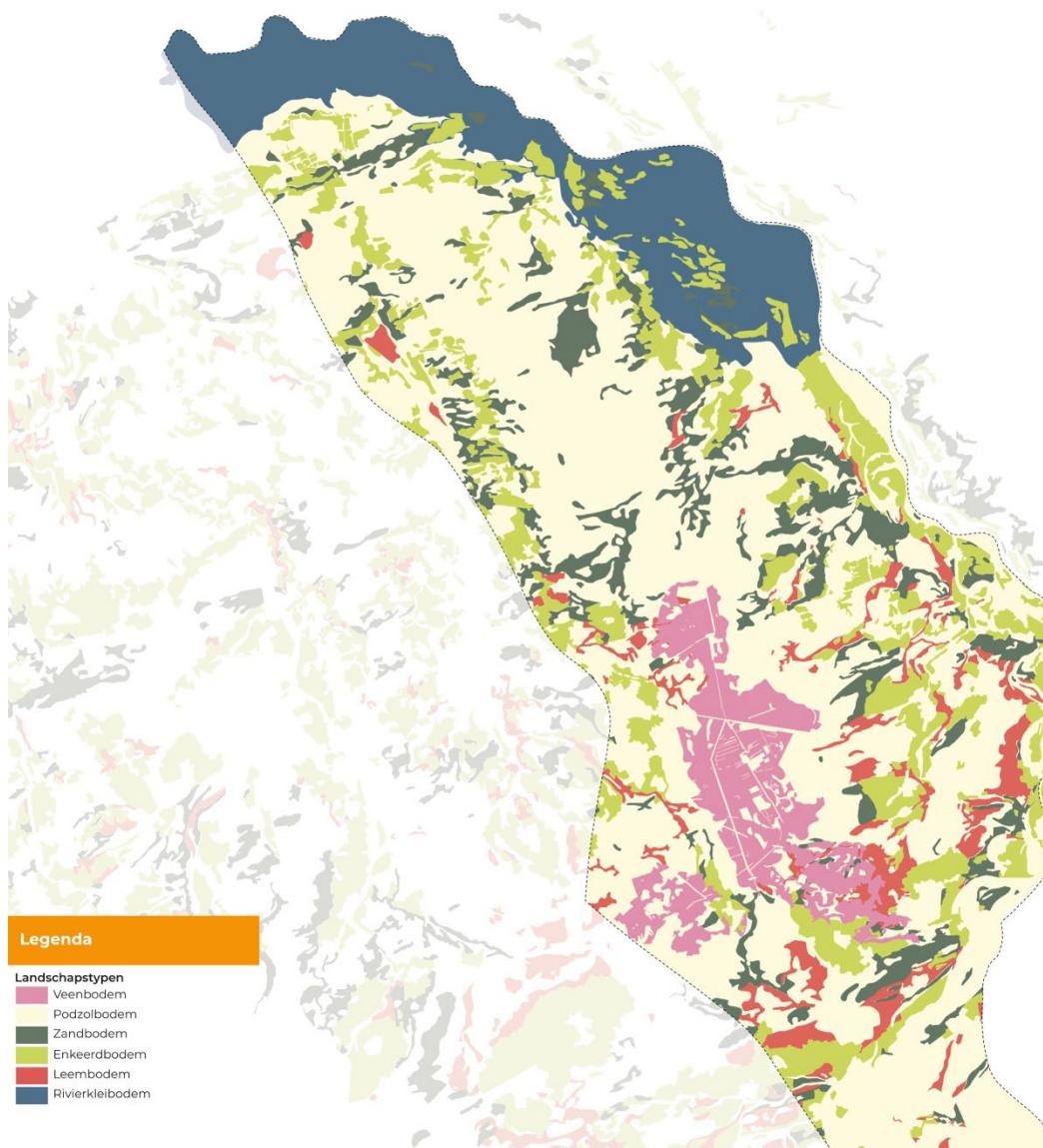
De omvang waarmee het veengebied uitgebreid kan worden, is de omvang van hoe het veengebied er van oudsher uitzag. Op de geomorfologische kaart zijn deze gebieden omschreven als 'veenkoloniale ontginningsvlakten' (Maas, 2012). Door het veen in deze gebieden te herstellen sluit het landgebruik weer aan op het Natuurlijk systeem.

Enkele maatregelen die genomen moeten worden om veen te herstellen zijn een verhoging van de grondwaterstand in dit gebied (Staatsbosbeheer, z.d.). Verder moeten de oude afwateringssloten en kanalen gedempt worden (Schouwenaars et al., 2002). Wanneer grasvegetaties en de bovenste bodemlaag verwijderd worden, dienen veenmosstekjes of veenmosparels geplant of uitgestrooid te worden. Bij gunstige situaties kunnen deze stekjes binnen vier jaar al een laag van 8-12 cm veenmos op de bodem laten groeien (Bijlage 3. ; Natuurbeheer, z.d.).

Wanneer het veen uitgebreid is, dient dit als een natte 'spons' die water vasthoudt op de horsten en CO₂ opslaat (Schuengel, 2021). Vanuit het veengebied kunnen ook beken gevoed worden en zelfs nieuwe beken ontstaan (Haartsen, 2021).

5.2.3. Het landgebruik is in harmonie met het natuurlijk systeem.

Het landgebruik verstoort niet langer het natuurlijk systeem, maar benut de kwaliteiten van het bodem- en watersysteem. Het landgebruik is opgedeeld in zes landschapstypen gebaseerd op de zes hoofdbodemtypen (Hoofdstuk 3.2.): zandbodem, enkeerdbodem, veenbodem, podzolbodem, leembodem en rivierkleibodem (figuur 21). Om zo per bodemtype te onderzoeken welke landgebruiksvormen aansluiten op het natuurlijk systeem. Voor deze zes bodemtypen zijn mogelijke maatregelen opgesteld die aansluiten op het natuurlijk systeem.



Figuur 21 De indeling van de zes verschillende landschapstypen.

Deze landschapstypen worden verder toegelicht in dit hoofdstuk, waarbij elk landschapstype een bepaald doel heeft. Eerst wordt kort de huidige situatie herhaald, dit is in de gebiedsanalyse al uitgebreid besproken. Vervolgens wordt de toekomstige situatie geschetst met de mogelijke, aanbevolen maatregelen. Dit alles wordt gedaan voor de onderdelen 'bodem en water', 'landbouw', 'biodiversiteit' en 'bebouwing'. Op deze manier worden alle maatregelen puntsgewijs besproken en ontstaat er een totaalbeeld per landschapstype.

Veenbodembodem

- **Doel.**
Waterbergend vermogen stimuleren en het gebied te vernatten om verdroging tegen te gaan.

Stikstof overschot

NO_x

Niet-grondgebonden landbouw

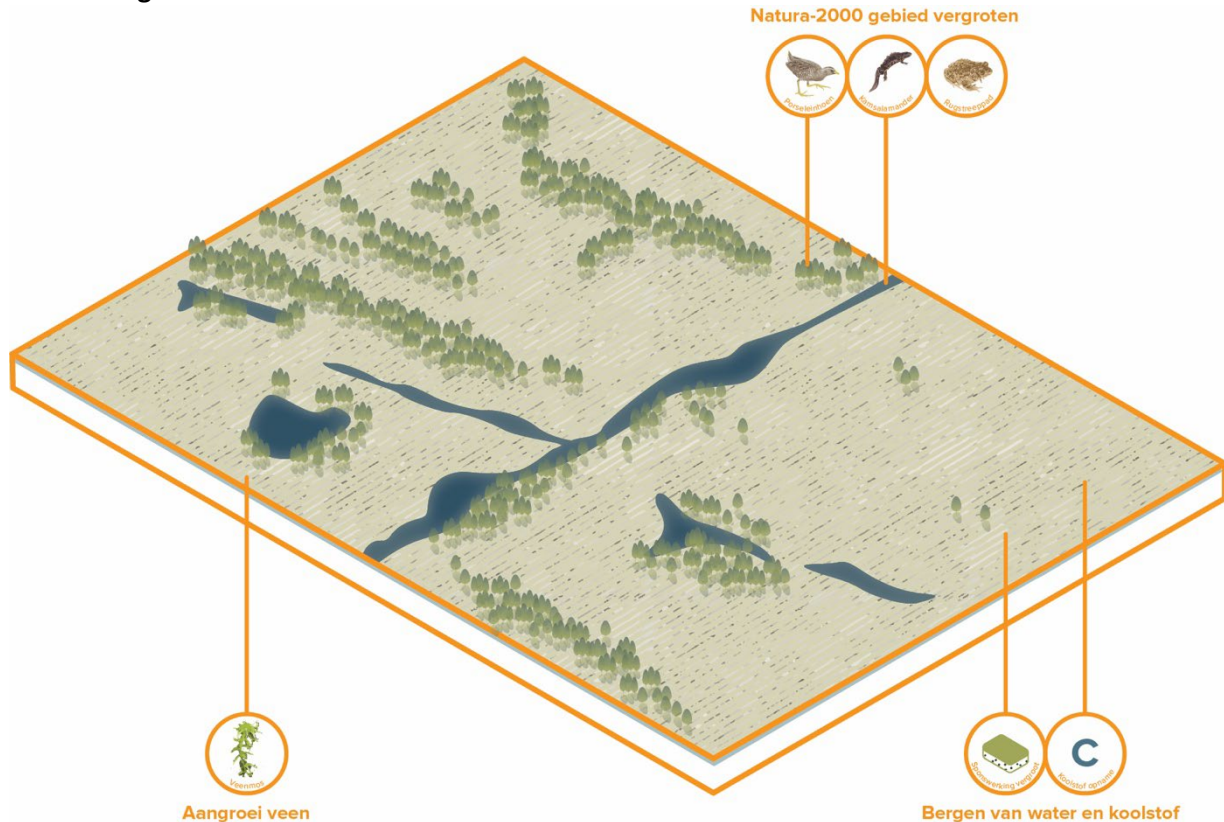
Grasland
Maïs

Ontwatering

- 43

In de beschermde veengebieden is weinig tot geen bebouwing te vinden. Op de afgegraven zandbodems zijn in de loop van de geschiedenis kleine dorpen ontstaan, bijvoorbeeld Griendtsveen en Helenaveen (Huys, 2005).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**
Om het landgebruik aan te laten sluiten bij het natuurlijk systeem, wordt het natte veengebied uitgebreid. Dit kan plaatsvinden op de gronden die vanuit de geomorfologische kaart worden omschreven als 'Veenkoloniale ontginningsvlakten' (Maas, 2012). De uitbreiding van het veen versterkt het waterbergend vermogen, en hiermee het hele watersysteem in het gebied. De vernatting van het gebied, door het vochtige veen, gaat de verdroging tegen op de horsten (Schuengel, 2021). De grondwaterstand in dit hele gebied moet sterk stijgen om veengroei te stimuleren, door bijvoorbeeld sloten te dempen (Bijlage 3.; Staatsbosbeheer, z.d.).
- **Landbouw.**
Het advies is om in mindere mate landbouw toe te passen in dit gebied, om zo het natuurlijk systeem in balans te houden. Het streven is ook om zo min mogelijk voedingsstoffen (bijvoorbeeld door de uitspoeling van kunstmest) het gebied in te laten. Van oorsprong zijn veengebieden voedselarm, dit zijn ideale omstandigheden voor hoogveenmos (Natura2000, z.d.-c). De bodem bevat weinig mineralen (Wageningen University, z.d.-a).
- **Natuur.**
In 2050 is er de mogelijkheid om het veen weer uit te breiden, en hiermee ook de Natura 2000-netwerkgebieden die hieraan verbonden zijn (Noord-Brabant, z.d.-c). Door veengroei te stimuleren kunnen deze nieuwe veengebieden CO₂ opslaan, een kanttkening hieraan is dat er ook meer CO₂ uitgestoten kan worden (Bijlage 3.; Natuurbeheer, z.d.). Op hoogveen zelf heersen extreme condities. Er zitten weinig mineralen en voedingsstoffen in de bodem (Wageningen University, z.d.-a), waardoor flora dat veel stikstof bevat in mindere mate aanwezig is. Hierdoor kan het risico op bosbranden verminderen (Provincie Noord-Brabant,

z.d.-a). In het overgangsgebied van hoogveen naar laagveenmoeras, poelen, en rietland is meer ruimte voor andere biodiversiteit zoals de porseleinhoen (Vogelbescherming Nederland, z.d.-c). De rugstreeppad en kamsalamander kunnen hier ook leven, door de aanwezigheid van poeltjes (RAVON, z.d.-a, z.d.-b).

- **Bebouwing.**

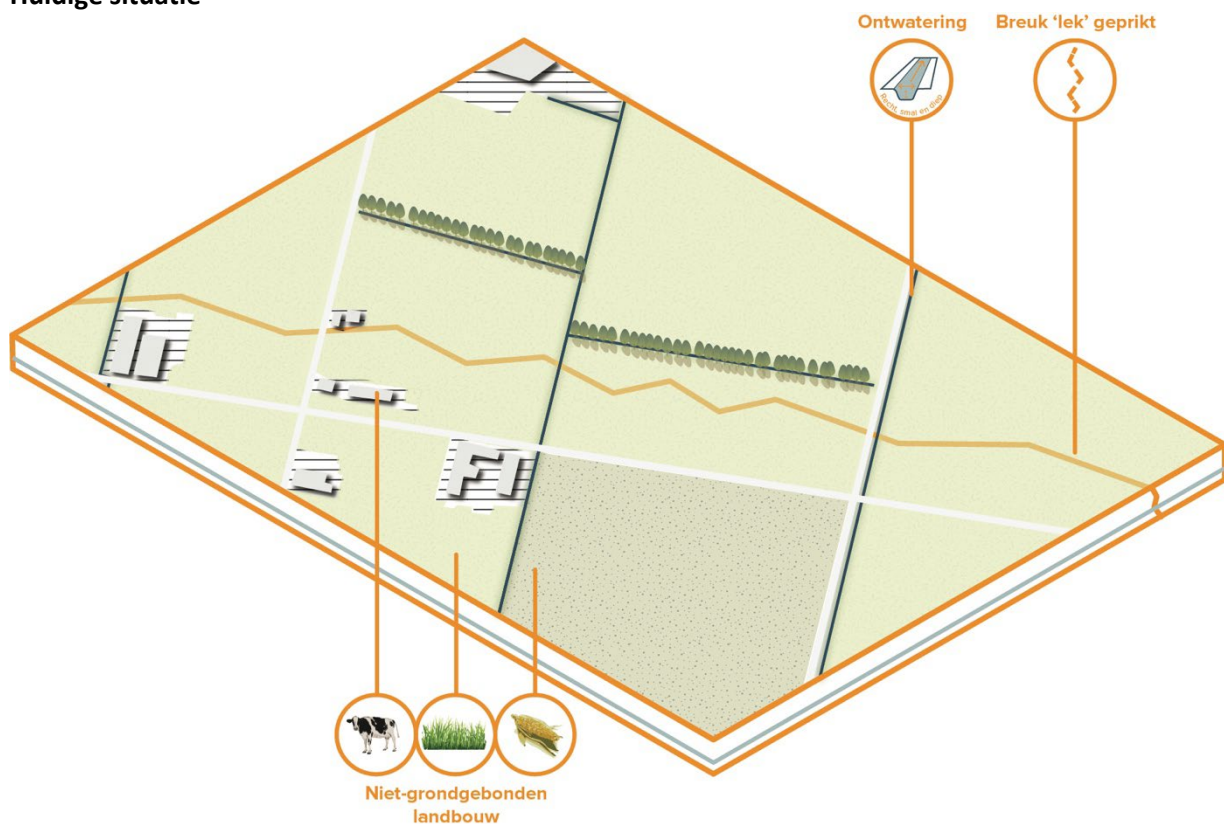
Aangezien het veen uitgebreid kan worden als beschermd natuurgebied, is hier geen ruimte voor bebouwing. Hier zijn andere plekken voor aangewezen. Bebouwing op dit soort plekken sluit niet aan bij het natuurlijk systeem.

Podzolbodem

- **Doel.**

Bodem verbeteren, zodat de verdroging verminderd.

Huidige situatie



- **Bodem en water.**

Op de podzolbodem zijn diverse afwateringssloten te vinden om het veen, dat hier in de afgelopen eeuwen is afgegeven, te ontwateren (Van Der Klooster, 2019). Podzolbodems zijn snel uitgeput en zijn hierdoor niet vruchtbaar (Van Trikt & Ahrens, z.d.-a).

- **Landbouw.**

In de huidige situatie bevinden zich, voornamelijk op de horsten, eentonige en recht verkavelde landbouwpercelen. Er worden vooral grassen en maïs op de percelen geteeld. Daarnaast zijn diverse veehouderijen actief in het gebied (PDOK, z.d.-a).

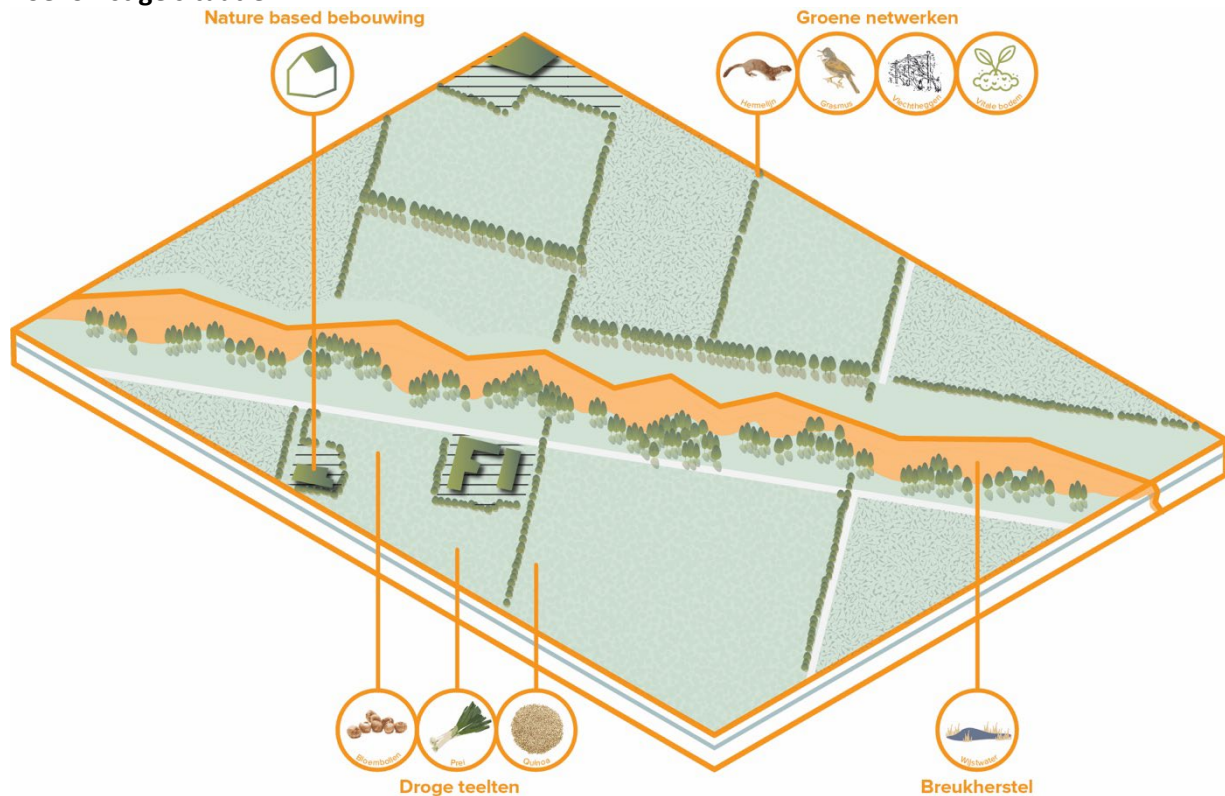
- **Natuur.**

Door de intensieve landbouw op deze gronden is er weinig biodiversiteit te vinden. Er is weinig beschutting aanwezig voor soorten, dit weerhoudt ze ervan om van de ene beschutte plek naar de ander te gaan (De Lijster, 2012; Zembla, 2021).

- **Bebouwing.**

In het gebied bevindt zich bebouwing in de vorm van dorpen, steden en boerderijen (Van Der Klooster, 2019).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**

Door de podzolbodem niet meer voor intensieve landbouw te gebruiken, wordt geen (grond)water meer uit de bodem onttrokken. Dit helpt de verdroging in het gebied tegengaan en stimuleert de breuk om te herstellen. Hiervoor wordt aangeraden om een natuurzone rondom de breuk aan te leggen om de grondwaterstand én het wijst herstel te stimuleren, aangezien podzolbodems ijzerhoudend zijn (De Bakker & Schelling, 1989; Janssen, 2009; Lapperre et al., 2019; Lapperre & Kerkhoff, z.d.; Van Enk, 2016). Hierdoor wordt de waterkwaliteit verbeterd en wordt het organisch stofgehalte gestimuleerd in de bodem door de aanleg van vlechthekken (Radboud Universiteit, z.d.).

- **Landbouw.**

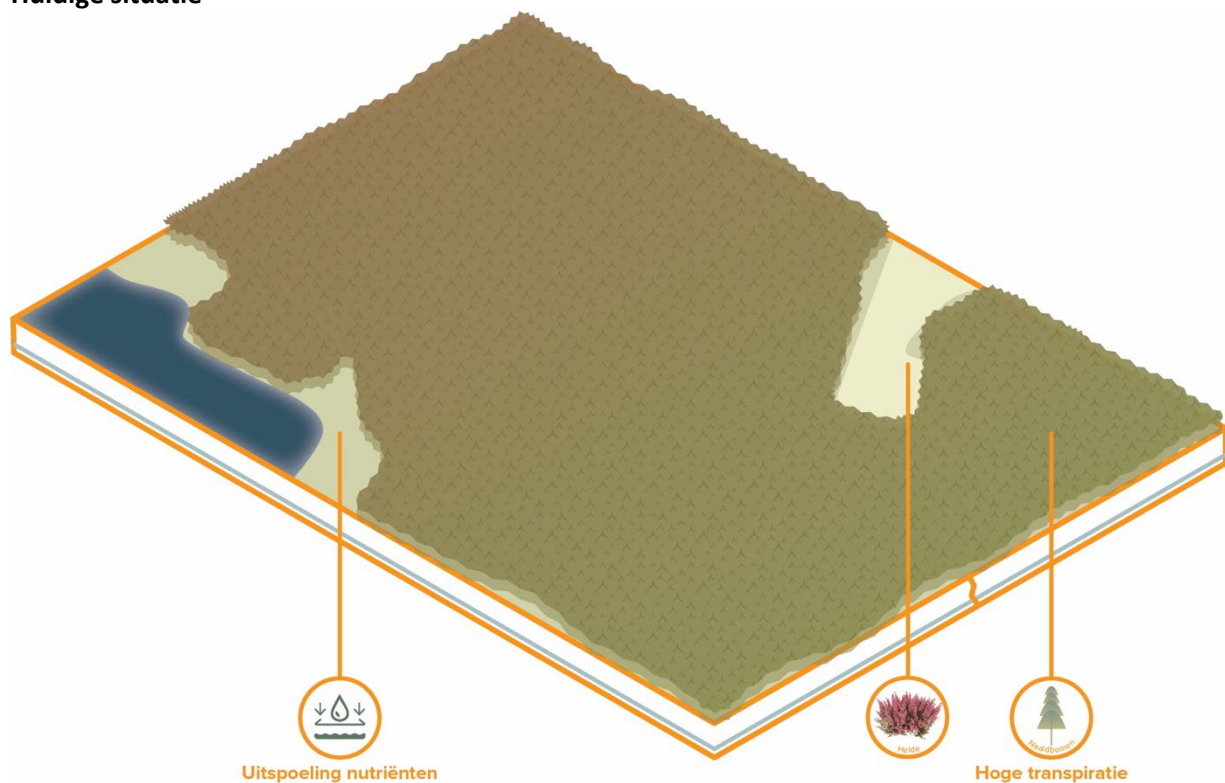
Door natuurinclusieve traditionele landbouw uit te oefenen (Bijlage 3.), in combinatie met droge teelten, wordt er geen tot nauwelijks grondwater onttrokken wat de bodem stimuleert te herstellen. Voor de droge teelten wordt sterk aangeraden om vruchtwisseling per oogst plaats te laten vinden, aangezien de kans op bodemziektes sterk toeneemt bij aanhouden van dezelfde vrucht op de akker. Bij droge teelten worden de gewassen voornamelijk op zandbodems geteeld. Soorten gewassen waarin gevarieerd kan worden op de droge teelten zijn: aardappelen, (bloem)bollen, prei, sorghum of quinoa (bioKennis, 2016; Lagrouw & Munnen, 2022; Van Loon et al., 1993; Wageningen University and Research, 2022). Naast de droge teelten, zijn de podzolbodems ook geschikt om natuurinclusieve veehouderijen op te plaatsen (Rusland-Aardrijkskunde, z.d.).

- **Natuur.**
Door vlechtheggen om de landbouwpercelen aan te leggen wordt het ecosysteem gestimuleerd en gaat de biodiversiteit in het gebied omhoog. Deze heggen trekken verschillende fauna soorten aan als natuurlijke bestrijders kunnen fungeren voor de landbouw (Radboud Universiteit, z.d.). Denk bijvoorbeeld aan lieveheersbeestjes, aaltjes of roofmijten (ECOstyle tuin, 2015). Verder bieden de vlechtheggen ook een geschikt onderdak voor de grauwe klauwier. Deze gedijt goed op oude akker- en weidelandschappen (Vogelbescherming Nederland, z.d.-b; Vroege Vogel, 2019a). De heggen fungeren als routenetwerk voor kleine zoogdieren, zoals de bunzing (Grutters, 2015).
- **Bebouwing.**
De bebouwing op de podzolbodem wordt via de 'nature-based solution' omgevormd, dit stimuleert het ecosysteem op duurzaamheid, veerkrachtig en circulariteit wat als infrastructuur voor de toekomst kan dienen. Denk hierbij aan nestkasten, hotels of groene daken in steden aanleggen (Bijlage 3.; Deltares, z.d.; Gemeente Amsterdam, 2018; IUCN, z.d.; Van Hattum, 2019).

Zandbodem

- **Doel.**
Waterbergend vermogen stimuleren en bodemverbetering om verdroging tegen te gaan.

Huidige situatie



- **Bodem en water.**
Zandbodems zijn kenmerkend door de hoge waterinfiltratiecapaciteit wat er toe leidt dat de nutriënten in de bodem uitspoelen. Daarnaast is er een laag organisch stofgehalte wat zorgt voor het verlies van voedingsstoffen. Hierdoor zijn zandbodems niet vruchtbaar en is er een lage grondwatervoorraad aanwezig. Daarnaast wordt voornamelijk op de (hogere)

zandbodems grondwater onttrokken voor drinkwater (Drinkwaterplatform, 2021; Massop et al., 2005). Daarnaast is er jaarrond sprake van een hoge transpiratie van naaldbossen.

- **Landbouw.**

Er wordt landbouw uitgeoefend op zandbodems. Voor de teelten dient (op onnatuurlijk wijze) organische stof aangevoerd te worden voor productiedoeleinden (Geologie van Nederland, z.d.-f; Goed bodembeheer, z.d.).

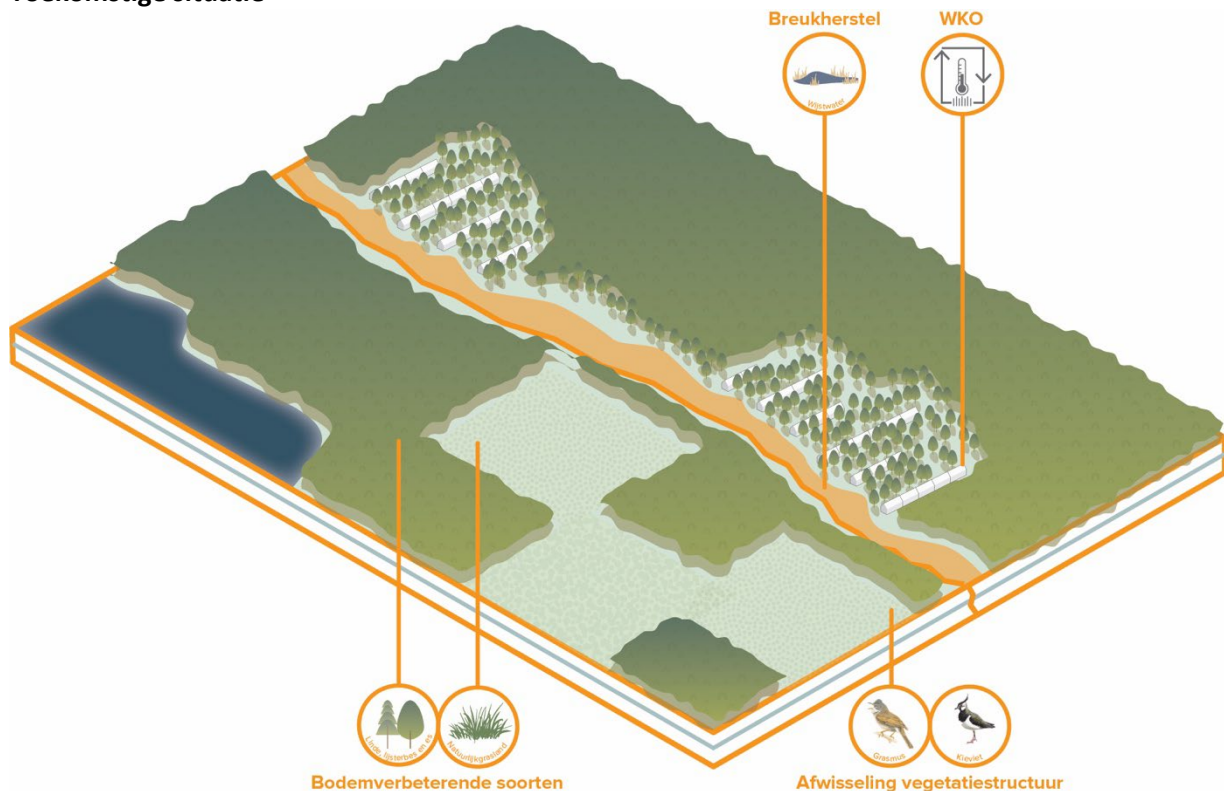
- **Natuur.**

Diverse zandbodems in het gebied zijn Natura 2000-netwerkgebieden en worden onder andere voor productiedoeleinden gebruikt (Natura2000, z.d.-g). Hierdoor zijn er voornamelijk naaldbossen aanwezig, aangezien deze boomsoorten ondiep wortelen, weinig water nodig hebben en in extreme omstandigheden kunnen overleven (Hoeve, 2021). Dit geldt ook voor de heidegebieden op de zandbodems (Geologie van Nederland, z.d.-a).

- **Bebouwing.**

Er bevindt zich weinig tot geen bebouwing op de zandbodems. Een oorzaak hiervan is dat de bodem te droog is en niet als 'stevige' basis dient voor bebouwing (Geologie van Nederland, z.d.-f; Goed bodembeheer, z.d.).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**

Het doel voor het gehele gebied is om het gebied te vernatten. Hierdoor stijgt de grondwaterstand en sluit dit aan op het natuurlijk systeem. Hierdoor wordt ook het organisch stofgehalte in de bodem gestimuleerd wat door het landgebruik benut kan worden door pionierssoorten (Elzermans, z.d.; NutriNorm, z.d.).

- **Landbouw.**

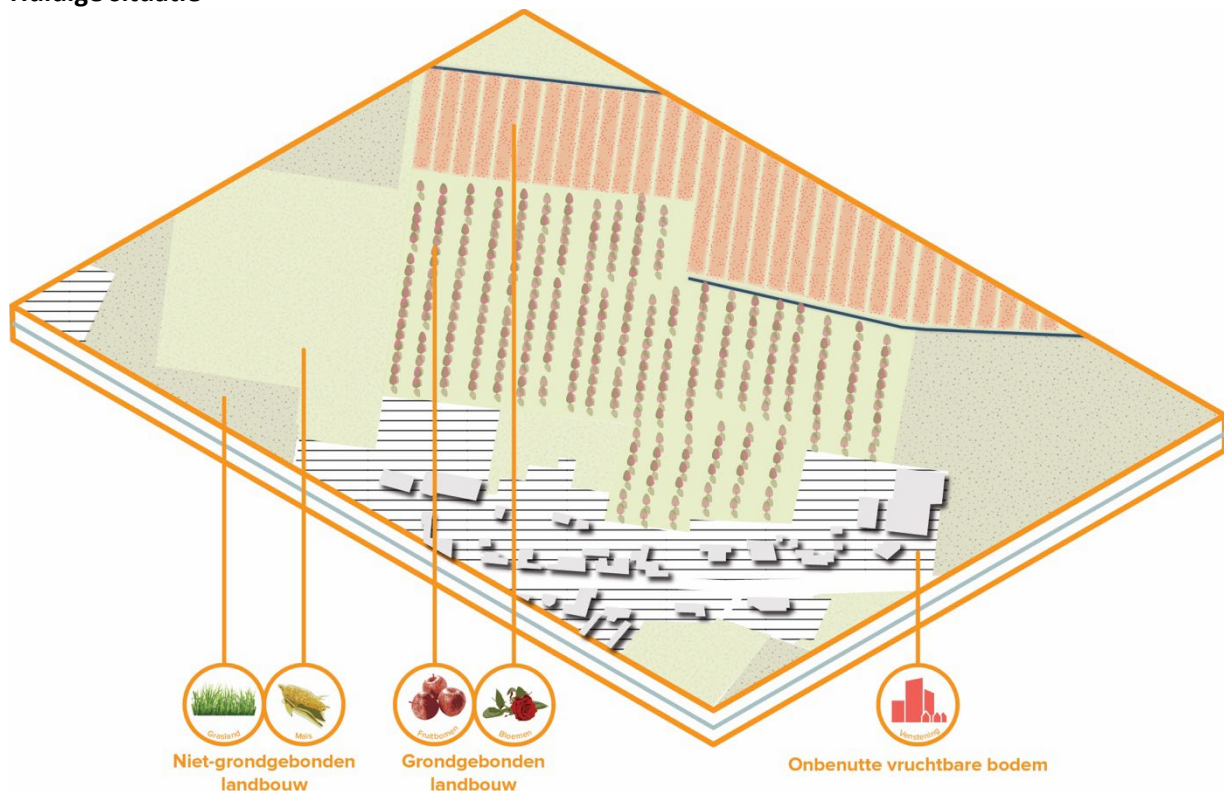
Het wordt niet aangeraden om landbouw op zandbodems uit te oefenen, aangezien bij de teelten (op onnatuurlijke wijze) organisch stof toegediend dient te worden. Er is een mogelijkheid om extensieve veehouderij te bedrijven, wanneer (vruchtbare) graslanden gecreëerd worden (Geologie van Nederland, z.d.-f; Goed bodembeheer, z.d.).

- **Natuur.**
Door naaldbossen om te vormen naar andere vegetatiestructuren, zoals essen, lijsterbes, lindes of graslanden, stimuleert dit niet alleen een biodivers bodemleven maar trekt het ook verschillende flora en fauna soorten aan (Thomassen et al., 2020). Door kruidenrijke graslanden te creëren kunnen er niet alleen grote grazers in het gebied vrij gelaten worden, maar biedt het ook een geschikte habitat voor (weide- of zang-)vogels, zoals de grasmus en kievit (ARK Natuurontwikkeling, 2019; Kopse Agrarische Natuurvereniging, 2017; Vogelbescherming Nederland, z.d.-a).
- **Bebouwing.**
Doordat langs de breuklijn de zandbodem meer mengt met water wordt de bodem versterkt. Op deze manier kan de zandbodem fungeren als geschikt bouwland voor ecological engineering (Na & Yoo, 2022), zoals (natuur)lintbebouwing. Door lintbebouwing te creëren, die voorzien zijn van Warmte Koude Opslag-systemen (WKO; Bijlage 3.), heeft dit een positief effect op het klimaat en wordt de emissie-uitstoot verlaagd (Aan het IJ, 2021; EQUANS Nederland, 2019; Kuijpers, 2017). Zo worden de woningen langs de breuklijn voorzien van warmte of koude energie en blijft het wistwater op de optimale temperatuur.

Enkeerdbodern

- **Doel.**
Bodemkwaliteiten benutten en stimuleren om het waterbergend vermogen te vergroten, om de verdroging te verminderen.

Huidige situatie



- **Bodem en water.**
De enkeerdbodern zijn nutriëntrijk en daardoor vruchtbaar. De humuslaag werkt als een spons om water op te nemen en vast te houden. Echter liggen er ook meerdere

enkeerdgronden onder het stedelijk gebied, deze worden dus niet efficiënt benut (Goed bodembeheer, z.d.; Sonneveld & Jongmans, 2010).

- **Landbouw.**

Op de enkeerdgronden in het buitengebied vindt voornamelijk landbouw plaats, in de vorm van droge teelten en veehouderij. De bodems worden op sommige plekken al benut door de teelten van (fruit)gaarden en de teelten van (bloem)bollen. Echter is er in de huidige situatie ook veel maïs en grasland te vinden. Dit dient voornamelijk als veevoer (Koopman, 2007).

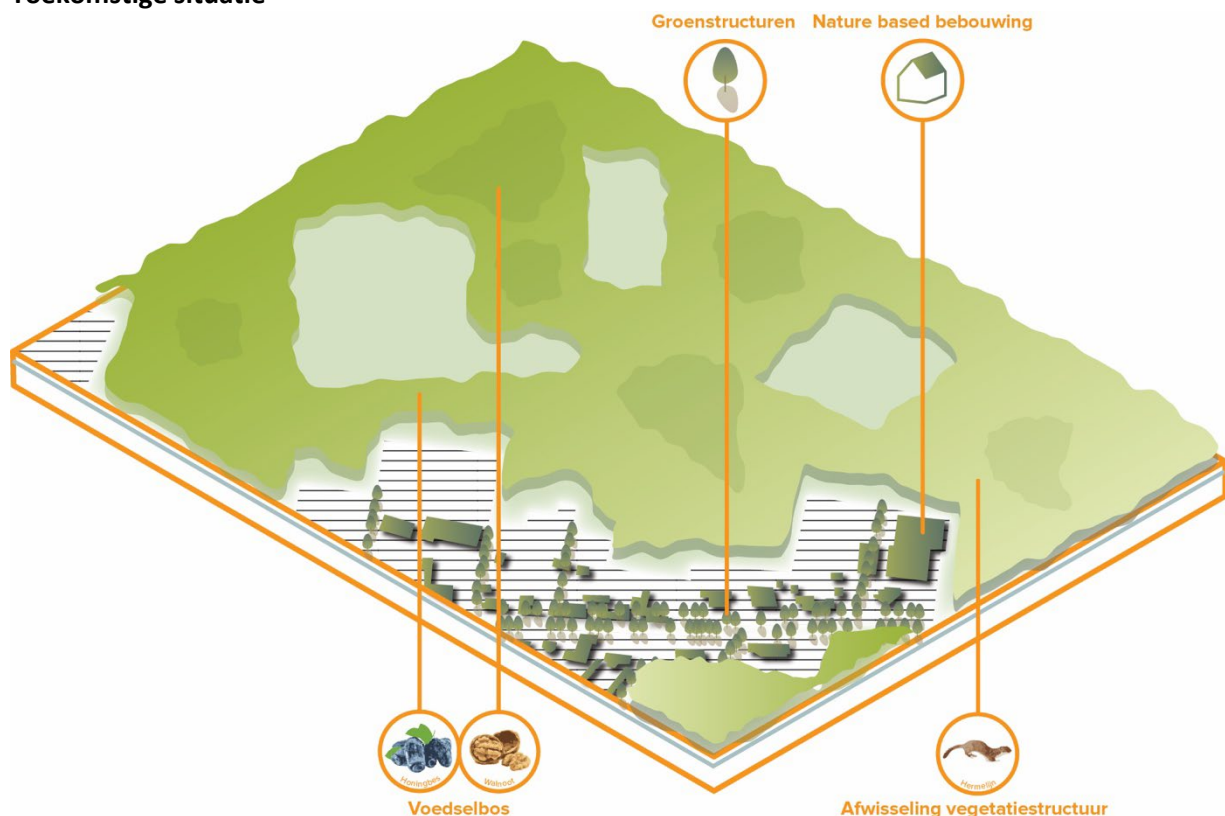
- **Natuur.**

Het ecosysteem wordt op dit moment niet optimaal benut. De landbouw die in de huidige situatie uitgeoefend wordt, staat los van het natuurlijk systeem. Dit houdt in dat de biodiversiteit én de ecologische kwaliteiten, zoals waterhuishouding en nutriëntverrijking in de bodem, niet gestimuleerd worden. Daarnaast kan een deel van de bodem niet optimaal benut worden door bebouwing. Bij deze bebouwing zijn te weinig natuurlijke structuren aangebracht die, net zoals bij landbouw, niet de biodiversiteit én ecologische kwaliteiten stimuleren (Goed bodembeheer, z.d.)

- **Bebouwing.**

Op de enkeerdgronden bevindt zich bebouwing. De plaatsing van de bebouwing is niet optimaal, aangezien de bodem in de huidige situatie niet benut wordt. Daarnaast is er geen tot weinig rekening gehouden op deze plekken met het natuurlijk systeem (Schorn, 2016).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**

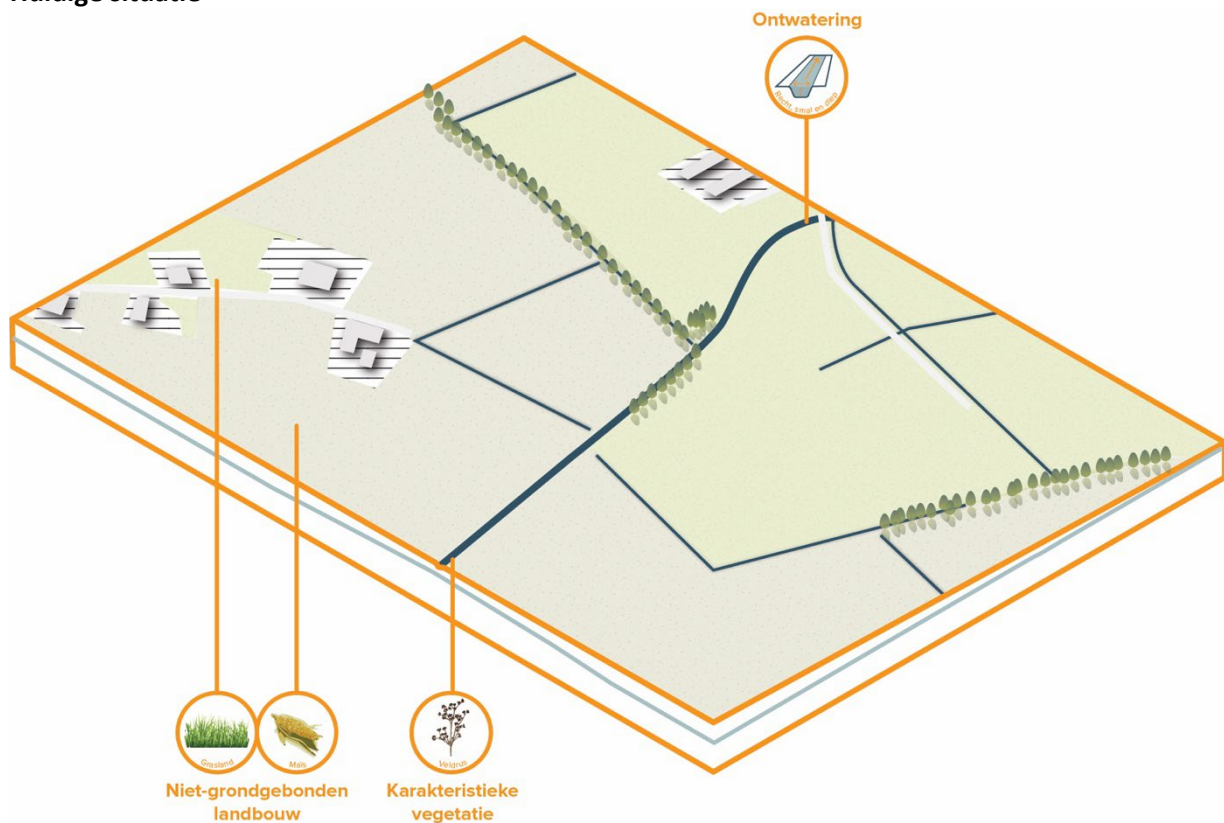
Het organisch materiaal in de bodem kan toenemen door de vele soorten bomen en struiken die worden aangeplant. Daarbij trekken ze allemaal andere schimmels en bacteriën aan die ervoor zorgen dat er een humusrijke bodem ontstaat. Deze humusrijke bodem is geschikt om water langzamer de grond in te laten trekken. Het werkt als een spons om de waterbergingscapaciteit in het gebied te stimuleren (Hennekens et al., 2020; Tuinen, 2016).

- **Landbouw.**
Voor de landbouw bieden voedselbossen een nieuwe manier om de soortenvariatie uit te breiden. Door voedselbossen aan te leggen, wordt het natuurlijk systeem optimaal benut. Hierdoor wordt het ecosysteem veerkrachtiger en kan het als voedselproductie doeleinde gebruikt worden (Bijlage 3.; Voedsel uit het Bos, 2021; Voedselbos, z.d.).
- **Natuur.**
Enkeerdgronden hebben een biodivers bodemleven, wat verschillende flora en fauna soorten stimuleert. Hierdoor is een voedselbos plaatsen op enkelegronden bevorderlijk voor de ecologische waarden in het gebied en biedt het de mogelijkheid om het ecosysteem veerkrachtiger te maken (Bijlage 3.; Voedsel uit het Bos, 2021; Voedselbos, z.d.). Door gebruikt te maken van verschillende struwelen en boomsoorten, zoals walnotenboom en honingbes (Voedselbos, z.d.; Voedselbos Emmeloord, z.d.-a, z.d.-b), worden verschillende (zang)vogelsoorten aangetrokken. Denk hierbij aan mezen en spechten. Deze vogels dragen bij aan het verbeteren van de natuurwaarden in het gebied (Van Zoelen, 2020). Ook profiteert een zoogdier van voedselbos en dat is de hermelijn (Zoogdierverseniging, z.d.-c).
- **Bebouwing.**
Enkeerdgronden kunnen in de steden gebruikt worden om groenstructuren op te plaatsen. Hierdoor infiltreert meer water in de bodem in plaats van afvoer van water via het riool. Dit helpt tegen verdroging (Sonneveld & Jongmans, 2010). Ook gaat dit hittestress tegen en zorgt het voor meer waterberging in de bodem (GroenBlauwe Netwerken, z.d.). Het planten van meer groen in de stad zorgt dus voor het verbeteren van de ecologische kwaliteiten, zoals de luchtkwaliteit, waterbergend vermogen én draagt bij aan een verbetering van de biodiversiteit in de stad (WUR, 2019). Een systeem dat gehanteerd kan worden voor de bebouwing is 'nature-based solution' (Bijlage 3.). Dit stimuleert het ecosysteem op duurzaamheid, veerkrachtig en circulariteit wat als infrastructuur voor de toekomst kan dienen. Denk hierbij aan nestkasten, hotels of groene daken in steden aanleggen (Deltares, z.d.; Gemeente Amsterdam, 2018; IUCN, z.d.; Van Hattum, 2019).

Leembodem

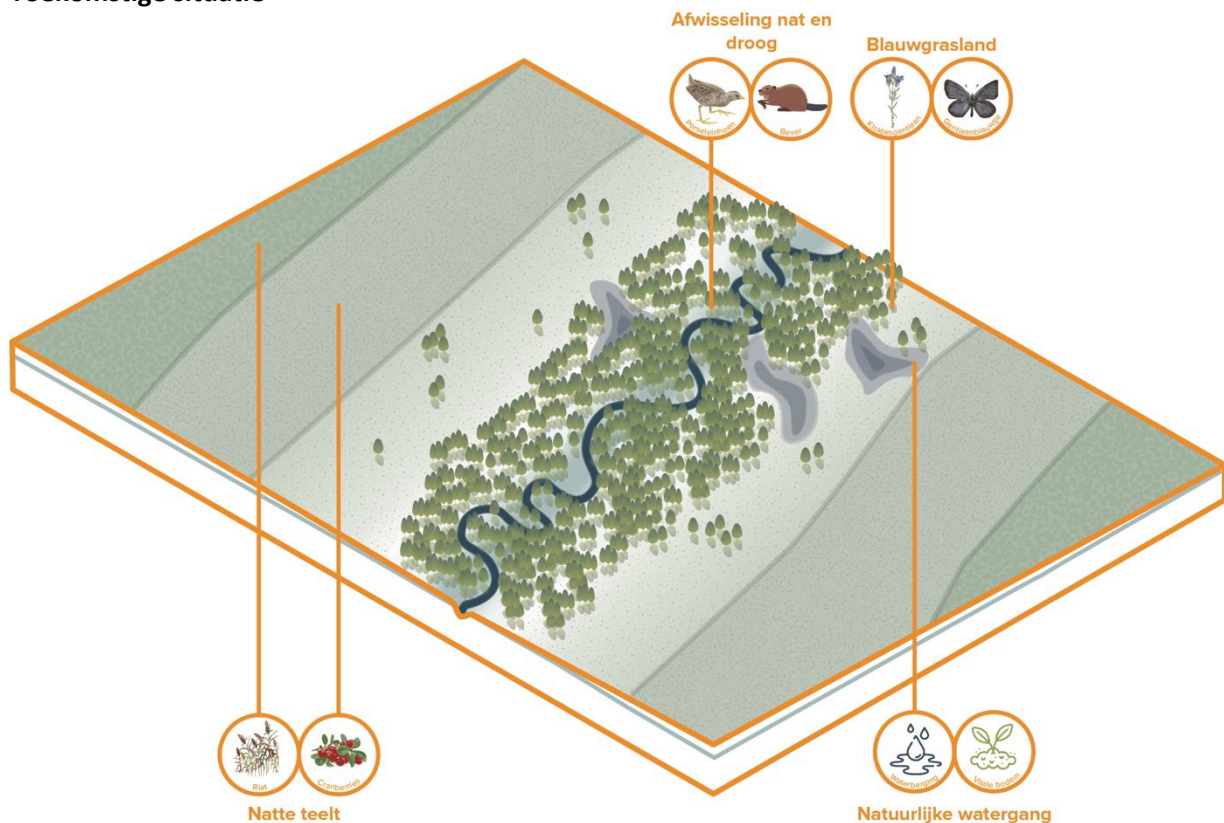
- **Doel.**
Het waterbergend en watervasthoudend vermogen van de bodem benutten, om de verdroging tegen te gaan.

Huidige situatie



- **Bodem en water.**
Leembodem heeft een minder sterke waterinfiltratiecapaciteit in vergelijking met andere bodemtypen. Dit komt door de humushoudende bovenlaag en de eigenschappen van de korrelgrootte (Goed bodembeheer, z.d.). Hierdoor blijft het water (langer) staan in het gebied. Daarbij wordt water in beekdalen snel afgevoerd door gekanaliseerde watergangen. Een gevolg hiervan is dat het gebied verdroogd (Esri, 2022; Klimateffectatlas, z.d.; Rijksoverheid, 2003).
- **Landbouw.**
In gebieden waar leem aanwezig is vindt voornamelijk landbouw plaats, aangezien de bodem lemig en rijk aan organisch stof is én de grondwaterstand vrij hoog is. Niet alleen langs de beken bevindt zich landbouw, maar ook verder van de beek af, in de leemrijke gebieden, wordt landbouw bedreven (STOWA, 2020; Van Duinhoven et al., 2016).
- **Natuur.**
In de beekdalen zijn graslanden te vinden. Deze gedijen goed op de natte of moerassige bodems (Van Duinhoven et al., 2016). Een plant die goed gedijt in dit landschap is de veldrus (Stichting Renkums Beekdal, z.d.). De huidige beekdalen zijn sterk onder invloed van menselijke invloeden. Hierdoor hebben beken weinig ruimte om zich op een natuurlijke wijze uit te breiden (Grootjans et al., z.d.).
- **Bebouwing.**
Er bevindt zich weinig tot geen bebouwing op de leembodems. Een oorzaak hiervan is dat het een nat gebied is en de bodem rijk aan organisch stof is, waardoor het gunstige omstandigheden bevat om landbouw op te bedrijven (Goed bodembeheer, z.d.).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**
Door broekbossen aan te leggen op de leembodems stimuleert dit het watervasthoudend en waterbergend vermogen. Verder heeft broekbos het effect dat organisch stofgehalte en de grondwaterstand gestimuleerd worden (Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.-b). Hierdoor zijn deze gebieden geschikt om te gebruiken als waterbergingsgebied(en). Dit sluit aan op de uitgangspunten van het natuurlijk systeem, aangezien de eigenschappen van de bodem benut worden. Daarnaast wordt de verdroging in het gebied tegengegaan, doordat het water opgeslagen wordt en gebruikt kan worden in natte periodes (Waterschap De Dommel, 2021).
- **Landbouw.**
Wanneer de leembodems rondom de beekdalen in 2050 als waterberging benut worden, biedt dit kansen voor natte teelten. De bodem is namelijk lemig en rijk aan organisch stof, wat betekent dat het nutriëntrijk is en nutriënten en water langer vasthoudt (De Tuin op Tafel, 2016). Vormen van natte teelten die plaats kunnen vinden zijn de teelten van cranberries of riet (Bestman et al., z.d.; bioKennis bericht, 2007; CAH Dronen, 2008; Landbouw met natuur, z.d.; The Cranberry Company, z.d.; Wetland, z.d.).
- **Natuur.**
In het beekdalgebied worden broekbossen, habitattypen Alluviale bossen met Zwarte els en Gewone es (H91E0), aangelegd afwisselend met graslanden én rietlandschap. Broekbossen hebben een positief effect op het waterbergend vermogen én leggen CO₂ vast in het ecosysteem (Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.-a). In deze broekbossen kunnen soorten voorkomen, die kunnen bijdragen aan een betere afwatering of een langer waterberging vermogen. Een faunasoort die dit doet, is de bever. De bever legt namelijk (natuurlijke) dammen aan in het gebied wat het waterbergend vermogen bevordert (Van Balen et al., 2022; Zoogdiervereeniging, z.d.-a).
Door graslanden aan te leggen, kan ook habitattypen Blauwgraslanden (H6410) ontstaan.

Door blauwgraslanden aan te leggen wordt de mogelijkheid geboden voor beschermde (uitstervende) soorten te (her)introduceren waardoor het ecosysteem hersteld kan worden. Een flora soort die hier voorkomt is het klokjesgentiaan, die als waardplant dient voor het gentiaanblauwtje. Beide staan ze op de rode lijst en worden intensief beschermd (Europese Gemeenschap, 1992; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-b). Naast graslanden, kan ook door het moerassige, nattige landschap een rietlandschap ontstaan. Dit kan gebruikt worden voor de (natte)teelten, maar biedt ook een perfect foerageren- en voortplantingsgebied voor de porseleinhoen (Ecopedia, z.d.-b; Vogelbescherming Nederland, z.d.-c).

- **Bebouwing.**

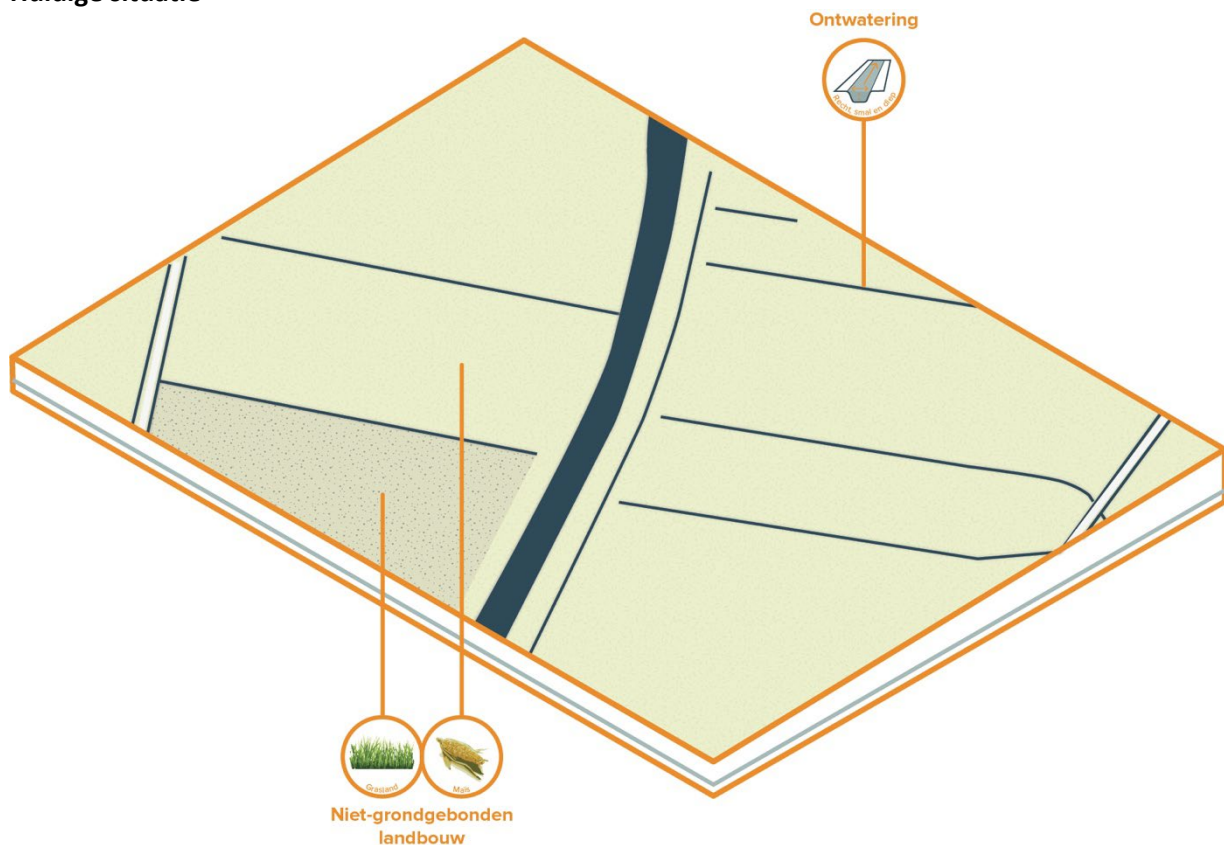
Er bevindt zich geen bebouwing in de beekdalen, omdat het gebied te nat is voor huizenbouw en de bodem efficiënter benut kan worden door er landbouw op te bedrijven en het natuurlijk systeem te stimuleren.

Rivierkleibodem

- **Doel.**

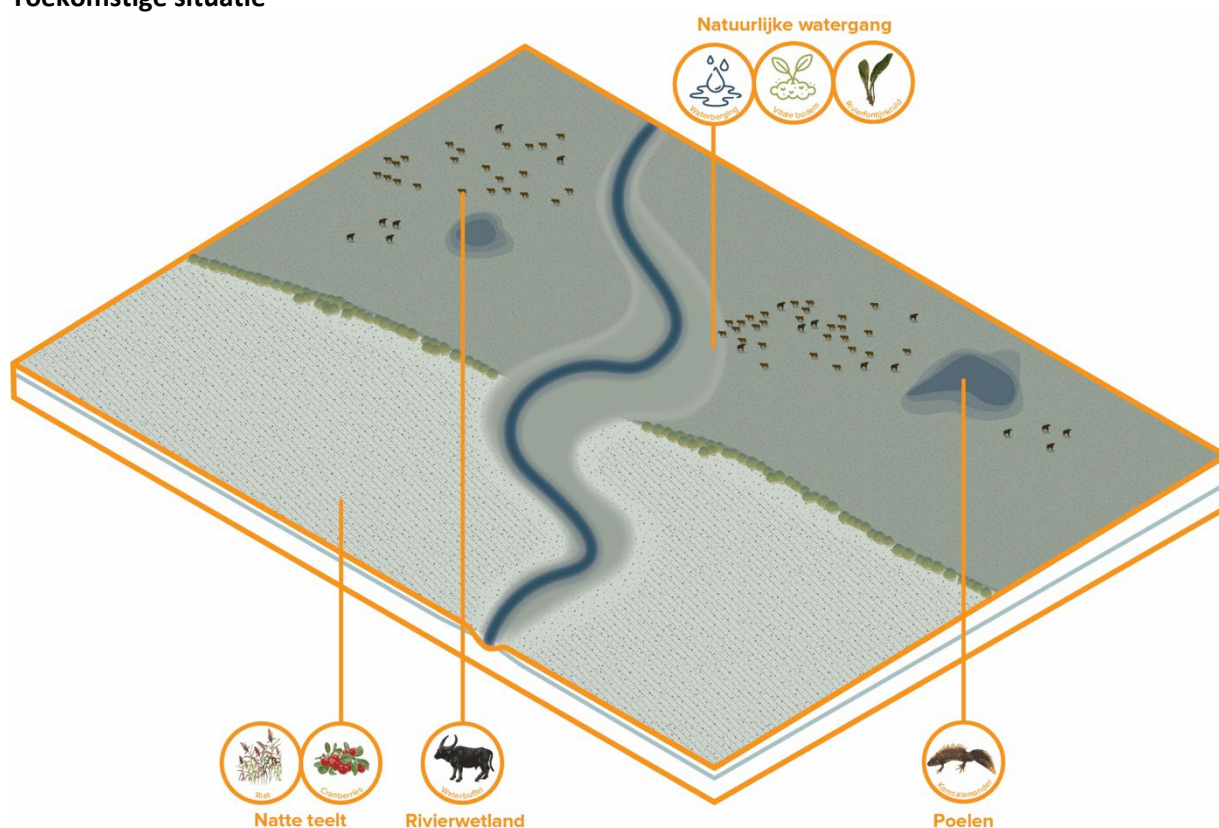
Bodem optimaal benutten (watervasthoudend vermogen en vruchtbaarheid) en het tegengaan van de vermesting van het natuurlijk systeem, om verdroging tegen te gaan.

Huidige situatie



- **Bodem en water.**
De rivierkleibodems houden water lang(er) vast door de kleine korrelgrootte van de bodem. Dit zorgt er mede voor dat de waterinfiltratiecapaciteit van klei lager ligt dan andere bodems (Geologie van Nederland, z.d.-c; Goed bodembeheer, z.d.). Een wetting en verschillende sloten stromen door dit gebied, voordat het water de Maas bereikt, dit leidt tot verdroging van het gebied aangezien op deze manier het water snel afgevoerd wordt (Massop et al., 2005; Soil & Water Assessment Tool, 2012).
- **Landbouw.**
Rivierkleibodems zijn rijk aan nutriënten, wat leidt tot vruchtbare bodems (Massop et al., 2005). Door de natheid komen er voornamelijk grasland voor en biedt het de mogelijkheid om veehouderij hier te bedrijven (Water veehouderij, z.d.). De gewassen die wel geteeld worden, zoals gras of maïs worden vaak voor de veehouderij gebruikt als voer (Wageningen University and Research, z.d.-a).
- **Natuur.**
De biodiversiteit op de kleibodems is laag. Dit komt door de intensieve landbouw die hier uitgeoefend wordt (Water veehouderij, z.d.).
- **Bebouwing.**
Er bevindt zich weinig tot geen bebouwing op de rivierkleibodem(s), omdat het gebied te nat is voor grootschalige bebouwing en de bodem efficiënter benut kan worden door landbouw hierop te bedrijven, aangezien kleibodems nutriëntrijk zijn (Geologie van Nederland, z.d.-c).

Toekomstige situatie



- **Bodem en water.**
In het toekomstbeeld worden de dijken in het noordelijke deel van het Geopark weggehaald, zodat het gebied natter wordt, verdroging tegengegaan wordt en het waterbergend vermogen gestimuleerd wordt. Hierdoor ontstaat er een overstromingsgebied voor de Maas, wat bevorderlijk is voor de nutriënt-toename in de bodem. Hierdoor gaat het organisch stofgehalte in de bodem omhoog (Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.-b; Waterschap De Dommel, 2021).
- **Landbouw.**
Door de dijken in het gebied te verwijderen, biedt dit kansen voor het waterbergend vermogen maar ook voor de loop van de Maas. Door deze maatregel toe te passen kan de bodem optimaal benut worden, aangezien de bodem nutriëntrijk wordt en water langer vasthoudt, kan natte teelten plaatsvinden. Vormen van natte teelten die plaats kunnen vinden zijn de teelten van cranberries of riet (Bestman et al., z.d.; bioKennis bericht, 2007; CAH Dronten, 2008; Landbouw met natuur, z.d.; The Cranberry Company, z.d.; *Wetland*, z.d.). In combinatie met de natte teelten, kunnen waterbuffels in het gebied losgelaten worden. Waterbuffels gedijen goed in natte, moerassige omgevingen en hebben een positief effect op het terugdringen van de CO₂ uitstoot en op de biodiversiteit, dus ook op het ecosysteem (Nieuwe Oogst, 2020). Kleibodems liggen ook op wat hogere, droge oeverwallen waardoor het juist bevorderlijk is om droger/natte teelten plaats te laten vinden. Een geschikte vorm van deze teelten zijn de teelten van fruitbomen, met gras als ondergroei. Dit biedt ook weer meer kansen om grote grazers, zoals de waterbuffels, in het gebied te laten foerageren. Dit stimuleert dan niet alleen de biodiversiteit maar het gehele ecosysteem (Koopman, 2007; Massop et al., 2005; Weterhof, 2017).
- **Natuur.**
Door het verwijderen van de dijken, ontstaan kansen voor de beken en de Maas. Ze hebben namelijk de mogelijkheid om te gaan (her)meanderen. Dit zorgt ervoor dat het

overstromingsgebied uitbreidt en zijn natuurlijke watergang terugkrijgt. Dit stimuleert de ecologische kwaliteit in het gebied (Biodiversiteitstresstest, z.d.).

Door de nutriënt-toename in de bodem, worden er kansen gecreëerd om de biodiversiteit toe te laten nemen in het gebied. Een plant die goed gedijt op deze voedselrijke en organisch stofgehalte houdend bodem én beschermt wordt (Europese Gemeenschap, 1992; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-b) is het rivierfonteinkruid (FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten, 2022b). Naast flora, biedt het natte moerassige gebied ook kansen voor de verslechterende populatie kamsalamanders in Nederland. Er ontstaan namelijk poelen, door de verhoging van de grondwaterstand, waarin de kamsalamander zich kan voorplanten en foerageren (RAVON, z.d.-a; RAVON Verspreidingsatlas Amfibieën, 2022).

- **Bebouwing.**

Er bevindt zich geen bebouwing op de kleibodem(s), omdat het gebied te nat is voor huizenbouw en de bodem efficiënter benut kan worden door landbouw op te bedrijven en het natuursysteem te stimuleren.

5.2.4. Beleid neemt het bodem en water systeem als leidend principe.

Wanneer het natuurlijk systeem leidend gaat worden voor de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen worden er ingespeeld op verschillende beleidsdoelstellingen:

- **Grondwaterconvenant.**

Het Grondwaterconvenant is een overeenkomst tussen dertien partijen, waaronder de Provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas. Het doel van deze overeenkomst is het in balans brengen van de grondwatervoorraad (Brabantse Delta, 2021). Hiervoor moet er meer water vastgehouden en aangevoerd worden om uiteindelijk meer te infiltreren, minder grondwater gebruikt inclusief verdampt worden en ruimtelijke aspecten zo inrichten dat negatieve gevolgen voor de grondwatervoorraad beperkt worden (Brabantse Delta, 2021). In de visiekaart wordt er ingespeeld op het doel van het Grondwaterconvenant aangezien er wordt ingespeeld op het herstellen van de breuken om de grondwatervoorraad op peil te krijgen.

- **EU-Biodiversiteitsstrategie.**

In de EU-biodiversiteitstrategie staat een visie voor 2050 benoemd, namelijk dat de biodiversiteit van de Europese Unie en de ecosysteemdiensten die daardoor worden geleverd worden beschermd, gewaardeerd en hersteld. Om de bijdrage van biodiversiteit voor de mens en de economische welvaart optimaal te benutten. Biodiversiteitsverlies moet dus worden gereduceerd en de belangrijkste factoren die de ecosystemen onder druk zetten moeten worden tegengehouden (Europese Commissie, 2011). In de visiekaart worden mogelijke oplossingen gepresenteerd die bijdrage aan het uitbreiden van bepaalde diersoorten die bedreigd zijn met uitsterven. De EU-Biodiversiteitstrategie wordt nagestreefd in de visiekaart.

- **Natura 2000-netwerkgebieden.**

In de doelen van het beleid voor Natura 2000-netwerkgebieden zijn het behoud van de bestaande gebieden, uitbreiding van de omvang en de verbetering van de kwaliteit (LNV, 2006). In de visiekaart worden Natura 2000-netwerkgebieden uitgebreid, bijvoorbeeld de veengebieden. Daarnaast worden in de visiekaart verschillende gebieden verbeterd om bepaalde bijna uitgestorven soorten te voorzien van een plek om te kunnen overleven.

- **Bossenstrategie.**

De gezondheid van de Nederlandse bossen staat onder druk. Samen met stakeholders heeft de Provincie Noord-Brabant de Brabantse bossenstrategie ontwikkeld. Daarbij streeft de Provincie Noord-Brabant naar gerichte klimaatmitigatie, duurzame houtproductie, koolstofopvang en verbetering van de biodiversiteit (Provincie Noord-Brabant, 2020). Het areaal aan bos in moet vergroot worden, de kwaliteit verbeterd en de afzet verduurzaamd

worden. Hierbij kan bosproductie ook gezien worden als een duurzame grondstof, bijvoorbeeld door het ontwikkelen van voedselbossen (Provincie Noord-Brabant, 2020). Er worden kansen gezocht voor combinaties met provinciale opgaven, zoals duurzame energie, wonen, verdroging en klimaat (Provincie Noord-Brabant, 2020). Deze Brabantse bossenstrategie sluit aan op de Nederlandse bossenstrategie en de EU-Bossenstrategie (Provincie Noord-Brabant, 2020). Ook de Provincie Limburg heeft dezelfde visie als de Brabantse bossenstrategie in de vorm van programma Bossen Limburg (Provincie Limburg, z.d.-b). In de visiekaart worden verschillende mogelijke oplossingen gepresenteerd die bijdragen aan het uitbreiden van het areaal aan bos in Noord-Brabant en Limburg, bijvoorbeeld door middel van het aanleggen van voedselbossen.

- **Kaderrichtlijn Water.**

De waterkwaliteit in Nederland verbetert, maar de doelstellingen van 2027 worden naar verwachting niet gehaald door bijvoorbeeld chemicaliën in het water. Het doel van de Kaderrichtlijn Water is de kwaliteit van het watersysteem te verbeteren, zowel grondwater als oppervlaktewater. Het moet duurzaam watergebruik bevorderen, vervuiling van waterlichamen verminderen en de effecten van overstromingen en droogte beperken. Er worden eisen gesteld aan de chemische en ecologische kwaliteit van het water. Dit verschilt per waterlichaam, aangezien de ecologische doelen niet voor elke waterlichaam hetzelfde zijn (Rijksoverheid, 2014). Door de watergangen te hermeanderen en trapsgewijs af te laten voeren blijft het water langer in het gebied aanwezig, waardoor nutriënten naar de bodem zakken en de waterkwaliteit verbeterd (WUR, 2012).

- **Regionaal Water en Bodemprogramma.**

Het streefdoel van dit programma is schoon, veilig en voldoende water en een gezonde bodem. In 2050 moet er een klimaatrobuust water- en bodemsysteem in Brabant zijn. Dit programma heeft het Europese Kaderrichtlijn Water als uitgangspunt. In 2027 moet de grondwatervoorraad weer in balans zijn en de hydrologische randvoorwaarden voor de natuur in orde zijn (MER, 2021). Ook heeft de Provincie Limburg een actieprogramma genaamd Bodem en Ondergrond, waar in gespeeld wordt op het bodemsysteem (Provincie Limburg, 2022). In de visiekaart wordt gestreefd naar het herstellen van het natuurlijk systeem, waardoor de breuken gereactiveerd worden en de grondwatervoorraad weer gaat toenemen.

- **Wet Stikstofreductie en Natuurverbetering.**

De doelstelling van het programma Stikstofreductie en Natuurverbetering is driekwart van de stikstofgevoelige Natura 2000-netwerkgebieden op een gezond stikstofniveau en 50 % minder stikstofuitstoot in 2030. De definitieve stikstofreductiedoelen en maatregelenpakket worden in 2023 vastgelegd in de provinciale gebiedsplannen. Door het veengebied te herstellen en uit te breiden wordt er meer koolstof opgeslagen in de bodem. Daarnaast wordt door het omvormen van intensieve veehouderij naar landbouw dat aansluit op het natuurlijk systeem minder stikstof uitgestoten (Ministerie van Landbouw, 2019).

- **Beleidskader landbouw en voedsel.**

In 2030 moet Noord-Brabant de meest duurzame landbouw en voedselproductie in Europa hebben, waarbij er emissieloze landbouw plaatsvindt. De landbouw draagt dan bij aan de Brabantse doelen van bodem- en waterkwaliteit, biodiversiteit en natuur. In de visiekaart wordt hierop ingespeeld door de landbouw aan te laten sluiten op het natuurlijk systeem, zoals natte of droge teelten, waardoor er geen bestrijdingsmiddelen in het bodem- en watersysteem terecht komen en de landbouw minder tot niet meer afhankelijk is van kunstmest (Provincie Noord-Brabant, 2022a).

- **Agenda Wonen.**

Er moet een aantrekkelijk leef-, woon- en vestigingsklimaat zijn in Noord-Brabant. Er staat nog wel een flinke woningbouwopgave. Het accent ligt daarbij op duurzame verstedelijking (Provincie Noord-Brabant, 2022b). Ook in Limburg is er een Limburgs Agenda Woningmarkt

opgesteld om ervoor te zorgen dat er genoeg huizen zijn voor de hoeveelheid mensen in de provincie (Provincie Limburg, z.d.-c). In de visiekaart worden enkeerdgronden bij steden als groenstructuren ingezet, dit heeft een positief effect op het woonklimaat. Daarnaast worden er lintbebouwingen geplaatst bij de breuken die aangesloten worden aan het WKO-systeem. Om zo een duurzame manier van wonen te creëren, omdat de warmte van het wjstwater wordt gebruikt voor het verwarmen van huizen in plaats van gas.

- **Lopende projecten Waterschap Aa en Maas.**

Het waterschap is al bezig met verschillende projecten om het landschap klimaatrobuuster in te richten. Diverse projecten sluiten al aan op het visiebeeld dat geschetst is. Zoals beken te laten hermeanderen (Waterschap Aa en Maas, z.d.-a), ecologische verbindingzones aanleggen (Waterschap Aa en Maas, z.d.-b), grondwaterstand verhogen door het plaatsen van stuwen en gemalen én rondom de veengebieden de sloten dempen en ondieper maken (Waterschap Aa en Maas, z.d.-c). Hierop aansluitend is het advies om watergangen trapsgewijs af te laten lopen.

6. Conclusie

De Omgevingsvisie stelt voor de provincie Noord-Brabant het volgende doel voor 2050: “Noord-Brabant is klimaatbestendig en waterrobuust ingericht” (Provincie Noord-Brabant, 2018b). Op dit onderdeel haakt het onderzoek aan op de Omgevingsvisie. De voornemens, om deze complexe opgave te realiseren, zijn voor de Provincie Noord-Brabant en het Waterschap Aa en Maas hetzelfde: “creëer concrete inspiratiemaatregelen voor 2050 die leiden tot klimaatdialogen, om het Geopark klimaatbestendig en waterrobuust in te richten waarbij het bodem- en watersysteem leidend is”.

De Omgevingsvisie houdt zich bezig met de thema's: de effecten op de samenleving, klimaatslimme verstedelijking, klimaatbestendig beeklandschap, en robuust rivierenlandschap (Provincie Noord-Brabant, 2018b). In dit onderzoek worden de aspecten 'effecten op de samenleving' en 'klimaatslimme verstedelijking' buiten beschouwing gehouden, dit zijn aspecten die gericht zijn op de stad en leefomgeving. In dit onderzoek ligt de focus op het buitengebied (landbouw en natuur) én zijn de belangen niet meegenomen. Wel haken de thema's 'klimaatbestendig beeklandschap' en 'robuust rivierenlandschap' aan op het onderzoek, aangezien deze zich bezighouden met het buitengebied (landbouw en natuur). Verder neemt dit onderzoek de klimaatrobuuste inrichting van het landschap mee, door met voorstellen te komen om de identiteit van het gebied in verschillende landschapstypen en de breuken te herstellen.

De thema's uit de Omgevingsvisie geven de hoofdlijnen van de ruimtelijke ontwikkeling weer. Op sommige vlakken komen de punten uit de Omgevingsvisie overeen met de inspiratiemaatregelen en -voorstellen uit dit onderzoek. De plannen komen overeen bij 'klimaatbestendig beeklandschap', dat stromende, slingerende, ondiepe beken het waterbergend vermogen en nutriënt toevoer stimuleren, dit leidt ertoe dat wijst rondom de breukzones hersteld kan worden (Janssen, 2009; Lapperre & Kerkhoff, z.d.). Dit onderzoek voegt hier een maatregel aan toe door de beken trapsgewijs af te laten lopen, dit stimuleert wijstgroei. Per landschapstype worden in dit onderzoek inspiratiemaatregelen gegeven om het vochtvasthoudend vermogen te stimuleren én het bodem- en watersysteem te verbeteren.

Het thema 'robuust rivierenlandschap' stelt zichzelf het doel om rivier(en) de ruimte te geven en dijken te versterken (Provincie Noord-Brabant, 2018b). De overlap tussen de Omgevingsvisie en dit onderzoek, is dat rivier(en) hun natuurlijke loop terug krijgen. In dit onderzoek wordt gesuggereerd om dijken in het noorden van het plangebied te verwijderen, zodat de rivier het natuurlijk systeem kan volgen. Deze suggestie vormt een mogelijkheid om als maatregel toe te passen bij dit thema.

Naast deze (hoofd)thema's ondersteunt de Omgevingsvisie de ontwikkeling van nieuwe teelten, die duurzame en rendabele landbouw stimuleren (Provincie Noord-Brabant, 2018b). Per landschapstype wordt in dit onderzoek een voorstel gedaan waar natte en waar droge teelten (beide vormen van natuurinclusieve landbouw) plaats kunnen vinden in het plangebied.

Naast de Omgevingsvisie hebben de Provincie Noord-Brabant en het Waterschap Aa en Maas al meerdere projecten in het gebied lopen om het Geopark klimaatbestendig en waterrobuust in te richten. Zo is het waterschap bezig met beken te laten hermeanderen (Waterschap Aa en Maas, z.d.-a), worden er ecologische verbindingzones aangelegd (Waterschap Aa en Maas, z.d.-b), wordt op meerdere plekken de grondwaterstand verhoogd door het plaatsen van stuwen en gemalen én worden rondom de veengebieden sloten gedempt en ondieper gemaakt (Waterschap Aa en Maas, z.d.-c). Deze maatregelen sluiten aan op de oplossingsrichtingen die geschetst worden in de visiekaart en de Omgevingsvisie.

Dit onderzoeksrapport sluit aan op de thema's uit de Omgevingsvisie en levert input aan de klimaatdialogen waar de Omgevingsvisie op aanstuurt (Provincie Noord-Brabant, 2018b). Dit onderzoek draagt meerdere oplossingsrichtingen aan, die aansluiten op het bodem- en watersysteem. Deze oplossingsrichtingen zijn per landschapstype uitgewerkt en zijn weergegeven in de visiekaart. Met als uiteindelijk doel het verborgen landschap en de unieke identiteit van het breukensysteem van Geopark Peelhorst en Maasvallei weer zichtbaar wordt.

7. Discussie

De visiekaart is ontworpen om in te zetten als inspiratiebron voor klimaatdialogen over de toekomst van het Geopark Peelhorst en Maasvallei, waarbij het natuurlijk systeem als leidend principe is gehanteerd voor ruimtelijke ontwikkelingen. De visie geeft mogelijke oplossingen die op hoofdlijnen zijn uitgezocht, waardoor verschillende oplossingen niet direct uitvoerbaar zijn. Er is in eerste instantie geen rekening gehouden met de soms tegenstrijdige belangen in het gebied. Enkel is de vraag gesteld: wat zijn de gevolgen wanneer het natuurlijk systeem als uitgangspunt wordt genomen?

In dit onderzoek is gekozen voor de focus op landbouw, natuur en bebouwing als drie (hoofd)onderwerpen. Bebouwing is hierbij in mindere mate onderzocht, omdat in dit onderzoek vooral de focus ligt op het buitengebied waar landbouw en natuur de meest voorkomende landgebruiksvormen zijn. Een andere insteek voor dit onderzoek had kunnen zijn om de nadruk op bebouwing te leggen waardoor het thema 'klimaatsslimme verstedelijking' van de Omgevingsvisie meer tot zijn recht zou zijn gekomen.

Dit onderzoek haakt in op de Omgevingsvisie, maar had ook met een andere (beleids)visie vergeleken kunnen worden. Bijvoorbeeld de visie van Wageningen University and Research (WUR): "The Netherlands in 2120" (Van Hattum, 2020). De lagenbenadering en schaalniveau van dit onderzoek over het Geopark verschilt met het onderzoek van de WUR. Ondanks de andere onderzoeksmethode zijn de conclusies vergelijkbaar, namelijk dat het bodem- en watersysteem als uitgangspunt genomen moet worden.

De visiekaart en het rapport bieden concrete maatregelen om breuken te herstellen en geven aan op welke plekken natuurlinten aangelegd kunnen worden om breukherstel te bevorderen. Er ontbreekt nog informatie over de duur, het proces en de eventuele grondwaterstijging van en tijdens het breukherstel (R. Lapperre, persoonlijke communicatie, 1 juni 2022).

Daarnaast biedt de visiekaart ook mogelijke oplossingsrichtingen per landschapstype (veen-, podzol-, zand-, enkeerd-, leem- en rivierkleibodem) die op meerdere plekken in het plangebied toegepast kunnen worden (Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.-a). Hierbij is geen onderscheid gemaakt in de subbodems binnen de zes bodemtypen (Esri, 2021). De keuze is gemaakt om zes landschapstypen te onderzoeken, omdat dit de zes meest voorkomende bodemtypen zijn in het plangebied. De keuze kan gemaakt worden om meer of minder landschapstypen te onderzoeken. Deze methodiek kan ook op andere plekken, waar dezelfde bodemtypologieën liggen, toegepast worden.

In het systeemniveau zijn de lokale hoogteverschillen (reliëf) niet verder onderzocht, omdat de landschapstypen alleen gebaseerd zijn op de bodemtypen. Uitzondering is gemaakt voor de leem- en rivierkleibodems waarbij het ontstane reliëf door het insnijden van de beken en rivier(en) invloed heeft op de teelten die op deze bodems plaats kunnen vinden. In de inventarisatie van het gehele Geopark, is de laag 'atmosfeer' ook niet meegenomen. Dit is een belangrijk onderdeel van het Geopark, echter is door de beperkte tijd van het onderzoek voor gekozen om dit onderdeel niet verder uit te werken.

Uit de watergangenkaart in de ruimtelijke analyse kan geconcludeerd worden dat het verschil in reliëf bij het laagste punt (omgeving 's-Hertogenbosch) in vergelijking met het hoogste punt (omgeving Roermond) op regionale schaal niet groot is (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2019). Dit gegeven heeft invloed op de analyse, aangezien deze minder betrouwbaar wordt. Om de betrouwbaarheid te

vergroten is ervoor gekozen om alléén watergangen weer te geven, wanneer 10.000 pixels dit bevestigen (SWAT, z.d.). Een consequentie hiervan is dat de berekening (soms) enkele meters naast de werkelijkheid kan liggen.

Uit de klimaatgevoeligheidsanalyse kan geconcludeerd worden dat de waarden die gegeven zijn aan de lagen 'bodemgebruik', 'bodem' en 'hoogte' verdeeld zijn in andere categorieën. Zo zijn bij 'bodemgebruik' zeven categorieën toegepast en bij 'bodem' en 'hoogte' vijf. Het effect hiervan is dat de laag 'bodemgebruik' zwaarder meeweegt.

De Omgevingsvisie geeft algemene doelen voor 2050, waardoor het ingewikkeld is om het algemene beleidsstuk om te zetten naar data (Scribbr, 2021). Daarom zijn de resultaten van de analyse onderverdeeld van 'meest gevoelig voor verdroging' tot 'meest gevoelig voor wateroverlast'. Hier is rekening gehouden met de temporele wateroverlast die voorkomt bij extreem weer, aangezien de bodemtypen watervasthoudend vermogen bevatten en het bodemgebruik een lage infiltratiesnelheid heeft (Esri, 2021).

8. Aanbevelingen

Om het Geopark Peelhorst en Maasvallei klimaatbestendig en waterrobuust in te richten wordt aanbevolen om het plangebied in te delen in (de) verschillende landschapstypen. Hierdoor kunnen (inspiratie)maatregelen verder worden uitgewerkt, specifiek voor de bodem- en watersystemen binnen deze landschapstypen. Er dient vervolgonderzoek plaats te vinden om de geschetste maatregelen die op de visiekaart benoemd worden concreter te onderbouwen. Aangezien de maatregelen die gegeven worden, niet zonder meer de enige of beste maatregelen zijn. Het vervolgonderzoek kan zich per landschapstype richten op het uitwerken van de maatregelen, die per type zijn voorgesteld. Daarbij kan dan ook het effect van de maatregelen onderzocht worden op de verschillende thema's uit de Omgevingsvisie.

De Provincie Noord-Brabant kan de klimaatgevoeligheidsanalyse uit dit onderzoek meenemen in de vertaling van de Omgevingsvisie naar concrete ruimtelijke ontwikkelingen. De klimaatgevoeligheidsanalyse kan als referentie dienen voor de 'meest gevoelige plekken'. Dit zijn gebieden waarbij urgente maatregelen tegen verdroging genomen moeten worden.

Er wordt aanbevolen om verder onderzoek te doen naar de duur, de kosten en het proces van breukherstel, om daarmee de unieke identiteit van het omgekeerd landschap terug te brengen en de verdroging in het gebied tegen te gaan. Specifiek kan worden onderzocht of het herstellen van de breuk versneld kan worden (sneller dan het natuurlijke herstel) en welke maatregelen hiervoor nodig zijn.

Voor de organisatie Geopark Peelhorst en Maasvallei wordt een sterke samenwerking met NOVI de Peel aangeraden om elkaars kennis en financiële middelen te benutten. Verder kan er een verdiepingsslag gemaakt worden naar de verdienmodellen in de landbouwsector en naar subsidies om natuurinclusieve landbouw te stimuleren. Ook kan bij de uitwerking van andere beleidslijnen, zoals de Bossenstrategie, de EU-biodiversiteitsstrategie en het Kaderrichtlijn Water (Europese Commissie, 2011; Provincie Noord-Brabant, 2020; Rijksoverheid, 2014) gebruik worden gemaakt van de voorstellen uit dit onderzoek.

In vergelijking met de Omgevingsvisie wordt aanbevolen om andere thema's zoals 'effecten op de samenleving' en 'klimaatsslimme verstedelijking' te integreren in het (vervolg)onderzoek om een representatiever en completer beeld te schetsen van het Geopark. Waar in dit onderzoek alleen het buitengebied onderzocht is, kan in vervolgonderzoek ook het stedelijk gebied onderzocht worden. Vervolgonderzoek kan zich bijvoorbeeld richten op de locaties waar bebouwing het beste aansluit op het natuurlijk systeem.

Naast bovenstaande aanbevelingen voor vervolgonderzoeken, zijn er korte – en lange termijn (inspiratie)maatregelen opgesteld. De maatregelen op korte termijn kunnen binnen nu en tien jaar uitgevoerd worden. De maatregelen op lange termijn duren langer om tot stand te komen, maar kunnen voor 2050 gerealiseerd worden. De termijnen zijn bedoeld om overzicht en duidelijkheid te creëren over de duur van het proces. Hiervan is een opsomming gemaakt, met als doel om richting te geven aan de eerste stappen die uitgevoerd kunnen worden.

Mogelijke korte termijn maatregelen zijn:

- Het herstellen van de breuk door breukzones positiever te beïnvloeden, door geen menselijke activiteiten hier uit te voeren, bijvoorbeeld (intensieve) landbouw. Daarnaast kunnen de

breuken in de toekomst gereactiveerd worden, door beken trapsgewijs, ondieper en breder te maken waardoor het oxidatieproces gestimuleerd wordt;

- Natuurinclusieve landbouw kan gestimuleerd worden door deze geleidelijk meer te laten aansluiten op het bodemtype, bijvoorbeeld door de podzolbodems voor droge teelten te benutten (bioKennis, 2016; Lagrouw & Munnen, 2022; Van Loon et al., 1993; Wageningen University and Research, 2022) en de rivierkleibodems voor natte teelten (Bestman et al., z.d.; bioKennis bericht, 2007; CAH Dronten, 2008; Landbouw met natuur, z.d.; The Cranberry Company, z.d.; *Wetland*, z.d.);
- Het introduceren van grote grazers in (de) natte gebieden, waarbij onderzocht dient te worden of waterbuffels de meest geschikte soort vormen om in deze gebieden te foerageren (Nieuwe Oogst, 2020);
- Vlechthekken aanleggen op de podzolbodems, waarbij vervolgonderzoek zich kan richten op de toename van natuurlijke bestrijders en bodembiodiversiteit (Radboud Universiteit, z.d.);
- Diverse nature-based solutions kunnen al op korte termijn uitgevoerd worden, zoals nestkasten, (insecten)hotels of groene daken aanleggen (Dorst et al., z.d.; Gemeente Amsterdam, 2018; IUCN, z.d.).

Mogelijke lange termijn maatregelen zijn:

- Het volledig herstellen en uitbreiden van het veengebied (Geologie van Nederland, z.d.-b). Hiervoor is eerst aanvullend onderzoek nodig (onder andere naar mogelijke (nadelige) gevolgen van het uitbreiden van het veen en de kosten daarvan);
- Het volledig omvormen van de landbouw naar natuurinclusieve landbouw (IVN Natuur Educatie, z.d.-a). Vervolgonderzoek kan zich richten op de verschillende mogelijkheden daartoe;
- Het omvormen van naaldbos naar andere vegetatiestructuren zoals loofbos (Thomassen et al., 2020). Vervolgonderzoek kan zich richten op hoe deze maatregel meewerkt aan de Bossenstrategie;
- Aanleg en herstel van blauwgraslanden. Er dient vervolgonderzoek gedaan te worden of de populatie gentiaanblauwtjes toeneemt in het gebied door de (herstel)maatregelen van blauwgraslanden (Europese Gemeenschap, 1992; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, z.d.-b). Vervolgonderzoek dient uitgevoerd te worden naar de effecten van de toename van het organische stofgehalte in de bodem bij de aanleg van broekbossen. Het effect hiervan op de blauwgraslanden dient in kaart gebracht te worden;
- Ecological engineering, door bijvoorbeeld 'nature-based solution' of Warmte Koude Opslag-systemen (WKO) te introduceren (EQUANS Nederland, 2019). Vervolgonderzoek kan zich richten op welke temperatuur optimaal is voor de breuk, en hoe veel warmte onttrokken kan worden aan wijst;
- Vervolgonderzoek doen naar het nadrukkelijker verbinden van infrastructuur met het Natuurlijk systeem. Het onderdeel 'klimaatlimme verstedelijking' uit de Omgevingsvisie kan hieraan gekoppeld worden. Vervolgonderzoek kan zich richten op de negatieve en positieve impact van infrastructuur op het natuurlijk systeem;
- Vervolgonderzoek doen naar de laag 'atmosfeer' in de visiekaart, aangezien deze niet is meegenomen in de inventarisatie van het plangebied.

Literatuurlijst

Aan het IJ. (2021, februari 3). *Hoe werkt een WKO-installatie?*

<https://www.youtube.com/watch?v=ANx3CwW0BkE>

Actueel Hoogtebestand Nederland. (2019). *AHN Viewer*. Actueel Hoogtebestand Nederland; AHN.

<https://www.ahn.nl/ahn-viewer>

AgriMetSoft Team. (2020, april 4). *How to prepare DEM map for SWAT model*.

<https://www.youtube.com/watch?v=93jj144Mpnk>

ARK Natuurontwikkeling. (2019, december 22). *Hoeveel grazers passen er in een natuurgebied?* ARK

Natuurontwikkeling. <https://www.ark.eu/nieuws/2019/hoeveel-grazers-passen-er-een-natuurgebied>

Basiskaart Natuurlijk Systeem Nederland. (2022). *Wat is het natuurlijk systeem?* ArcGIS StoryMaps.

<https://storymaps.arcgis.com/stories/ef96875dedf14847a62ac16114b49295>

Beije, H. M., Jansen, A. J. M., Slings, Q. L., & Smits, N. A. C. (z.d.). *Herstelstrategie H6410:*

Blauwgraslanden. 2, 561–582.

Beijer, B., Mattheeuwse, H., & Vendelmans, N. (2021). *Een (S)peelkans voor de Peel*. 334.

Bestman, M., Geurts, J., Egas, Y., van Houwelingen, K., Lenssinck, F., Koornneef, A., Pijlman, J., Vroom,

R., & van Eekeren, N. (z.d.). *Natte teelten voor het veenweidegebied*. 40.

Bie de boer. (2020, oktober 21). *Geen koeien, maar waterbuffels. Een goed idee? - Bie de boer (94)*.

https://www.youtube.com/watch?v=BCTnQN34m_E

BIJ12. (z.d.). *Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL)*. BIJ12. Geraadpleegd 9 oktober 2021, van

<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/subsidiestelsel-natuur-en-landschap/>

Biodiversiteitstresstest. (z.d.). *Waterlopen biodivers inrichten—Hermeanderen waterloop*

[Biodiversiteitstresstest]. Geraadpleegd 10 juni 2022, van

<https://www.biodiversiteitstresstest.nl/town/weert/maatregel/30-waterlopen-biodivers-inrichten-hermeanderen-waterloop>

bioKennis. (2016, november 1). *(Bloem)bollenteelt*. biokennis.org.

<https://www.biokennis.org/nl/biokennis/showdossier/Bloembollenteelt-.htm>

bioKennis bericht. (2007). Biologische cranberryteelt biedt perspectief. #2 *Fruit*, 4.

Bomen, Bos en Waterbeheer. (z.d.). STOWA. Geraadpleegd 5 mei 2022, van <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/innovatieve-dijkconcepten/bomen-bos-en-waterbeheer>

Brabantse Delta. (2021). *Grondwaterconvenant*.

https://www.brabantsedelta.nl/_flysystem/media/grondwaterconvenant-2022_2027_0.pdf

Brainport Eindhoven. (z.d.). *High Tech Campus Eindhoven*. Brainport Eindhoven. Geraadpleegd 12 april 2022, van <https://brainporteindhoven.com/nl/ontdek/campussen/high-tech-campus-eindhoven>

CAH Dronten. (2008). *Teelthandleiding Cranberry* (p. 31).

Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2017). *Biology: A Global Approach* (11de dr.). Pearson Education Limited.

CBS. (2017). *geodata.cbs.nl—/Files/Bodemgebruik/BBG2017/*.

<https://geodata.cbs.nl/files/Bodemgebruik/BBG2017/>

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2016). *Verlies natuurlijkheid in Nederland, Europa en de wereld | Compendium voor de Leefomgeving*. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1440-ontwikkeling-biodiversiteit-msa>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (z.d.). *Wat is hernieuwbare energie?* [Webpagina]. Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd 4 april 2022, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/faq/specifiek/wat-is-hernieuwbare-energie->

Centrum voor Landbouw en Milieu. (2001). *Bio-toets voor sloten in het boerenland*

Communicatiemiddel voor waterbeheerders en boeren over de ecologische (water) kwaliteit van sloten en mogelijke verbeteringsmaatregelen.

Council of the European Communities. (1979). *Council Resolution of 2 April 1979 concerning Directive 79/409/EEC on the conservation of wild birds*. 103(4), 1–18.

Council of the European Communities. (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal of the European Union*, 206(1), 7–50.

Crofts, R. (2014). The European NATURA 2000 protected area approach: A practitioner's perspective.

PARKS, 20(1), 79–90. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2014.PARKS-20-1.RC.en>

Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond. (z.d.-a). *Eolisch / DINOloket*. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/naar-afzettingmilieu/eolisch>

Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond. (z.d.-b). *Ondergrondmodellen / DINOloket*.

Verticale doorsnede BRO GeoTOP v1.4. Geraadpleegd 10 maart 2022, van <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>

De Bakker, H., & Schelling, J. (1989). *Systeem bodemclassificatie in Nederland* (2e dr.). Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie Wageningen.

<https://edepot.wur.nl/117844>

De Heer, K. (2007). Soort van de maand in juli: Klokjesgentiaan profiteert van 'Blauwe Brigade'.

Natura, 104(3). <https://natuurtijdschriften.nl/pub/642246>

De Lijster, E. (2012, december 6). *Biodiversiteit in de landbouw: Luxe of noodzaak?* NEMOKennislink.

<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/biodiversiteit-in-de-landbouw-luxe-of-noodzaak/>

De Potter, I. (2020, februari 10). *Start project voor behoud zeldzame blauwgraslanden op Kampina*.

Natuurmonumenten.

<https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/kampina/nieuws/start-project-voor-behoud-zeldzame-blauwgraslanden-op-kampina>

De Stoerderij. (z.d.). *De Stoerderij—Waterbuffelboerderij*. De Stoerderij. Geraadpleegd 9 juni 2022, van <https://www.destoerderij.nl/>

De Tuin op Tafel. (2016, januari 4). De ideale bodem. *De Tuin Op Tafel*.
<https://www.detuinoptafel.com/de-ideale-bodem/>

De Vlinderstichting. (z.d.-a). *Aardbeivlinder—Pyrgus malvae*. Geraadpleegd 20 mei 2022, van <https://www.vlinderstichting.nl/vlinders/overzicht-vlinders/details-vlinder/aardbeivlinder>

De Vlinderstichting. (z.d.-b). *Gentiaanblauwtje—Phengaris alcon*. Geraadpleegd 18 mei 2022, van <https://www.vlinderstichting.nl/vlinders/overzicht-vlinders/details-vlinder/gentiaanblauwtje>

De Vlinderstichting. (z.d.-c). *Leefgebied*. Geraadpleegd 18 mei 2022, van <https://www.vlinderstichting.nl/gentiaanblauwtje/beschrijving/leefgebied/>

De Vlinderstichting. (z.d.-d). *Planten voor rupsen*. Geraadpleegd 24 mei 2022, van <https://www.vlinderstichting.nl/vlinders/tuinieren-voor-vlinders/planten-voor-rupsen/>

De Vlinderstichting. (2017). *Code Rood voor het gentiaanblauwtje*.
<https://www.vlinderstichting.nl/actueel/nieuws/nieuwsbericht/code-rood-voor-het-gentiaanblauwtje>

DeltaExpertise. (z.d.). *Erosie*. Geraadpleegd 6 april 2022, van <https://www.zeeweringenwiki.nl/wiki/index.php/Erosie>

Deltares. (z.d.). *Bouwen met de natuur kan overal*. Deltares. Geraadpleegd 14 juni 2022, van <https://www.deltares.nl/nl/issues/bouwen-met-de-natuur-kan-overal/>

Didde, R. (2017, december 13). *Laat Nederland het voortouw nemen voor duurzame landbouw*. WUR.
<https://www.wur.nl/nl/show-longread/Laat-Nederland-het-voortouw-nemen-voor-duurzame-landbouw.htm>

Dorst, H., Jagt, S. van der, Toxopeus, H., & Runhaar, H. (z.d.). *Blokkades voor nature-based solutions in duurzame steden*. Geraadpleegd 23 juni 2022, van <https://edepot.wur.nl/544964>

Drinkwaterplatform. (2021, oktober 1). *6 vragen over de ondergrond, grondwater en bodemenergie*.

Drinkwaterplatform. <https://www.drinkwaterplatform.nl/6-vragen-over-de-ondergrond-grondwater-en-bodemenergie/>

Dunea. (z.d.). *Bedrijfstechische parameters | Dunea Duin & Water*. Geraadpleegd 16 juni 2022, van <https://www.dunea.nl/drinkwater/waterkwaliteit-en-samenstelling/verschillende-normen/bedrijfstechische-parameters>

Earth Resources Observation And Science (EROS) Center. (2017). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global* [Tiff]. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.5066/F7PR7TFT>

Ecopedia. (z.d.-a). *Natuurtype: Blauwgrasland*. Geraadpleegd 19 mei 2022, van <https://www.ecopedia.be/natuurtypes/natuurtype-blauwgrasland>

Ecopedia. (z.d.-b). *Porseleinhoen*. Geraadpleegd 23 mei 2022, van <https://www.ecopedia.be/dieren/porseleinhoen>

Ecopedia. (z.d.-c). *Tormentil*. Geraadpleegd 23 mei 2022, van <https://www.ecopedia.be/planten/tormentil>

ECOstyle tuin. (2015, oktober 7). *Natuurlijke bestrijding*. <https://www.ecostyle.be/tuin/tuin-topics/natuurlijke-bestrijding>

Eionet. (z.d.). *Building the Natura 2000 network*. Eionet Portal. Geraadpleegd 11 oktober 2021, van <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-bd/activities/building-the-natura-2000-network>

Elzemand, S. (z.d.). Pioniersoorten. *Natuurvereniging IJsselmonde*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van <https://www.natuurvereniging-ijsselmonde.nl/pioniersoorten/>

EQUANS Nederland. (2019, maart 28). *Zo werkt een Warmte Koude Opslag-systeem (WKO) | EQUANS*. <https://www.youtube.com/watch?v=rMtpKqM3R08>

Erfgoedwiki. (2017). *Peelrandbreuk*. https://www.erfgoedgewiki.nl/index.php/Peelrandbreuk#Bronnen_en_putten_zijn_heilig

Esri. (2021). *Bodemkaart | ArcGIS Pro*. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=ee1d6acb82fe4f1d9b2442ff050015a4>

Esri. (2022). *Waterkaart RD (vector tiled) | ArcGIS Pro*.

<https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=6c77638b569a435e8f60746ae2a12de0>

Ettema, N. A., & Van Der Wijst, J. H. A. M. (z.d.). *Herstelplan voor de bossen van Brabant*. IVN natuur educatie. Geraadpleegd 2 juni 2022, van <https://www.ivn.nl/afdeling/bernheze/herstelplan-voor-de-bossen-van-brabant>

Europese Commissie. (2011). *EU-Biodiversiteitsstrategie*.

https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_NL.pdf

Europese Gemeenschap. (1979). *Richtlijn 79/409/EEG inzake het behoud van de vogelstand*. 103(2), 18.

Europese Gemeenschap. (1992). *Richtlijn 92/43/EEG van de raad Inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna*. 206(8), 50.

Federale overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. (2016, januari 12). *Eutrofiëring*. FOD Volksgezondheid.

<https://www.health.belgium.be/nl/eutrofiering>

FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten. (2022a). *Klokjesgentiaan—Gentiana pneumonanthe*.

<https://www.verspreidingsatlas.nl/0568>

FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten. (2022b). *Rivierfonteinkruid—Potamogeton nodosus*.

<https://www.verspreidingsatlas.nl/0996>

FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten. (2022c). *Tormentil—Potentilla erecta*.

<https://www.verspreidingsatlas.nl/1008>

FREE Nature. (z.d.). *Waterbuffel*. Geraadpleegd 9 juni 2022, van <https://www.freenature.nl/over-free/natuurlijke-begrazing/soorten-grazers/waterbuffel>

Gemeente Amsterdam. (2018, juni 6). *Natuurinclusief bouwen en ontwerpen in twintig ideeën*. 26.

Geologie van Nederland. (z.d.-a). *Heide*. Geologie van Nederland. Geraadpleegd 16 juni 2022, van

<https://www.geologievannederland.nl/fossielen/planten/heide>

Geologie van Nederland. (z.d.-b). *Hoogveen*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van

<https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschapsvormen/hoogveen>

Geologie van Nederland. (z.d.-c). *Rivierlandschap*. Geraadpleegd 9 juni 2022, van

<https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/rivierlandschap>

Geologie van Nederland. (z.d.-d). *Veenmos*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van

<https://www.geologievannederland.nl/fossielen/planten/veenmos>

Geologie van Nederland. (z.d.-e). *Waterbuffel*. Geraadpleegd 9 juni 2022, van

<https://www.geologievannederland.nl/fossielen/zoogdier-beschrijvingen/waterbuffel>

Geologie van Nederland. (z.d.-f). *Zandlandschap*. Geologie van Nederland. Geraadpleegd 14 juni 2022,

van <https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/zandlandschap>

Geopark Peelhorst en Maasvallei. (2021). *Geopark Peelhorst en Maasvallei*. Peelhorst & Maasvallei.

<https://sannestokhofu.wixsite.com/peelhorstmaasvallei>

Geopark Peelhorst en Maasvallei. (2022a). *Het barst hier van de breuken*.

<https://peelhorstenmaasvallei.nl/>

Geopark Peelhorst en Maasvallei. (2022b). *Organisatie – Geopark*.

<https://peelhorstenmaasvallei.nl/plannen-documenten/>

Goed bodembeheer. (z.d.). *Nederland per bodemtype*. Geraadpleegd 16 maart 2022, van

<https://www.goedbodembeheer.nl/nederland-per-bodemtype>

GroenBlauwe Netwerken. (z.d.). *Hitte / Groenblauwe netwerken*. Geraadpleegd 6 april 2022, van

<https://nl.urbangreenbluegrids.com/heat/>

Groot, W. (z.d.). *Hoe ontwikkelt de landbouw zich?* NPO Kennis. Geraadpleegd 16 maart 2022, van

<https://npokennis.nl/longread/7692/hoe-ontwikkelt-de-landbouw-zich>

Grootjans, A. P., Everts, F. H., Eysink, A. T. W., Jansen, A. J. M., Smolders, A. J. P., & Takman, E. (z.d.). 4

Beekdallandschap. 3, 207–284.

Grutters, M. (2015). *Heggenplechten*.

Haartsen, A. (2009a). *Ontgonnen verleden | Regiobeschrijving Zuid-Limburg* (2009/dk116-L; p. 76).

Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

<https://edepot.wur.nl/144260>

Haartsen, A. (2009b). *Ontgonnen verleden | Regiobeschrijvingen provincie Noord-Brabant*

(2009/dk116-K; p. 177). Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en

Voedselkwaliteit. <https://edepot.wur.nl/144258>

Haartsen, A. J. (2021, augustus 12). *De Aa*. Brabants Historisch Informatie Centrum.

<https://www.bhic.nl/ontdekken/verhalen/de-aa>

Habel, J. C., Schmitt, T., Härdtle, W., Lütkepohl, M., & Assmann, T. (2007). Dynamics in a butterfly–plant–ant system: Influence of habitat characteristics on turnover rates of the endangered lycaenid *Maculinea alcon*. *Ecological Entomology*, 32(5), 536–543.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00903.x>

Hack, E. (2021). *Rewetting the Peelhorst*. 88.

Hennekens, S., Holtland, J., van Rooijen, N., Wamelink, W., & Ozinga, W. (2020). *Indicatiewaarden voor voedselrijkdom van de bodem: Een vergelijking tussen drie indicatiesystemen* (Nr. 191; p.

56). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/536435>

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit. (z.d.-a). *Deskundigenteam*

Beekdallandschap. Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit.

Geraadpleegd 9 juni 2022, van

[https://www.natuurkennis.nl/deskundigenteams/deskundigenteam-](https://www.natuurkennis.nl/deskundigenteams/deskundigenteam-beekdallandschap/deskundigenteam-beekdallandschap/afgerond-onderzoek-be/)

[beekdallandschap/deskundigenteam-beekdallandschap/afgerond-onderzoek-be/](https://www.natuurkennis.nl/deskundigenteams/deskundigenteam-beekdallandschap/deskundigenteam-beekdallandschap/afgerond-onderzoek-be/)

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit. (z.d.-b). Sleutelen met water. *Herstel*

broekbossen en veenvormende moerassen in beekdalen, Kennis maken voor natuurkwaliteit,

14–16.

- Hoeve, J. (2021, februari 18). *Hydrologische effecten van het vervangen van naaldbos op de Utrechtse Heuvelrug door loofbos*. H2O/Waternetwerk.
<https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/hydrologische-effecten-van-het-vervangen-van-naaldbos-op-de-utrechtse-heuvelrug-door-loofbos>
- Houtgast, R. (2003). *Breuken in Zuid Nederland*. <https://www.geo.vu.nl/~balr/hour/breuken.htm>
- Huys, S. (2005). *Landinrichtingsplan Peelvenen*.
- IUCN. (z.d.). *Nature-based solutions: Natuurkracht benutten*. IUCN - National Committee of The Netherlands. Geraadpleegd 14 juni 2022, van <https://www.iucn.nl/ons-werk/nature-based-solutions/>
- IVN Natuur Educatie. (z.d.-a). *Natuurinclusieve landbouw*. Geraadpleegd 29 april 2022, van <https://www.ivn.nl/afdeling/baarlo-maasbree/nieuws/natuurinclusieve-landbouw>
- IVN Natuur Educatie. (z.d.-b). *Over Tiny Forest®*. Geraadpleegd 31 mei 2022, van <https://www.ivn.nl/tinyforest/over-tiny-forestr>
- Janssen, C. (2009). *Wijstgronden*. Geologie van Nederland.
<https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschapsvormen/wijstgronden>
- Jongman, M., Everts, H., Grootjans, A., & Woesthuis, H. (2009). *Herstel van Blauwgraslanden in de Bruuk bij Nijmegen*. 5(110), 209–214.
- Jongmans, A. G., & van den Berg, M. W. (2013). *Landschappen van Nederland* (1e dr., Vol. 1). Wageningen Academic Publishers.
- Kennisimpuls waterkwaliteit. (2021). *CHEMISCHE STOFFEN IN HET GRONDWATER: STATUS VERGRIJZING IN NEDERLAND*.
<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202021/STOWA-KIWK%202021-58%20Vergrijzing%20grondwater.pdf>
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. (z.d.). *Hitte*. Klimaatadaptatie. Geraadpleegd 16 juni 2022, van <https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/hitte/>

Kennisportaal klimaatadaptatie. (z.d.). *Hittestress in gebouwen*. Klimaatadaptatie. Geraadpleegd 11 mei 2022, van <https://klimaatadaptatienederland.nl/congres/congres-hittestress/werksessies/hittestress-gebouwen/>

Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2022). *Uitzakken grondwaterstand*. Klimaatadaptatie Nederland. <https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/>

Kenniswerkplaats Noordoost Fryslân. (z.d.). *Excursie Greifswald (Dld) om te inspireren voor Better Wetter*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van <http://kenniswerkplaatsnoordoostfryslan.nl/actueel/nieuws/excursie-greifswald-dl-om-te-inspireren-voor-better-wetter>

Kerkdijk, J. (z.d.). *Het Coulissen landschap – Achterhoeks*. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.achterhoeks.nl/achterhoek/het-coulisselandschap/>

Klimaat Vallei & Veluwe. (2020). *3 Klimaatverandering*. <https://klimaatvalleienveluwe.nl/grondwater/3-klimaatverandering/>

Klimaatadaptatie Provincie Noord-Brabant. (2022). *Klimaatonderlegger*. <https://www.klimaatadaptatiebrabant.nl/hulpmiddelen/hulpmiddelen-detail/584/Klimaatonderlegger>

Klimaat-effectatlas. (z.d.). *Gemiddelde Laagste Grondwaterstand—Huidig—Overzicht*. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=a4518852be1c4e62a3bee1f270f71040>

Koopman, C. (2007). *Bodemsignalen* (1e dr.). Roodbont Publishers. <https://maken.wikiwijs.nl/bestanden/64794/OC-27150-2.pdf>

Kopse Agrarische Natuurvereniging. (2017, februari 13). *Kievit*. <https://www.anvdekan.nl/weidevogels/soorten-weidevogels/kievit/>

Kuijpers. (2017, juni 6). *WKO - Haal het maximale rendement uit uw WKO-installatie*. Kuijpers. <https://www.kuijpers.nl/wko>

- L1. (2021, april 20). *Limburg Doc: De Peel in brand*. <https://www.youtube.com/watch?v=RzMwb7o-TQQ>
- Lagrouw, V., & Munnen, P. van. (2022, januari 18). *Begin bij de bodem!* ArcGIS StoryMaps. <https://storymaps.arcgis.com/stories/d465b98fd90b4b3b9c3846c6b397e924>
- Landbouw met natuur. (z.d.). *Paludicultuur – natte teelt*. Natuurinclusieve landbouw. Geraadpleegd 2 juni 2022, van <https://www.landbouwmetsnatuur.nl/maatregelen/paludicultuur-natte-teelt/>
- Lapperre, R. (2022, juni 1). *De aangroei van wijst* [Persoonlijke communicatie].
- Lapperre, R. E., Kasse, C., Bense, V. F., Woolderink, H. A. G., & Balen, R. T. V. (2019). An overview of fault zone permeabilities and groundwater level steps in the Roer Valley Rift System. *Netherlands Journal of Geosciences*, 98. <https://doi.org/10.1017/njg.2019.4>
- Lapperre, R., & Kerkhoff, M. (z.d.). *Wijst een uniek geohydrologisch verschijnsel—Wat is wijs(t)heid?* 5. LNV. (2006). *Natura 2000 doelendocument*. <https://www.natura2000.nl/sites/default/files/Bibliotheek/Doelen/Natura%202000%20doelendocument%20%28LNV%2C%202006%29.pdf>
- Maaktechniek. (z.d.). *Maakindustrie*. MAAK Techniek. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.maaktechniek.nl/maakindustrie/>
- Maas, G. J. (2012). *Geomorfologische kaart, schaal 1:50.000*. WUR. <https://www.wur.nl/nl/show/Geomorfologische-kaart-schaal-1-50.000.htm>
- MapPractical. (2020, april 7). *Hydrology Tools Map Tutorial – ArcGIS Pro*. <https://www.youtube.com/watch?v=roNgurZNIQY>
- Massop, H. th. L., Van Der Gaast, J. W. J., & Kiestra, E. (2005). *De doorlatendheid van de bodem voor infiltratiedoeleinden. Een gebiedsdekkende inventarisatie voor waterschap Peel en Maasvallei*. (Nr. 1212; p. 97). Alterra. <https://edepot.wur.nl/29252>
- Mensink, J., & Van Bakel, M. (z.d.). *De Peelrandbreuk*. Peelrandbreuk. Geraadpleegd 10 maart 2022, van <https://www.peelrandbreuk.eu/de-peelrandbreuk/>

- Meppeler Courant. (2020, mei 12). *Eerder maaien moet blauwgrasland terugbrengen*. Meppeler Courant. <https://meppelercourant.nl/regio/Eerder-maaien-moet-blauwgrasland-terugbrengen-26638619.html>
- MER. (2021). *Regionaal Programma Water en Bodem provincie Noord-Brabant*. https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p34/p3480/3480_toetsingsadvies_en_de_aanvullin_g_daarop.pdf
- Meuwissen, I. J. M., & Van den Brand, L. (2003). *Brabantse Wijstrgonden in beeld—Inventarisatie en Verkenning van de Aanpak*. Waterschap De Aa. <https://docplayer.nl/12963254-Brabantse-wijstrgonden-in-beeld-inventarisatie-en-verkenning-van-de-aanpak.html>
- Mézard, N., Sundseth, K., & Wegefelt, S. (2008). *Natura 2000 :protecting Europe's biodiversity*. Publicatiebureau van de Europese Unie. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/45963>
- Ministerie van Landbouw, N. en V. (2019, november 6). *De stikstofaanpak—Aanpak Stikstof* [Webpagina]. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. <https://www.aanpakstikstof.nl/de-stikstofaanpak>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (z.d.-a). *Begrippen / natura 2000*. Geraadpleegd 24 december 2021, van <https://www.natura2000.nl/meer-informatie/begrippen>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (z.d.-b). *Rode lijsten / Beschermde natuur in Nederland*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Geraadpleegd 9 juni 2022, van <https://minInv.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2020). *Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw*. 36.
- Ministerie van Natuur en Landbouw. (z.d.-a). *Beheerplannen voor Natura 2000-gebieden / natura 2000*. Geraadpleegd 11 oktober 2021, van <https://www.natura2000.nl/procedure/beheerplannen-voor-natura-2000-gebieden>

Ministerie van Natuur en Landbouw. (z.d.-b). *Natura 2000 gebieden / natura 2000*. Geraadpleegd 11 oktober 2021, van <https://www.natura2000.nl/gebieden>

Montfoort, S. (2015). *Peelhorst in transitie!* [Van Hall Larenstein]. <https://hbo-kennisbank.nl/details/samhoo:www.greeni.nl:VBS:2:138982>

Mouquet, N., Belrose, V., Thomas, J., Elmes, G., Clarke, R., & Hochberg, M. (2005). Conserving community modules: A case study of the endangered lycaenid butterfly *Maculinea alcon*. *Ecology*, 86. <https://doi.org/10.1890/04-1664>

Mr. Chadd Academy. (z.d.). *Pluriforme samenleving*. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.mrchadd.nl/academy/vakken/maatschappijleer/pluriforme-samenleving>

Na, W., & Yoo, C. (2022). Hydrodynamic effect of deforestation on the Jilmoe-neup, a Ramsar Wetland in Korea. *Ecological Engineering*, 182, 106698. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106698>

Nabuurs, M. (2013). *Basisboek Systeemgericht werken* (2de dr.). ThiemeMeulenhoff bv. <https://www.worldsupporter.org/nl/chapter/38871-samenvatting-basisboek-systeemgericht-werken>

Natura2000. (z.d.-a). *Boschhuizerbergen*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van <https://www.natura2000.nl/gebieden/limburg/boschhuizerbergen>

Natura2000. (z.d.-b). *Deurnsche Peel & Mariapeel*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van <https://www.natura2000.nl/gebieden/noord-brabant/deurnsche-peel-mariapeel>

Natura2000. (z.d.-c). *Groote Peel*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van <https://www.natura2000.nl/gebieden/noord-brabant/groote-peel>

Natura2000. (z.d.-d). *H6410—Blauwgraslanden*. Geraadpleegd 18 mei 2022, van <https://www.natura2000.nl/profielen/h6410-blauwgraslanden>

Natura2000. (z.d.-e). *Habitattypen*. Geraadpleegd 24 mei 2022, van <https://www.natura2000.nl/profielen/habitattypen>

Natura2000. (z.d.-f). *Leudal*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van

<https://www.natura2000.nl/gebieden/limburg/leudal>

Natura2000. (z.d.-g). *Natura 2000 gebieden / natura 2000*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van

<https://www.natura2000.nl/gebieden>

Natura2000. (z.d.-h). *Oeffelter Meent*. Geraadpleegd 21 maart 2022, van

<https://www.natura2000.nl/gebieden/noord-brabant/oeffelter-meent>

Natuurbeheer, K. B. (z.d.). *Veenmos*. Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer. Geraadpleegd 13 juni 2022,

van <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/>

Natuurmonumenten. (z.d.-a). *Maatregelen*. Natuurmonumenten. Geraadpleegd 3 juni 2022, van

<https://www.natuurmonumenten.nl/projecten/blues-in-de-marshes/maatregelen>

Natuurmonumenten. (z.d.-b). *Wat is natuurinclusief boeren?* Natuurmonumenten. Geraadpleegd 11

mei 2022, van <https://www.natuurmonumenten.nl/landbouw/wat-natuurinclusief-boeren>

Nederlandse Unesco Commissie. (z.d.). *Unesco-gebieden*.

Nieuwe Oogst, N. O. (z.d.). *Alle ogen gericht op De Groote Peel bij stikstofaanpak*. Nieuwe Oogst.

Geraadpleegd 13 juni 2022, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/07/20/alle-ogen-gericht-op-de-groote-peel-bij-stikstofaanpak>

Nieuwe Oogst, N. O. (2020, december 22). *Jonge boeren gek op waterbuffels*. Nieuwe Oogst.

<https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/12/22/jonge-boeren-gek-op-waterbuffels>

Noord-Brabant. (z.d.-a). *Leegveld*. Geraadpleegd 13 juni 2022, van

<https://www.brabant.nl:443/subsites/peelvenen/leegveld>

Noord-Brabant. (z.d.-b). *Nieuw Aangepast beheerplan Peelvenen en overgangperiode voor agrariërs:*

Beperking berekening [Nieuws]. Geraadpleegd 13 juni 2022, van

<https://www.brabant.nl:443/actueel/nieuws/natuur-en-landschap/2022/nieuw-aangepast-beheerplan-peelvenen-en-overgangperiode-voor-agrariers-beperking-berekening>

Noord-Brabant. (z.d.-c). *Peelvenen*. Geraadpleegd 13 juni 2022, van

<https://www.brabant.nl:443/subsites/peelvenen>

Noord-Brabant, B. P. (2020, mei 12). *“Preventie van bosbrand is een vorm van klimaatadaptatie”*.

<https://www.klimaatadaptatiebrabant.nl/k/n442/news/view/3110/2025/preventie-van-bosbrand-is-een-vorm-van-klimaatadaptatie.html>

NutriNorm. (z.d.). *Organisch stofgehalte*. NutriNorm, strooi met kennis. Geraadpleegd 14 juni 2022,

van <https://nutrinorm.nl/bodem/de-bodemanalyse/organisch-stofgehalte/>

Onze Natuur, O. (2022, april 8). *9 dingen die je nog niet wist over de bever*. Onze Natuur.

<https://www.onzenatuur.be/artikel/9-dingen-die-je-nog-niet-wist-over-de-bever>

Oosterbaan, R. J. (2002). *Drainage for Agriculture | Drainage and Hydrology/Salinity*. 32.

Oostermeijer, J., Den Nijs, J. C. M., Raijmann, L. E. L., & Menken, S. B. J. (1992). Population biology and management of the Marsh gentian (*Gentiana pneumonanthe* L.), a rare species in The Netherlands. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 108, 117–130.

Oostermeijer, J., van 't veer, R., & Nijs, J. C. M. (1994). Population Structure of the Rare, Long-Lived Perennial *Gentiana pneumonanthe* in Relation to Vegetation and Management in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 31, 428–438. <https://doi.org/10.2307/2404440>

Oxidatie, een chemische reactie waarbij elektronen worden uitgewisseld. (z.d.). Geraadpleegd 16 juni 2022, van <https://tosec.nl/nl/wiki/oxidatie/>

Paleontica. (z.d.). *Mohorovičić discontinuïteit*. Geraadpleegd 31 maart 2022, van

<https://www.paleontica.org/glossary/410/Mohorovi%C4%8Di%C4%87-discontinuïteit>

PBL. (2015). *Wereldwijde klimaateffecten*.

https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2015_Wereldwijde_klimaateffecten_2_1559.pdf

PDOK. (z.d.-a). *Basisregistratie Gewaspercelen (BRP)*. Geraadpleegd 30 maart 2022, van

https://service.pdok.nl/rvo/brpgewaspercelen/atom/v1_0/basisregistratie_gewaspercelen_brp.xml

PDOK. (z.d.-b). *PDOK - AHN3 download*. PDOK. Geraadpleegd 19 april 2022, van

<https://app.pdok.nl/ahn3-downloadpage/>

Philip White. (2019, januari 24). *Delineating Watersheds in ArcGIS Pro*.

<https://www.youtube.com/watch?v=WCeAM5sYMU0>

Provincie Drenthe. (2009). *De aanwijzing van waterbergingsgebieden in Zuid-Drenthe*.

<https://www.commissiener.nl/docs/mer/p19/p1957/1957-42achtergrond.pdf>

Provincie Limburg. (z.d.-a). *Atlas Limburg*. Geraadpleegd 10 juni 2022, van

<https://portal.prvlimburg.nl/viewer/app/default>

Provincie Limburg. (z.d.-b). *Bomen en bossen*. Provincie Limburg; Limburg. Geraadpleegd 16 juni 2022,

van <https://www.limburg.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/bomen-bossen/>

Provincie Limburg. (z.d.-c). *Woonbeleid / Limburgse Agenda Woningmarkt*. Provincie Limburg;

Limburg. Geraadpleegd 16 juni 2022, van

<https://www.limburg.nl/onderwerpen/wonen/woonbeleid/>

Provincie Limburg. (2017). *Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof*

(PAS) / Boschhuizerbergen (144). 61.

Provincie Limburg. (2022). *Actieprogramma bodem en ondergrond 2022*.

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XazoIJAkpd8J:https://www.limburg.nl/publish/pages/1181/actieprogramma_bodem_en_ondergrond_2022_incl_bijlagen.pdf+&cd=1&hl=nl&ct=clnk&gl=nl&client=safari

Provincie Noord-Brabant. (z.d.-a). *Brand in de Deurnese Peel onderzocht* [Provincie Noord-Brabant].

Geraadpleegd 16 juni 2022, van <https://www.brabant.nl:443/subsites/peelvenen/deurnsche-peel-en-mariapeel/brand-in-de-deurnese-peel-onderzocht>

Provincie Noord-Brabant. (z.d.-b). *Kaartbank*. Geraadpleegd 10 juni 2022, van [https://noord-](https://noord-brabant.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b6414403ef5e4e9aa8875a7c366209c6)

[brabant.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b6414403ef5e4e9aa8875a7c366209c6](https://noord-brabant.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b6414403ef5e4e9aa8875a7c366209c6)

Provincie Noord-Brabant. (2010). *Structuurvisie ruimtelijke ordening*. 108.

Provincie Noord-Brabant. (2014). *Structuurvisie 2010—Partiële herziening 2014*. 108.

Provincie Noord-Brabant. (2017a). *Gebiedsanalyse Deurnsche Peel & Mariapeel (139) en Groote Peel (140) | Programma Aanpak Stikstof (PAS)*. 92.

Provincie Noord-Brabant. (2017b). *Gebiedsanalyse Oeffelter Meent (141) | Programma Aanpak Stikstof (PAS)*. 47.

Provincie Noord-Brabant. (2018a). *Brabantse Wal Beheerplan* (p. 147).

<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/natura-2000-beheerplannen/128-brabantse-wal/>

Provincie Noord-Brabant. (2018b). *De Kwaliteit van Brabant* (p. 78).

Provincie Noord-Brabant. (2020). *Brabantse bossenstrategie*.

<https://www.natuurportaal.nl/gebied/13.000-hectare-nieuw-bos-voor-brabant>

Provincie Noord-Brabant. (2022a). *Beleidskader Landbouw en Voedsel 2030*.

<https://www.brabant.nl:443/onderwerpen/landbouw-en-voedsel/beleidskader-landbouw-en-voedsel-2030>

Provincie Noord-Brabant. (2022b). *Brabantse Agenda Wonen*.

<https://www.brabant.nl:443/onderwerpen/ruimtelijke-ontwikkeling/bevolking-en-wonen/wonen-in-brabant/programma-wonen>

QGIS 3.0.16. (z.d.). Geraadpleegd 23 maart 2022, van

<https://www.qgis.org/nl/site/forusers/download.html>

Radboud Universiteit. (z.d.). *Het succes van de Maasheggen*. Radboud Universiteit. Geraadpleegd 31

mei 2022, van <https://www.ru.nl/@1310058/succes-maasheggen/>

Rahman, M. A. (2022, februari 27). *How To Install QSWAT and SWAT+ in QGIS*.

<https://www.youtube.com/watch?v=SWSgZk1LxI>

RAVON. (z.d.-a). *Kamsalamander*. RAVON. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.ravon.nl/soorten/soortinformatie/kamsalamander>

RAVON. (z.d.-b). *Rugstreeppad*. RAVON. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.ravon.nl/soorten/soortinformatie/rugstreeppad>

RAVON Verspreidingsatlas Amfibieën. (2022). *Kamsalamander—Triturus cristatus*.

<https://www.verspreidingsatlas.nl/A112>

Renes, H. (2011). *Op zoek naar de geschiedenis van het landschap* (2de dr.). Verloren.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (z.d.). *Duurzame landbouw*. Geraadpleegd 16 maart 2022,

van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/duurzame-landbouw>

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (z.d.). *Het grondwatersysteem*. Geraadpleegd 25 maart

2022, van <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-grondwaterkwaliteit/grondwatersysteem>

Rijksoverheid. (2003). *Oorzaken en effecten van verdroging | Compendium voor de Leefomgeving*.

<https://www.clo.nl/indicatoren/nl027803-oorzaken-en-effecten-van-verdroging>

Rijksoverheid. (2014). *Kaderrichtlijn Water*. [https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/)

[beleid/kaderrichtlijn-water/](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/)

Rijksoverheid. (2020, april 9). *Internationale bescherming biodiversiteit—Natuur en biodiversiteit—*

Rijksoverheid.nl [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken.

[https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/internationale-](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/internationale-bescherming-biodiversiteit)

[bescherming-biodiversiteit](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/internationale-bescherming-biodiversiteit)

rtv-oost. (2022, februari 2). *Levend hoogveen is zonder menselijk ingrijpen ten dode opgeschreven*.

<https://www.rtvoost.nl/nieuws/2056354/levend-hoogveen-is-zonder-menselijk-ingrijpen-ten-dode-opgeschreven>

Rusland-Aardrijkskunde. (z.d.). *De natuurlijke omgeving*. Rusland. Geraadpleegd 14 juni 2022, van

<https://rusland-aardrijkskunde.jouwweb.nl/paragraaf-1>

scheikundelessen. (2012, september 29). *57 Samenvatting redoxreacties—HAVO - scheikunde—*

Scheikundelessen.nl. <https://www.youtube.com/watch?v=DXTDm5KkeMg>

Schorn, E. A. (2016). *Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek, verkennende fase Ruiter (ong) te Someren* (Nr. 880; p. 33). Archeodienst.

Schoumans, O., Willems, J., & van Duinhoven, G. (z.d.). *30 vragen en antwoorden over fosfaat*. 56.

- Schouwenaars, J. M., Schouten, M. G. C., Verberk, W. C. E. P., Duinen, G.-J. van, & Expertisecentrum LNV (Red.). (2002). *Ontwikkelingen en herstel van hoogveensystemen: Bestaande kennis en benodigd onderzoek*. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Schuengel, L. (2021). *De toekomst van Nederland ligt in het veen*. VPRO.
<https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/lees/artikelen/2021/weg-met-het-eindeloze-droge-gras-de-toekomst-van-nederland-ligt-in-het-veen.html>
- Scribbr. (2021, juli 15). *Het verschil tussen kwantitatief en kwalitatief onderzoek (met voorbeelden)*. Scribbr. <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/kwalitatief-vs-quantitatief-onderzoek/>
- Simons, W., Van Dorp, D., & Florian, K. (2014). *Praktijkgericht onderzoek in de ruimtelijke planvorming* (1ste dr.). Landwerk.
- Smitt, R. S. (z.d.). *Wat is milieueffectrapportage?* Commissiener. Geraadpleegd 31 maart 2022, van <https://www.commissiener.nl/onze-diensten/wat-is-mer>
- Smolders, A., Verhoeven, J., Tomassen, H., Mullekom, M. V., Van, M., Roelofs, J., & Lamers, L. (2014). *Waterberging eutrofiering veenvorming vernatting fosfaat*. 10.
- Soil & Water Assessment Tool. (2012). *Software Soil & Water Assessment Tool (SWAT)*.
<https://swat.tamu.edu/software/>
- Sonneveld, M., & Jongmans, T. (2010). *De enkeerdgrond: De meest kenmerkende bodem van Nederland*. *Vakblad natuur bos landschap*, 24–25.
- Staatsbosbeheer. (z.d.). *Veen en CO₂-opslag*. Staatsbosbeheer. Geraadpleegd 13 juni 2022, van <https://www.staatsbosbeheer.nl/wat-we-doen/co2/veen-en-co2>
- Stichting Renkums Beekdal. (z.d.). *Beekdal*. Geraadpleegd 9 juni 2022, van <https://www.renkumsbeekdal.nl/knnv/gebieden/dalbodem-tussen-de-bennekomseweg-en-de-hartenseweg/>
- STOWA. (z.d.). *Effectiviteit nutriëntenmaatregelen om uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden te verminderen*. STOWA. Geraadpleegd 23 juni 2022, van

<https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/effectiviteit-nutrientenmaatregelen-om-uit-en>

STOWA. (2020, juni 24). *Klimaatrobuust beekdal: Natuurlijk waar het kan, technisch waar het moet*.

STOWA. <https://www.stowa.nl/nieuws/klimaatrobuust-beekdal-natuurlijk-waar-het-kan-technisch-waar-het-moet>

Swinkels, F. (2019). *Brabant en zijn breuken: De sleutel tot een duurzaam watersysteem* [Brabant en zijn breuken: de sleutel tot een duurzaam watersysteem]. Brabantsemilieufederatie.

<https://www.brabantsemilieufederatie.nl/nieuws/brabant-en-zijn-breuken-de-sleutel-tot-een-duurzaam-watersysteem/>

Taakgroep Natuurkwaliteit en monitoring. (2012). *Natuurkwaliteit en monitoring Index Natuur en Landschap*.

https://www.bij12.nl/assets/toelichting_op_kwaliteitsklassen_en_monitoring_beheertypen_2012.pdf

The Cranberry Company. (z.d.). *Onze cranberry's*. Geraadpleegd 2 juni 2022, van

<http://www.thecranberrycompany.nl/>

Thomassen, E., Wijdeven, S., Boosten, M., Delforterie, W., & Nyssen, B. (2020). *Revitalisering Nederlandse bossen* (p. 116). Unie van Bosgroepen. <https://bosgroepen.nl/bosgroep-zuid-nederland/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/Revitalisering-Nederlandse-Bossen-DEFINITIEVE-VERSIE.pdf>

Timmers, J. (2020). Mensen en de Peelrandbreuk. *Grondboor & Hamer*, 5/6, 202–207.

Timmers, J. (2021, juni 3). *Over de Brabantse oude akkers*. Brabants Erfgoed.

<http://www.brabantserfgoed.nl/page/13173/over-de-brabantse-oude-akkers>

Trochet, A., & Schmeller, D. (2013). Effectiveness of the Natura 2000 network to cover threatened species. *Nature Conservation*, 4(4), 35–53.

<https://doi.org/10.3897/natureconservation.4.3626>

- Tuinen. (2016, maart 4). *Humus en kalk in de tuin*. Tuinen.NL. <https://www.tuinen.nl/humus-en-kalk-in-de-tuin/>
- United States Geological Survey. (z.d.). *EarthExplorer*. Geraadpleegd 23 maart 2022, van <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- University of Greifswald. (z.d.). *Peatland Studies and Palaeoecology—Faculty—University of Greifswald*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van <https://botanik.uni-greifswald.de/en/peatland-studies-and-palaeoecology/>
- Van Baar, M., & Caljé, R. (2016). *Onderbouwing maximale diepte t.b.v. Berekening op basis van REGIS II.1* (p. 40). Artesia.
- Van Balen, R., Ettema, N., Kuijpers, H., Lapperre, R., Nelemans, B., Timmers, J., Verbeek, G., & Weerman, E. (2022). *Breuken in het land van Peel en Maas*. Uitgeverij Matrijs.
- Van Der Klooster, E. (2019). *Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek, karterende fase*. 34.
- Van Der Linden, M., Blokland, K. A., Zonneveld, L. M. L., Van Ek, R., & Runhaar, J. (1996). *Herstel van natte en vochtige ecosystemen* (9.1; p. 448). RIZA, Hageman Verpakkers.
- Van Duinhoven, G., Termaat, T., Stortelder, A., Van De Weerd, R., & Runhaar, H. (2016). *Van stroomgoot tot beekdallandschap* (p. 24). OBN / VBNE, OBN Deskundigenteam Beekdallandschap.
- Van Enk, H. (2016). Iedere generatie zijn eigen oerbank. *Grondboor & Hamer*, 70, 48–55.
- Van Hattum, T. (2019, september 23). *De natuur als inspiratie voor klimaatoplossingen*. WUR. <https://www.wur.nl/nl/show-longread/De-natuur-als-inspiratie-voor-klimaatoplossingen.htm>
- Van Hattum, T. (2020, januari 30). *Nederland in 2120*. WUR. <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Nederland-in-2120.htm>
- Van Loon, C. D., Veerman, A., & Bus, C. B. (1993). *Teelt van consumptie-aardapelen* (Nr. 57; p. 139).
- Van Nimwegen, L., & Jacobs, W. (2021). *Rapport communicatieonderzoek terminologie transitie landbouw* (p. 70). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

- Van Trikt, J., & Ahrens, H. (z.d.-a). *Podzolbodem (zandlandschap)—Geologie van Nederland*.
Geraadpleegd 2 juni 2022, van
<https://www.geologievannederland.nl/ondergrond/bodems/podzolbodem-zandlandschap>
- Van Trikt, J., & Ahrens, H. (z.d.-b). *Vaagbodem (duinlandschap)*. Geologie van Nederland.
Geraadpleegd 16 maart 2022, van
<https://www.geologievannederland.nl/ondergrond/bodems/vaagbodem-duinlandschap>
- Van Zoelen, J. (2020, februari 25). *5 vragen over voedselbossen* [Vogelbescherming Nederland].
<https://www.vogelbescherming.nl/actueel/bericht/5-vragen-over-voedselbossen>
- Veldkamp, M. (2008). *Herstel leefgebied gentiaanblauwtje in Overijssel—Stageverslag* (p. 32). De Vlinderstichting.
- Verbeek, G. (z.d.). *Wijs(t)heid is vooruitzien: Water bergen in Brabant*. 4.
- Verkaik, A. P., & Souwer, M. E. (2001). *Agrocluster en Groene ruimte: Sectoren in transitie, in: Nederland Kennisland*. Wolter-Noordhoff.
- Vilt. (2021, maart 2). *Veen: Fragiele kampioen koolstof vasthouden*. <https://vilt.be/nl/nieuws/veen-fragiele-kampioen-koolstof-vasthouden>
- Voedsel uit het Bos. (2021, april 2). *Voedselbos Kloosterbos*. Voedsel Uit Het Bos.
<https://voedseluithetbos.nl/projecten/kloosterbos/>
- Voedselbos. (z.d.). *Wat is een voedselbos?* Geraadpleegd 2 juni 2022, van
<https://www.voedselbos.eu/voedselbos/wat-is-een-voedselbos.html>
- Voedselbos Emmeloord. (z.d.-a). *Honingbes*. Voedselbos Emmeloord. Geraadpleegd 2 juni 2022, van
<https://www.voedselbosemmeloord.nl/honingbes/>
- Voedselbos Emmeloord. (z.d.-b). *Walnoot: Juglans regia*. Voedselbos Emmeloord. Geraadpleegd 2 juni 2022, van <https://www.voedselbosemmeloord.nl/walnoot/>
- Vogelbescherming Nederland. (z.d.-a). *Grasmus*. Geraadpleegd 14 juni 2022, van
<https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/grasmus>

Vogelbescherming Nederland. (z.d.-b). *Grauwe klauwier*. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/Grauwe-Klauwier>

Vogelbescherming Nederland. (z.d.-c). *Porseleinhoen*. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/Porseleinhoen>

Vroege Vogel. (2019a, augustus 14). *De zeldzame grauwe klauwier*. BNNVARA.

<https://www.bnnvara.nl/vroegevogels/artikelen/de-zeldzame-grauwe-klauwier>

Vroege Vogel. (2019b, september 16). *Stikstof zorgt voor verzuring bodem en dat heeft grote*

gevolgen. NPO Radio 1. <https://www.nporadio1.nl/nieuws/binnenland/cf16dbc3-6a5b-461f-9943-84b2c4f162bb/stikstof-zorgt-voor-verzuring-bodem-en-dat-heeft-grote-gevolgen-calcium>

Wageningen University. (z.d.-a). *Herstel compleet veenlandschap*. <https://edepot.wur.nl/336213>

Wageningen University. (z.d.-b). *Legenda's en indelingen op bodemkaarten*. Geraadpleegd 5 mei 2022, van

https://landschapsleutel.wur.nl/documentatie/htm/Legendas%20Bodemkaarten.htm#_Toc243886594

Wageningen University and Research. (z.d.-a). *Handboek Snijmaïs—Bodem, water en bouwplan*. 31–42.

Wageningen University and Research. (z.d.-b). *Natuurinclusieve Landbouw*. Geraadpleegd 29 april 2022, van <https://v3.jamdots.nl/view/30079/Natuur-Inclusieve-Landbouw>

Wageningen University and Research. (2022, januari 1). *Bollencoaster*. WUR.

<https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/glastuinbouw/show-glas/Bollencoaster.htm>

Wallis de Vries, M. (2003). *Beschermingsplan Gentiaanblauwtje 2003-2007* (p. 60). De Vlinderstichting.

Water veehouderij. (z.d.). *Kringlooplandbouw—Water veehouderij*. Wageningen University and Research. Geraadpleegd 9 juni 2022, van <https://kringlooplandbouw.wur.nl/kringlooplandbouw/water-veehouderij/>

Waterschap Aa en Maas. (z.d.-a). *Beekdalontwikkeling 't Aa-dal Noord* [Overzichtspagina]. Waterschap Aa en Maas; Waterschap Aa en Maas. Geraadpleegd 23 juni 2022, van <https://www.aaenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/beekdalontwikkeling-aa-dal-noord/>

Waterschap Aa en Maas. (z.d.-b). *Ecologische Verbindingszones: Leijgraaf, Groote Wetering, Schijndelse- en Molenheide Loop* [Overzichtspagina]. Waterschap Aa en Maas; Waterschap Aa en Maas. Geraadpleegd 23 juni 2022, van <https://www.aaenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/ecologische-verbindingszones/>

Waterschap Aa en Maas. (z.d.-c). *Peelvenen Leegveld* [Overzichtspagina]. Waterschap Aa en Maas; Waterschap Aa en Maas. Geraadpleegd 23 juni 2022, van <https://www.aaenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/peelvenen-leegveld/>

Waterschap Aa en Maas. (2022). *Waterbeheerplan 2022-2027* (p. 104) [Overzichtspagina]. Waterschap Aa en Maas. <https://www.aaenmaas.nl/overons/waterbeheerplan-2022-2027/bekijk-wbp/>

Waterschap De Dommel. (2021, augustus 27). *Omgang met waterberging in beekdalen* [Producten en diensten]. Waterschap De Dommel; Waterschap De Dommel. <https://www.dommel.nl/omgang-met-waterberging-in-beekdalen>

Watershed Delineation Concepts | SWAT | Soil & Water Assessment Tool. (z.d.). SWAT. Geraadpleegd 5 mei 2022, van <https://swat.tamu.edu/workshops/instructional-videos/introduction/watershed-delineation-concepts/>

Waterstaat, M. van I. en. (z.d.). *Ruimte voor de rivieren* [Webpagina]. Geraadpleegd 11 mei 2022, van <http://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren>

Weterhof, R. (2017). *Factsheet natte teelten*. <https://edepot.wur.nl/524205>

Wetland. (z.d.). Geraadpleegd 2 juni 2022, van <http://stringfixer.com/nl/Wetland>

Wijnbeek, N., & Venhuizen, R. (z.d.). *Zwemvijvers, oriënterend onderzoek*. Geraadpleegd 16 juni 2022,

van

<https://edepot.wur.nl/51433#:~:text=De%20planten%20wortelen%20meestal%20niet,deze%20groep%20dus%20als%20zuurstofplant>.

Witteveen+Bos. (2007). *Nadere inventarisatie Wijstgebieden*. <https://edepot.wur.nl/68086>

WUR. (z.d.). *Exoten in Nederland—WUR*. Geraadpleegd 4 februari 2022, van

<https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Exoten-in-Nederland.htm>

WUR. (2007). *Hermeandering, waterberging en natuurontwikkeling in het Beerzedal: Case de Logtse*

Baan. <https://edepot.wur.nl/30608>

WUR. (2012). *Beekdalbreed hermeanderen*. <https://edepot.wur.nl/243284>

WUR. (2019, juli 31). *Hoe maak je een stad beter bestand tegen hittestress en wateroverlast?* WUR.

<https://www.wur.nl/nl/project/Hoe-maak-je-een-stad-beter-bestand-tegen-hittestress-en-wateroverlast.htm>

Zembla. (2021, maart 25). *Wetenschappelijke artikelen over afname biodiversiteit als gevolg van*

intensieve landbouw. BNNVARA.

<https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/wetenschappelijke-artikelen-over-afname-biodiversiteit-als-gevolg-van-intensieve-landbouw>

Zoogdiervereniging. (z.d.-a). *Bever*. De Zoogdiervereniging. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.zoogdiervereniging.nl/zoogdiersoorten/bever>

Zoogdiervereniging. (z.d.-b). *Bunzing*. De Zoogdiervereniging. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.zoogdiervereniging.nl/zoogdiersoorten/bunzing>

Zoogdiervereniging. (z.d.-c). *Hermelijn*. De Zoogdiervereniging. Geraadpleegd 20 mei 2022, van

<https://www.zoogdiervereniging.nl/zoogdiersoorten/hermelijn>

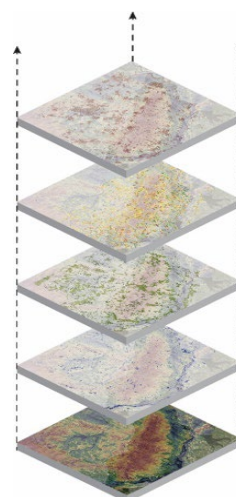
Bijlagen

Bijlage 1. Gebiedsinventarisatie

In deze bijlage wordt een globale gebiedsinventarisatie beschreven. Voor deze inventarisatie wordt gebruik gemaakt van de feitenkaart van de klimaatonderlegger (figuur 1 in hoofdstuk 3.) van Habiforum uit 2008 (Simons et al., 2014). Hierbij bestaat het landschap uit drie lagen; de ondergrond, de netwerken en de occupatie. Deze lagen zorgen ervoor dat de inventarisatie een compleet beeld van de opbouw van het gebied geeft. Het onderzoek is afgebakend door de focus te leggen op bodem en water, waaronder de breuken vallen. Hierbij is de keuze gemaakt om de laag 'atmosfeer' niet mee te nemen in de inventarisatie. Dit is een groot en complex onderdeel van het plangebied Geopark waardoor het niet haalbaar is om hier gedetailleerd onderzoek naar te kunnen doen. De gebiedsinventarisatie is voor de opdrachtnemers een belangrijk onderdeel om kennis te maken met het gebied. Het geeft een goede basis om de kansen- en knelpuntenkaarten te kunnen maken. Door deze basis zijn de resultaten van de opeenvolgende producten betrouwbaarder.

Klimaatonderlegger Geopark

De klimaatonderlegger voorziet de klimaateffecten van een systeemcontext, daardoor wordt de waarom-vraag achter de klimaateffecten (droogte, hittestress, overstromingen en wateroverlast) beantwoordt. Hierdoor geeft het inzicht in de kansen en knelpunten van het natuurlijk systeem in relatie tot het klimaatvraagstuk (Klimaatadaptatie Provincie Noord-Brabant, 2022). De klimaatonderlegger is de basis van de gebiedsinventarisatie van het Geopark en is opgebouwd met als methodiek de verrijkte lagenbenadering. De klimaatonderlegger laat op basis van het natuurlijk systeem, in combinatie met het landgebruik, de landschapscondities weergeeft (figuur 1; Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2021). De klimaatonderlegger is gebaseerd op de volgende lagen: bodem, geomorfologie, reliëf, breuken, water, bos, bebouwing en infrastructuur. Elk van deze laag wordt apart geïnventariseerd en toegelicht.



Figuur 1 De lagenbenadering (Simons et al., 2014).

Lokale geomorfologie Geopark

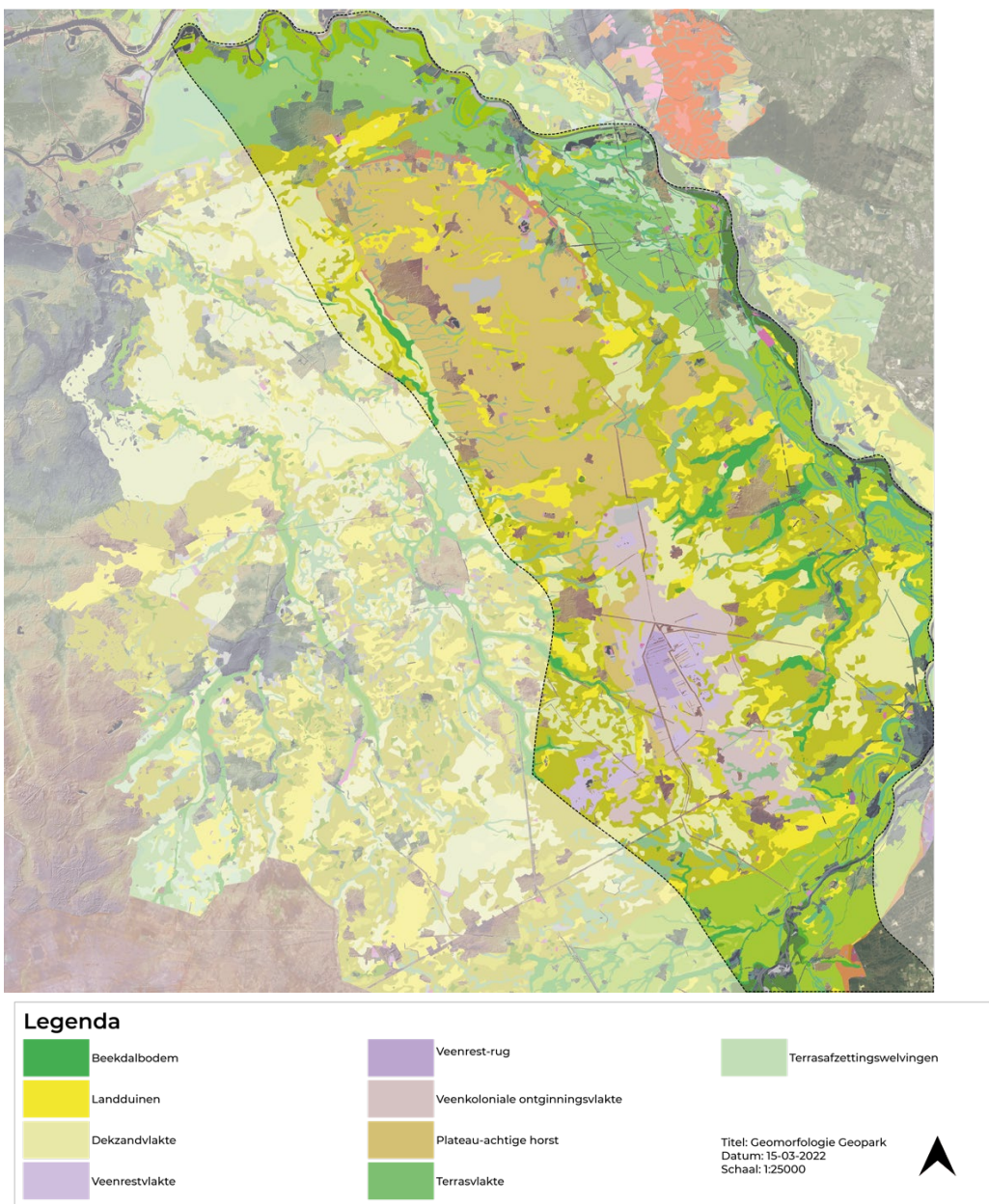
Het landschap van het Geopark heeft zich twee miljoen jaar geleden gevormd. Toentertijd lag het gebied nog onder zeeniveau en werd het bedekt met slib van de Rijn. Later blies het zand weg uit de rivierbeddingen en leidde tot het ontstaan van een toendralandschap, wat resulteerde in dekzandruggen. Toch zijn er in het Geopark verschillende landschappen ontstaan door invloed van het natuurlijk systeem, zoals het ontstaan van verschillende bodemtypes, beken en rivieren. Door deze invloeden is het landgebruik in de loop der tijd verandert (Haartsen, 2009b).

Door de geomorfologische geschiedenis van het Geopark zijn er enkele hoofdkenmerken terug te vinden (figuur 2). De horsten bestaat het grootste gedeelte uit 'plateau-achtige horsten' met dekzand, gevormd door tektonische processen. Op de horsten zijn meerde dekzandwelingen en landduinen te vinden die zich uiteten in heuvels, ruggen en welingen met bijbehorende vlakten en laagten. Dit zijn landvormen die zijn ontstaan door eolische processen. Daarnaast wordt de horsten ingesneden door beekdalbodems door (rivier)water. Een groot gedeelte van de horsten bestaat uit een veenkoloniale ontginningsvlakte, dat is ontstaan doordat het veen eerst de bodem bedekte en is

ontgonnen door de mens. Op de horsten zijn hierom nog enkele veenruggen en veenrestvlakte te vinden (Maas, 2012).

De geomorfologie in de Maasvallei is typerend voor zijn terrasvlakten die zijn ontstaan door afzetting van riviersediment, de Maas. Delen van de terrasvlakten zijn bedekt met dekzand. Net zoals bij de horsten zijn er heuvels, ruggen en welvingen, met bijbehorende vlakten en laagten, gevormd door terrasafzettingen van sediment uit de rivier (Maas, 2012).

Ten westen van de Peelrandbreuk zijn voornamelijk dekzandvlaktes te vinden, die zijn ontstaan door erosie, wat leidt tot het ontstaan van dekzandruggen. Daarnaast zijn ook beekdaloverstromingsvlakten en beekdalbodems te vinden in het gebied, door afzetting van rivierwater en dalvormige laagten in het landschap (Maas, 2012).



Figuur 2 De geomorfologie van het huidige Geopark met hierin de horsten, terrasvlakten, dekzandvlakten en beekdalvlakten (Maas, 2012).

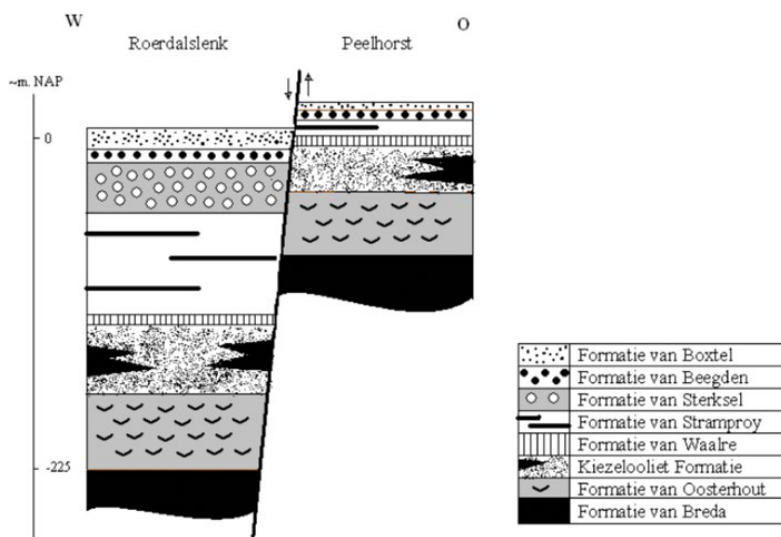
Geomorfologie breuken

Het Geopark kenmerkt zich door de breuken die aanwezig zijn (figuur 4 in hoofdstuk 3.). Deze breuken zijn onderdeel van een groter tektonisch stelsel, dat loopt van het Rijndal, Duitsland, tot onder de Noordzee (Swinkels, 2019). Hierdoor vormen stijgende en dalende delen, door verticale verschuivingen, in de aardkorst, waardoor horsten en slenken ontstaan. Dit heeft als effect dat er terrassen in het landschap ontstaan. De hoofdbreuken dringen diep door in de korst, sommigen dringen zelfs door tot de moho-laag (Jongmans & van den Berg, 2013). Het onderzoeksgebied bestaat uit de horsten de Peelhorst en is omringt door de Roerdalslenk en Venloslenk (Witteveen+Bos, 2007). De overgangen in het gebied, van hoog naar laag, worden beïnvloed door erosie van wind en water (Mensink & Van Bakel, z.d.). De bekendste breuk die in het Geopark ligt is de Peelrandbreuk, gelegen aan de westzijde van de Peelhorst (Swinkels, 2019).

Geologie breuken

Het breukensysteem kent een rijke geschiedenis aan opgestapelde formaties (figuur 3). Rondom de Peelrandbreuk is er een tweedeling ontstaan in het gebied. Zo zijn de hoogteverschillen tussen de horsten en slenken duidelijk zichtbaar aanwezig in het systeem. Deze hoogteverschillen zijn voornamelijk zichtbaar tussen de Peelhorst en Roerdalslenk (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, z.d.-b).

De formatie die als bovenste laag afgezet is in het gebied rondom de Peelrandbreuk (figuur 3) is de formatie van Breda. Deze bestaat uit fijnzandige afzettingen (figuur 4). Hier vindt geen horizontale grondwaterstroming plaats, omdat het een slecht doorlatend pakket is én de formaties op andere dieptes zitten. Bij de Peelhorst zit het pakket rond de 60 meter diepte. Op 50 meter diepte in de Roerdalslenk, komen de formaties Bortel, Beegden en Sterksel naar voren. Op dezelfde hoogte komt bij de horsten relatief meer klei- en leemlagen voor (figuur 4). Kortom, de afzettingen van de Peelhorst zijn minder doorlatend dan die van de Roerslenk. De formatie van Waalre bestaat uit een afwisseling van kleilagen en grof grindhoudend zand, dit betekent dat er geohydrologische verschillen zitten in deze formatie. Aan de ene kant waterdoorlatende grindhoudend zand en aan de andere kant niet waterdoorlatende kleilagen (Witteveen+Bos, 2007).



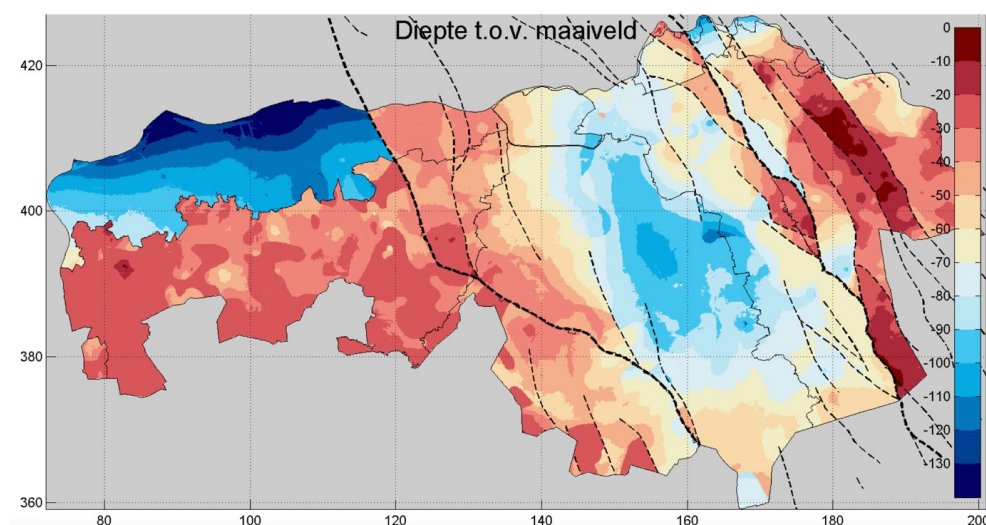
Figuur 3 Een inzoom van de formaties rondom de Peelrandbreuk (Witteveen+Bos, 2007).

stratigrafie*	lithologie	diepte (m NAP) Peel-Horst	diepte (m NAP) Roerdal Slenk
formatie van Boxtel	fijn zand, vaak slibhoudend en lemig, soms met grindsnoertjes, bovenin vaak zwart, sterk humeus en venig zand	circa 15 tot 20	circa - 5
formatie van Beegden	grof zandige en grindhoudende Maasafzettingen, met hier en daar leeminschakelingen en soms fijn zand	circa 10	circa - 10 tot - 20
formatie van Sterksel	grof en zeer grof zand met grind	-	circa - 50
formatie van Stramproy	fijn en matig grof zand met dikke leembanken. Pyriet aanwezig	circa 0	circa - 120
formatie van Waalre	afwisseling van kleilagen en vaak grof, grindhoudend zand. Pyriet aanwezig	circa - 5 tot - 10	circa - 130
kiezeloöliet Formatie	afwisseling van grof en fijn zand, soms met grind en plaatselijk (dikke) kleinschakelingen	circa - 20 tot - 30	circa - 175
formatie van Oosterhout	zandige klei en zand, soms met schelpen en plaatselijk glauconiet. Mariene afzetting	circa - 20 tot - 60	circa - 225
formatie van Breda	fijn zand met glauconiet. Bovenin vooral vaak verkittingen en in de diepere niveaus schelphoudend. Plaatselijk grof, bevat grind. Mariene afzetting	> - 60 m	> - 225

* De Kiezeloöliet formatie en de formatie van Oosterhout en Breda zijn van tertiaire ouderdom; de formatie van Boxtel, Beegden, Sterksel, Stramproy en Waalre zijn afgezet tijdens het Quartair.

Figuur 4 De lithografie en diepte formaties van de Peelrandbreuk (Witteveen+Bos, 2007).

Dat het gebied aan het verdrogen is door de dalende grondwaterstand, is ook af te lezen in adviezen die worden gegeven over grondwateronttrekkingen (figuur 5). Hierin is weergegeven dat de oostflank van de Peelhorst erg aan het verdrogen is, aangezien hier het advies wordt gegeven om geen grondwater te onttrekken. Daarnaast is het grootste gedeelte van de Peelhorst rood, hier mag dus weinig water onttrokken worden. Hierbij is dus een verband te leggen tussen de grondwaterstand (figuren 8 en 9 in hoofdstuk 3.) en het advies over de hoeveelheid grondwater dat onttrokken mag worden (figuur 5; Van Baar & Caljé, 2016). Wanneer de grondwaterstand nog verder zakt gaat dit grote, negatieve gevolgen hebben voor verschillende functies, zoals stedelijk groen, landbouwgewassen en natuur (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2022).



Figuur 5 Visualisatie van het advies voor de diepte van wateronttrekking ten opzichte van het maaiveld (Van Baar & Caljé, 2016).

Natura 2000-netwerkgebied

Wereldwijd staan populaties van flora en fauna onder druk en kampt men met een afname van de biodiversiteit. Bescherming van planten, dieren en hun habitats zijn nodig om deze achteruitgang te remmen of stop te zetten (CBS et al., 2016; Eionet., z.d.). Ook Europa komt niet onder deze problematiek uit en moet zich inzetten voor het herstel van biodiversiteit (Trochet & Schmeller, 2013). Daarom heeft de Europese Unie de Vogelrichtlijn (Council of the European Communities, 1979) en Habitatrichtlijn (Council of the European Communities, 1992) opgesteld, ter bescherming van inheemse plant- en diersoorten en waardevolle habitattypen (Eionet., z.d.; Mézard et al., 2008). Iedere EU-lidstaat dient beschermde gebieden aan te wijzen welke van Europees belang zijn voor soorten en habitattypen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden samen vormen het zogeheten Natura 2000-netwerk (Crofts, 2014; Eionet., z.d.; Mézard et al., 2008).

In Nederland zijn er in totaal 163 verschillende Natura 2000-netwerkgebieden, waarvan 341.000 hectare bestaat uit terrestrisch gebieden, die aangewezen zijn met allen specifieke instandhoudingsdoelstellingen (Ministerie van Natuur en Landbouw, z.d.-b). Binnen drie jaar na aanwijzing van een nieuw gebied dient er een beheerplan te worden opgesteld, welke de te treffen maatregelen beschrijft, wie deze uitvoert en hoe deze gemonitord gaan worden (Ministerie van Natuur en Landbouw, z.d.-a). De monitoring wordt vooral uitgevoerd volgens de Subsidie Natuur en Landschap (SNL) methodes, waarbij in het veld inventarisaties worden uitgevoerd en de omvang en kwaliteit van de habitats worden bepaald (BIJ12, z.d.; Provincie Noord-Brabant, 2018a). Vanuit de Europese Unie heeft Nederland de verplichting om iedere zes jaar een rapportage te geven over het behoud van de Natura 2000-netwerkgebieden (Provincie Noord-Brabant, 2018a; Taakgroep Natuurkwaliteit en monitoring, 2012).

In het Geopark bevinden zich vijf Natura 2000-gebieden (figuur 10 in hoofdstuk 3.) verdeeld over de provincies Noord-Brabant en Limburg. In elk gebied bevinden zich ook verschillende (bijzondere) soorten flora en fauna. Enkele hiervan staan ook op de rode lijst en zijn mede ook in de Natura 2000-gebieden geplaatst op specifiek beschermd te worden.

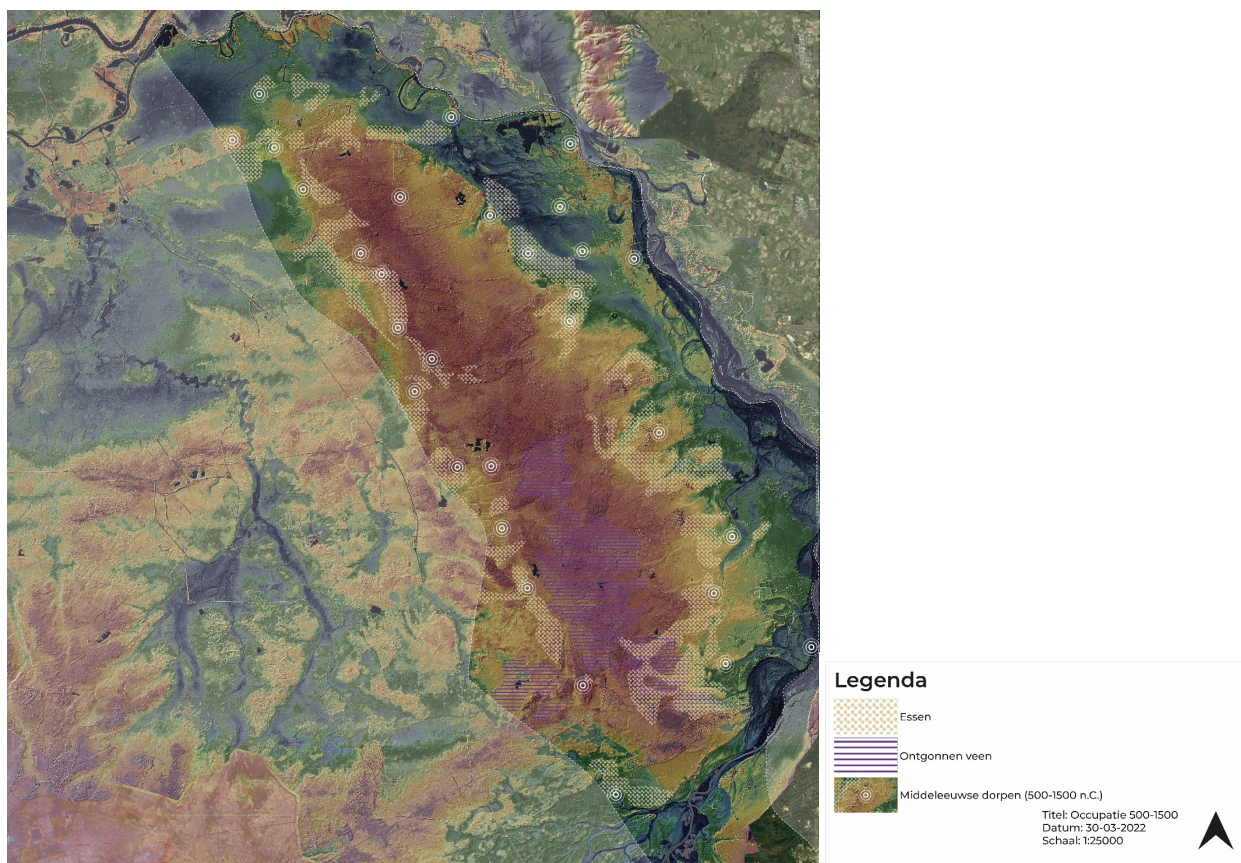
Het meest noordelijke Natura 2000-gebied in het Geopark is de Oeffelter Meent, in de gemeentes Boxmeer en Cuijk (Provincie Noord-Brabant, 2017b). Het gebied beslaat 101 hectare en is gelegen aan de zuidkant van de uiterwaarden van de Maas, op een grofzandige oeverwal van de vroeger rivierloop (Natura2000, z.d.-h). Een tweede Natura 2000-gebied dat een oppervlakte van 277 hectare heeft, gelegen in gemeentes Boxmeer en Venray, wordt Boschhuizerbergen genoemd (Provincie Limburg, 2017). Kenmerkend voor Boschhuizerbergen is dat het een stuifzandgebied is waar de ontwikkeling van jeneverbesstruwelen voorkomt. Naast de jeneverbesstruwelen dienen de arme gronden ook als houtproductie plaats van naaldbossen (Natura2000, z.d.-a). Iets ten westen van Natura 2000-netwerkgebied Boschhuizerbergen, ligt Natura 2000-gebied Deurnsche Peel & Mariapeel. De Deurnsche Peel & Mariapeel bestaat uit drie deelgebieden: Deurnsche Peel, Mariapeel en Grauwveen. Deze gebieden samen beslaan 2734 hectare, gelegen in de gemeentes Deurne, horsten aan de Maas, Peel en Maas en Venray (Provincie Noord-Brabant, 2017a). De Deurnsche Peel is typerend door de turfwinning die in de jaren zeventig heeft plaatsgevonden. De sporen in het gebied zijn nog altijd duidelijk zichtbaar en er ontstaat hoogveen. Dit geldt ook in het (deel)gebied de Grauwveen. De Mariapeel is juist te herkennen aan haar rijke afwisseling van heideterreinen veen(putten) en moerassen (Natura2000, z.d.-b). Een nabijgelegen Natura 2000-gebied iets ten zuidwesten van Natura 2000-gebied de Deurnsche Peel & Mariapeel ligt de Groote Peel. Natura 2000-gebied de Groote Peel heeft een oppervlakte van 1348 hectare, die onder de gemeentes Asten, Nederweert en Peel en Maas vallen (Provincie Noord-Brabant, 2017a). De Groote Peel bestaat uit twee afzonderlijke gedeelten: de Astense Peel, in Noord-Brabant, en de Ospelse Peel, in Limburg. Kenmerkend aan de Astense Peel is dat het gebied in de 19^{de} eeuw grootschalig is afgegraven. Voor de Ospelse Peel zijn het de hoogveensoorten, die zijn ontstaan door boerenkuilen, kenmerkend (Natura2000, z.d.-c). Het meest zuidelijke Natura 2000-gebied dat zich in het Geopark bevindt is

Natura 2000-gebied Leudal, gemeente Leudal, met een oppervlakte van 340 hectare (Provincie Noord-Brabant, 2017a). Typerend voor het gebied zijn de meanderende beken. Daarnaast bestaat het gebied voornamelijk uit bossen die zich in de laaggelegen dalgronden gevestigd hebben (Natura2000, z.d.-f).

Occupatie middeleeuwen (500-1500 n.C.)

De meeste Brabantse en Limburgse dorpen die zich in het Geopark bevinden zijn in de vroege middeleeuwen ontstaan. Destijds had het Geopark een vrij nat landschap en waren alleen de hogere en drogere delen bewoonbaar, op de dekzanden. In de twaalfde eeuw veroorzaakte een grote ontginningsgolf dat de bewoning verschoof en de akkers groter werden. Doordat de bevolking zich uitbreidde was het namelijk noodzakelijk om ook op de kleine dekzanden te gaan wonen (Timmers, 2021).

Over de dorpen in het gebied tijdens de middeleeuwen is iets opmerkelijks te concluderen, namelijk dat op de hoger gelegen delen geen bewoning was (figuur 6). De voornaamste reden hiervoor is dat het hoogste deel van het Geopark, de Peelhorst, in de middeleeuwen erg nat was. Dit natte veengebied was slecht bereikbaar en niet bewoonbaar. Hierdoor werd het turf maar mondjesmaat gewonnen (Haartsen, 2009b).



Figuur 6 Occupatie tussen 500-1500 n.C. (Haartsen, 2009c; Ministerie van Onderwijs, 2018; QGIS, 2021).

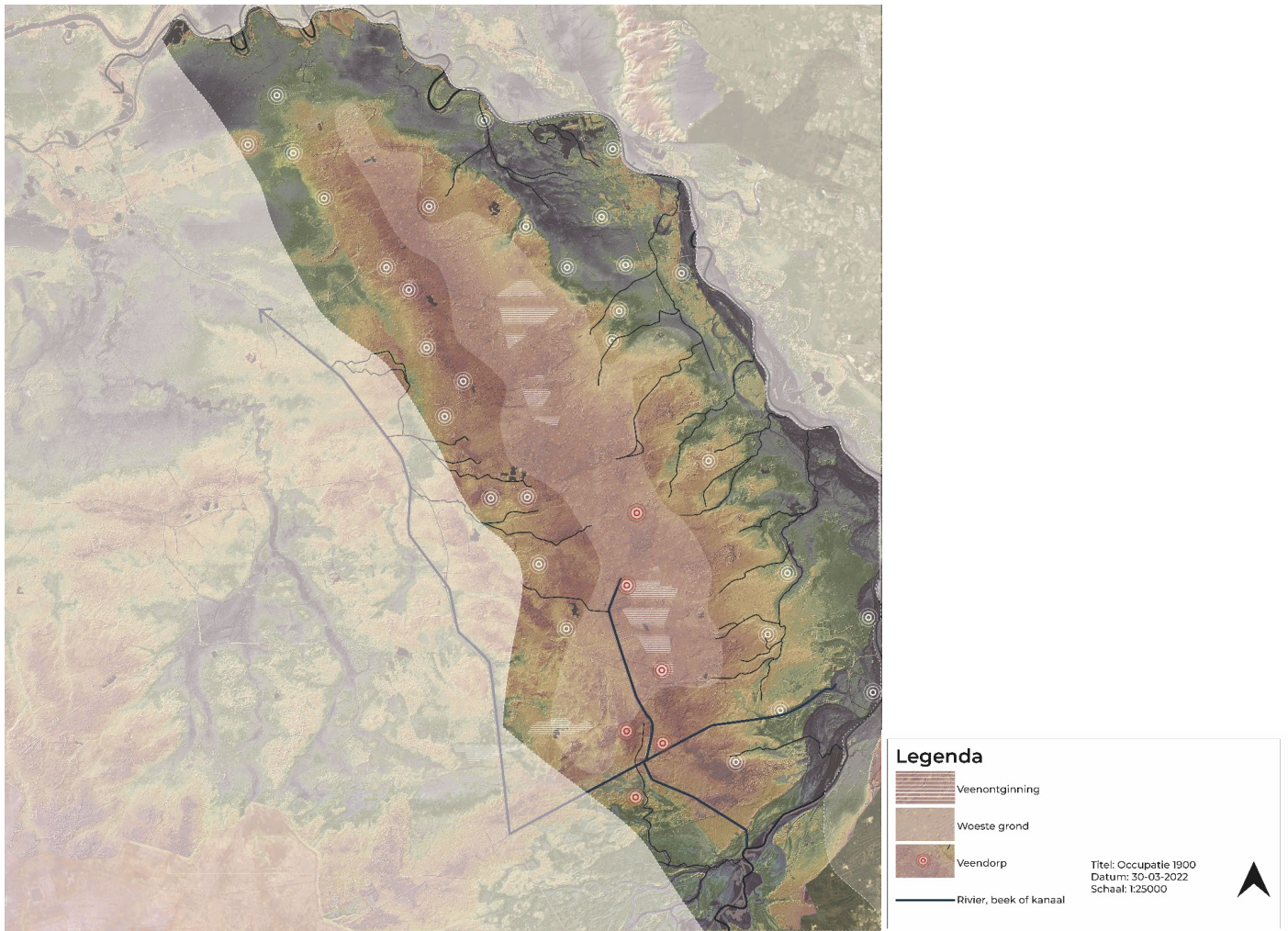
Een andere reden van de bewoning op de flanken, zijn de vele beken die hier stromen. Langs deze beken werden weiden aangelegd die in het vroege voorjaar expres overstroomd werden om voedsel en slibrijk beekwater op te nemen. Zo ging het beekwater verzuring tegen en werden de belangrijkste voedingsstoffen achtergelaten (Haartsen, 2009b). Daarnaast zijn de essen een belangrijke factor geweest rondom de ligging van de middeleeuwse dorpen. Een es werd namelijk gebruikt als een bouwlandcomplex, om dit vruchtbaar te maken. Dit werd gedaan aan de hand van dierlijk mest van vee om zo een bemestingssysteem te ontwikkelen voor heideplaggen en graskluiten (Timmers, 2021).

Op de armere dekzanden stonden van oorsprong eikenberkenbossen en op de rijkere dekzanden stonden beuken-eikenbossen. In de middeleeuwen kwam bos onder druk te staan door de groeiende vraag naar productiehout. Daarom werden de beukenbossen als eerst gekapt vanwege het goede brandhout. De beuken werden vervangen door berken en vervolgens verdwenen de eiken als gevolg van de overbeweiding door varkens. Hierdoor ontstonden op deze plekken heidevelden. Ten slotte verdwenen de berken ook door overbeweiding, waardoor grasheide ontstond (Haartsen, 2009b).

Occupatie (1900)

De uitvinding van kunstmest heeft invloed gehad voor de inrichting van landbouw op zandgebieden. In de periode voor kunstmest was er een evenwicht tussen bouwland, grasland en heide op een boerenbedrijf. Het vee zorgde voor mest waardoor de akkers vruchtbaar werden om er knollen en groenten op te verbouwen. Op de arme zandgronden was het daarom essentieel om dierlijk mest te gebruiken om iets te kunnen telen (Haartsen, 2009a, 2009b).

Door de aanleg van de Zuid-Willemsvaart, in 1900, werd turf op een grotere schaal afgegraven (figuur 7). Dwars aan het kanaal werden rechte sloten gegraven om zo makkelijk bij het veen te kunnen komen. Toen het kanaal af was, kon het afgraven van veen voortgezet worden (Haartsen, 2009b). Nadat het veen was gewonnen, werd het land gebruikt als bouwland of als bos. Hierdoor zijn op deze plekken nieuwe dorpen ontstaan (figuur 7).



Figuur 7 Occupatie in 1900, het ontstaan van nieuwe dorpen (rood; Topotijdreis, z.d.)

Door de opkomst van het winnen van steenkool was er veel naaldhout nodig om de mijngangen te stutten. Ook werden er aan de randen van het veen naald- en loofbossen aangeplant voor de houtproductie. Daarnaast werden op grote schaal (naald)bossen aangelegd, aangezien er door een gebrek aan mest lastig landbouw bedreven kon worden (Renes, 2011). Ook de elzenbroekbossen rond de beken en rivieren werden omgevormd tot weideakkers toen het de hogere gronden moeilijker werd om landbouw uit te oefenen (Haartsen, 2009b). De ontginningslandschappen op de zandgronden zijn kenmerkend door de rechtlijnigheid van landbouwgronden en waterwegen. Naast landgoedachtige, grootschalige ontginningen zijn er ook kleinschaligere boerenontginningen aanwezig (Renes, 2011).

Occupatie (2021)

Met de komst van kunstmest, in 1930 in Nederland, is het landgebruik in het Geopark enorm veranderd. Hierdoor was het voor verschillende boerenbedrijven mogelijk om een schaalvergroting uit te voeren. Maar de kleine gemengde bedrijven konden het niet overleven. Daarom gingen menige bedrijven zich specialiseren, bijvoorbeeld in veehouderij. Hierdoor werd de connectie tussen bedrijf en omgeving kleiner, wat ertoe leidden dat benodigdheden van ver moesten komen. Hierdoor kwam meer grond vrij dat vooral door de veehouderij werd gebruikt om veevoer op te verbouwen. Kavels werden opnieuw ingericht door de ruilverkaveling. Het gevolg hiervan is dat het landschap er vanboven blokvormig uit gaat zien. Door de rechte kavels ontstonden er ook rechte sloten en kanalen die het gebied efficiënt afwaterden (figuur 8; Haartsen, 2009b).



Figuur 8 Occupatie van 2021. Te lezen van boven naar onder. Links weergaven van rivier de Aa die rechtgetrokken is om water sneller uit het gebied te krijgen, midden schaalvergroting van de kavels en rechts zijn de veengebieden omgevormd naar landbouwgrond (Topotijdreis, z.d.).

Landbouw

Er wordt vaak gesproken over dé (intensieve) landbouw, dit is echter een incorrecte benaming. De landbouwsector is een pluriforme sector geworden, waarin er onderscheid gemaakt is tussen grondgebonden landbouw (melkveehouderij en akkerbouw) en niet-grondgebonden landbouw (varkens- en pluimveehouderij en glastuinbouw; Verkaik & Souwer, 2001).

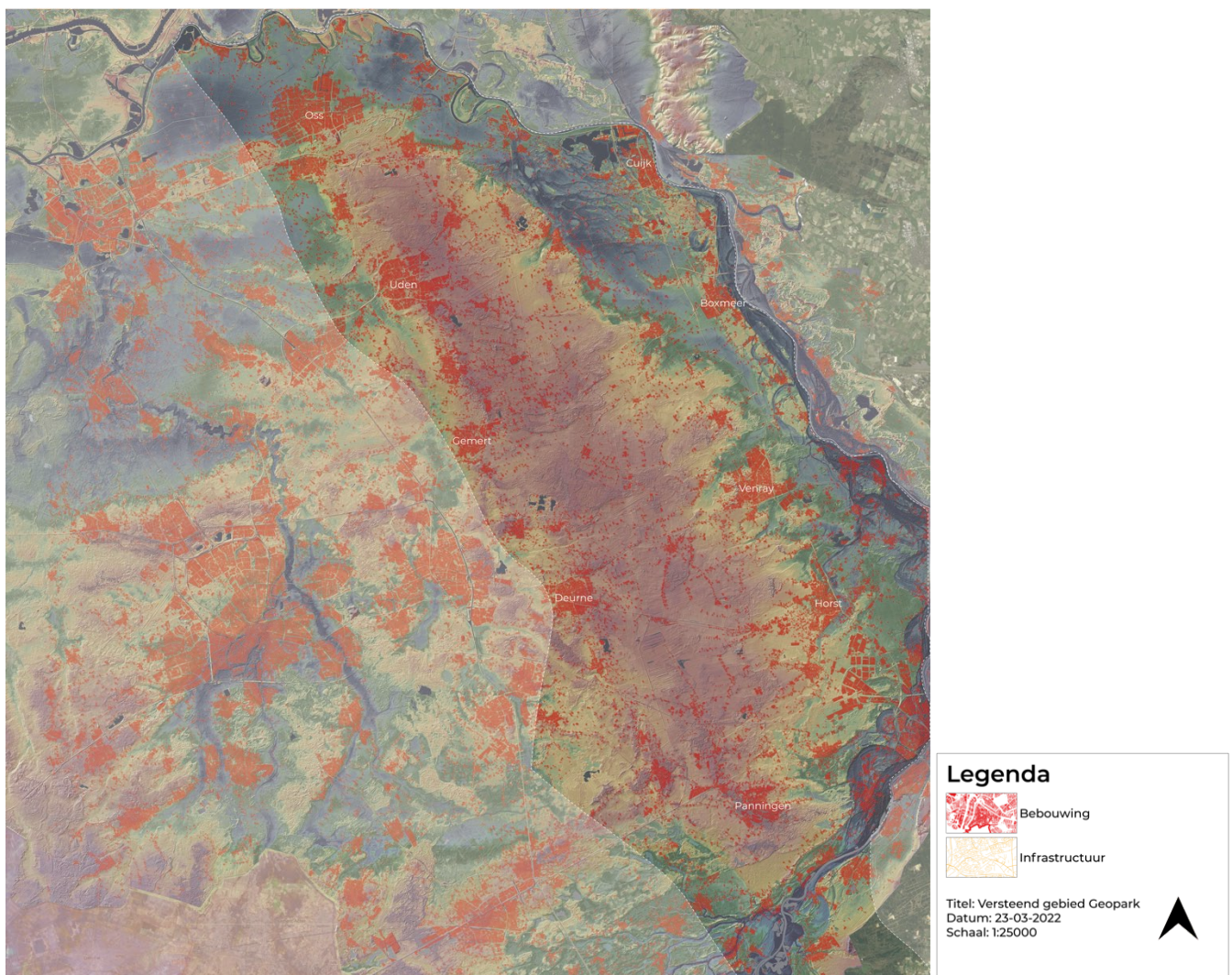
Landbouw wordt beschreven als een sector waar de eerste levensmiddelen vandaan komen. Toch blijft het een bewogen sector met betrekking tot duurzaamheid. In Nederland zijn er verschillende actoren, zoals ondernemers, burgers, overheden en maatschappelijke organisaties, die acties ondernemen om de landbouwsector duurzamer te maken (Montfoort, 2015). Zo willen verschillende actoren dat de footprint vanuit de intensieve landbouw omlaag gebracht wordt, maar dat de boeren

nog altijd economisch onafhankelijk blijven van het Rijk (Groot, z.d.; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020; Provincie Noord-Brabant, 2010). Het doel is om (natuur) gebieden te verduurzamen en de leefbaarheid te verbeteren (Montfoort, 2015; Provincie Noord-Brabant, 2014). Dus hoe meer mensen beseffen dat werken aan transities een bijzonder aanpak vraagt, des te beter er kan worden ingespeeld op deze veranderingen (Montfoort, 2015).

Uit verschillende onderzoeken (Didde, 2017; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, z.d.; Van Nimwegen & Jacobs, 2021) blijkt ook, dat de positiefste benaming voor de landbouw transitie “duurzame landbouw” is (Bijlage 3.). Deze term werd als een positieve verandering richting de toekomst beschreven. Daarbij voelen boeren zich gehoord en betrokken bij het ontwikkelen van een duurzamere landbouw sector (Didde, 2017; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, z.d.; Van Nimwegen & Jacobs, 2021). Het doel is om de landbouw zo om te vormen dat de footprint eerst regionaal verminderd wordt, zodat het uiteindelijk mondiaal verbeterd wordt. Een van de regionale gebieden die in het Geopark hier mee bezig is, is de Peelhorst.

Bebouwing

Het Geopark bestaat uit verschillende grote steden: Oss, Uden, Cuijk, Boxmeer, Gemert, Deurne, Venray, Horst, Panningen en Roermond (klimaatonderlegger reikt niet tot Roermond; figuur 9). De steden bevinden zich voornamelijk op de flanken van de Peelhorst en niet tot weinig op de hoogste of laagste delen van het Geopark.



Figuur 9 Weergaven van de bebouwing (rood) en infrastructuur (crème) in het Geopark (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2019; ESRI, 2022a, 2022b).

Bijlage 2. Gebiedsanalyse

Bijlage 2.1. Uittreksel Omgevingsvisie

In 2018 is Brabant een welvarende provincie met een afwisseling van de hightech Brainport en natuurgebieden, zoals de Biesbosch, de Peel en de Maashorst. Provincie Noord-Brabant streeft door samenwerken naar een kwalitatief beter leven voor de inwoners van Brabant. Deze leefomgeving moet overgegeven gaan worden aan toekomstige generaties, vandaar dat er zorg gedragen moet gaan worden voor een mooie, veilige en gezonde leefomgeving.

Eenvoudig beter

De transitie naar de Omgevingswet komt eraan en is een grote wettelijke herstructurering van het beleid in Nederland. In de Brabantse Omgevingsvisie staan de doelen van de Omgevingswet centraal, om zo beter aan te sluiten bij de toekomstige Omgevingswet.

Handvatten voor onze leefomgeving

Met de Omgevingsvisie geeft de Provincie Noord-Brabant richting aan de doelen die er liggen voor de fysieke leefomgeving.

Uitwerking in programma's

De ambitie van de Omgevingsvisie is het beantwoorden van de vraag: "Hoe moet de Brabantse leefomgeving er in 2050 uitzien?". Om de ambitie van 2050 te behalen wordt er eerste gekeken naar het jaar 2030.

Draagkracht en draagvlak

Om transities door te kunnen zetten is draagvlak bij de betrokkenen en draagkracht van de uitvoerende partij nodig. Wanneer er geen draagkracht en draagvlak is voor een bepaald initiatief, dan zal er meer tijd vrijgemaakt moeten worden om dit project te kunnen realiseren.

Hoofdstuk 1 Foto van Brabant 2018

1.1. Brabant in vogelvlucht: visit Brabant.

Brabant is onderdeel van het grootstedelijk netwerk van Nederland en de Europese Deltametropool. Brabant is koploper van de Nederlandse economie en heeft een belangrijke rol op de thema's: hightech, industrie, logistiek en agrofood. Daarnaast is er landschappelijk diversiteit in Brabant, zoals kleine coulisselandschap doorsneden door beken en daarnaast jonge, open en grootschalige landschappen.

West-Brabant is een verbindingszone tussen Rotterdam en Antwerpen. Dit heeft de ontwikkeling van dit gebied sterk beïnvloed. In het westen van Brabant is een dynamisch landschap aanwezig van nat tot droog, zoet tot zout en zand tot klei. Hierdoor ontstaat een rijk gevarieerd landschap van open zeekleipolders tot hoge beboste wallen.

In het midden van Brabant is een stedelijk netwerk aanwezig. Het gebied tussen 's-Hertogenbosch, Eindhoven, Tilburg, Helmond en Breda. In dit gebied is de hightech Brainport aanwezig. Het midden van Brabant kenmerkt zich door cultuurhistorische en landschappelijke waardevolle plekken met zandverstuivingen en heiden.

Op de Peel is een prachtig veengebied aanwezig, waar de inwoners van Brabant recreëren. Daartegenover staat het intensieve landbouwgebieden met een grote agrarische sector.

1.2. Brabant breed: Hoe staan we ervoor?

Ten behoeve van de Omgevingsvisie is een milieueffectenrapport (plan-MER) opgesteld. Hoe de situatie er nu voor staat in Brabant is gebaseerd op het milieueffectenrapport.

Mens & leefomgeving

Brabant heeft een relatief gunstige gezonde en veilige leefomgeving. Toch zijn er een aantal aandachtspunten: industrie, landbouw en verkeerveiligheid. Bij het thema klimaatadaptatie komt naar voren dat Brabant zowel in het stedelijke gebied, als het buitengebied nog niet optimaal ingericht is.

Biodiversiteit en natuurkwaliteit

De biodiversiteit in Brabant loopt al jaren terug. Het realiseren en versterken van het Natuurnetwerk Brabant heeft positieve effecten op de biodiversiteit. Desondanks is nu het geval dat Natuurnetwerk Brabant zich ontwikkelt op het gebied van biodiversiteit, terwijl dit in het agrarische gebied sterk afneemt.

Erfgoed & cultuurhistorie

Brabant kenmerkt zich door de historische waardevolle landschappen en monumenten. De zichtbaarheid van deze waardevolle plekken is een aandachtspunt.

Natuurlijk en historisch kapitaal

De bodem-, grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit is de afgelopen jaren in Noord-Brabant afgenomen. Voor grondstoffen en energie ligt de Provincie op schema.

De mobiliteit in Brabant is redelijk en zal de komende jaren toenemen. De landbouw is een belangrijke economische factor, maar heeft tegelijkertijd ook een negatief effect op de kwaliteit van de leefomgeving (water, lucht en bodem).

Welvaart en bereikbaarheid

Deze resultaten zijn relatief gunstig, door het gunstige vestigingsklimaat.

Hoofdstuk 2 Panorama 2050.

In dit hoofdstuk wordt de invulling van Brabant 2050 op het gebied van vernieuwing, welvaart, verbinding en klimaatproof.

2.1. Brabant in vogelvucht: Brabant revisited.

In West-Brabant zijn in de toekomst veel windmolens te vinden ten behoeve van energieopwekking. In 2050 zullen ook andere innovaties, zoals wegen en gevels die energie opwekken worden toegepast. Daarnaast zal West-Brabant uitgroeien tot de topregio op het gebied van eiwitproductie, biobased producten en maakindustrie.

In het midden van Brabant is de mobiliteit volledig gebaseerd op zelfrijdende auto's en elektrische fietsen, hierdoor ontstaan er ook geen mobiliteitsproblemen meer. Een combinatie van de kennisinstituten en maakindustrie zorgt voor een snelle ontwikkeling.

In Oost-Brabant vindt er veel energieopwekking plaats door middel van zonnepanelen en windmolens. Daarnaast heeft er een transitie plaatsgevonden bij de veehouderijen in het gebied. Van monotone, grootschalige landbouw naar een gevarieerd agrarisch landschap.

Er zijn meer bloemen en wilde kruiden aanwezig in het gebied, daardoor zijn meer insecten en dieren in het gebied te vinden. Door een goede samenwerking tussen verschillende partijen wordt Oost-Brabant de topregio in de agro- en foodsector. Plantaardige teelten en veehouderijen vormen samen een internationaal circulair systeem waarin minimale negatieve effecten ontstaan voor lucht, water

en bodem. De Peelhorst draag bij aan de eigen identiteit en aantrekkelijkheid van Oost-Brabant. Een cultuurhistorisch fenomeen in Oost-Brabant, het maasheggenlandschap, versterkt dit ook door de Unesco-status. De inwoners van hightech Oost-Brabant zijn vaak te vinden in de natuurgebieden in de omgeving. Er is hierbij een afwisseling tussen de hightech woon- en werksfeer en de unieke natuurgebieden.

2.2. Brabant welvarend, verbonden, klimaatproof en vernieuwd.

Brabant is welvarend in brede zin

Door een goed vestigingsklimaat en de voortrekkersrol in de verandering naar een duurzame en innovatieve economie is er in Brabant een versterkte internationale concurrentiepositie.

Brainport heeft hierbij een belangrijke rol, door internationale samenwerking aan te gaan. Brabant is het gebied dat door innovatieve ontwikkelingen de maatschappelijke vraagstukken heeft opgelost, zoals energie, mobiliteit en klimaat. De agrofoodsector vervult een wereldwijde voorbeeldfunctie op het gebied van circulaire landbouw. Daarnaast zijn er veerkrachtige en aantrekkelijke natuurgebieden, waardoor de bodem-, water- en luchtkwaliteit zich positief ontwikkelen. In 2050 is het natuurnetwerk robuust en zijn bodem, water, milieu, natuur en landschap op orde. Hierdoor verbeterd de leefomgeving zich voor de inwoners van Brabant.

Brabant is verbonden in brede zin

De centrale ligging tussen andere topregio's is doorgrond en er zijn relaties gelegd met andere gebieden. Ook zijn er niet alleen op nationaal of internationaal netwerken aanwezig, maar ook op lokaal gebied. Denk hierbij aan de relatie tussen de boer en de burger of het bedrijfsleven en de burger. Ook is het netwerk op het gebied van mobiliteit schoner en slimmer. Door de komst van elektrische auto, deel auto's of waterstof kan het mobiliteitsnetwerk zich ontwikkelen.

Brabant is klimaatproof in brede zin

In 2050 is Brabant totaal energieneutraal. Een samenleving waarbij er geen fossiele brandstoffen meer worden uitgestoten. De leefomgeving gaat goed om met de effecten van klimaatverandering. Ook is klimaatbestendig en gezond bouwen de standaard. Het landgebruik in het buitengebied is in 2050 ingericht op basis van het watersysteem. Zo kan dit gebied ingezet worden om de extreme van klimaatverandering op te vangen, zoals hevige neerslag en droogte.

Brabant werkt vernieuwend samen

Door open, diep, breed en rond de dialoog aan te gaan, wordt er meerwaarde gecreëerd. Alle partijen zijn hiervoor uitgenodigd en kunnen inbreng geven, hierdoor kan het wel langer duren voordat een initiatief gerealiseerd wordt. Ook wordt er op een nieuwe manier samengewerkt door meerdere doelen aan een initiatief te verbinden, zodat er multifunctioneel nagedacht wordt over het ruimtegebruik in Brabant.

Hoofdstuk 3 Van foto naar panorama.

Het panorama van Brabant geeft inzicht in het toekomstbeeld waar Provincie Noord-Brabant met alle partijen naar toe wil werken.

De vier hoofdopgaven die voor 2050 gelden:

1. Brabantse energietransitie
2. Klimaatproof Brabant
3. Slimme netwerkstad
4. Concurrerende, duurzame economie

Deze maatschappelijke opgaven zijn niet los van elkaar te beschouwen en moeten gelijktijdig aangepakt worden. Bij het bepalen van de aanpak om deze hoofdoggaven aan te pakken is er gekozen voor een gebied specifieke benadering waarbij de kansen en knelpunten worden aangepakt.

Hoofdstuk 4 Brabant vernieuwt samen.

In dit hoofdstuk wordt de noodzaak van het vernieuwend samenwerken toegelicht.

Waarom anders?

Brabant is een klein onderdeel van een groter systeem, bijvoorbeeld op het gebied van economie, luchtkwaliteit en netwerk. De verweving met het buitenland zorgt ervoor dat intensiever en efficiënter moeten gaan samenwerken met andere partijen.

Veranderend samenspel

In de driehoeksverhouding overheid, samenleving en bedrijfsleven is er sterke betrokkenheid van het bedrijfsleven en de samenleving om initiatieven op te pakken en het maatschappelijk vraagstuk op te lossen.

4.1. Naar een beter samenspel.

Een hulpmiddel om alle belangen vanaf het begin mee te nemen is het 'diep, rond en breed' kijken naar een maatschappelijk vraagstuk.

Diep kijken: alle diepere lagen van het landschap worden ook meegenomen in de dialoog. Het landschap bestaat namelijk uit verschillende lagen, die elk hun eigen veranderingssnelheid en mate van onomkeerbaarheid hebben.

Rond kijken: niet sectoraal gekeken, maar juist integraal. Een balans tussen people, planet en profit moet ontstaan. Door het kijken naar verschillende sectoren zoals economisch, ecologisch en sociaal vlak kunnen er relaties gelegd en meerwaarde gecreëerd worden.

Breed kijken: er wordt vanaf verschillende perspectieven naar het vraagstuk gekeken.

4.2. Wie doet wat?

Gemeenten eerste, dan overheid

De gemeenten zijn de eerstverantwoordelijken bij het ontwikkelen van de fysieke leefomgeving. Zij mogen hierin een eigen invulling geven aan het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving. Sommige taken kunnen vanwege het schaalniveau niet door de gemeenten worden uitgevoerd, hier springt de Provincie dan bij.

Provinciale rollen

De Provincie heeft drie rollen:

Richting geven: visie vormen over de vier hoofdoggaven

Beweging stimuleren: De Provincie heeft een groot netwerk dat ingezet kan worden.

Ontwikkelingen mogelijk maken: door hulpmiddelen zoals programma's op te stellen om doelen te behalen.

Hoofdstuk 5 Kernwaarden voor het handelen van de Provincie.

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe de Provincie Noord-Brabant wil denken en handelen in relatie tot de nieuwe Omgevingswet.

Verbinden in vertrouwen

Het samenwerken moet bestaan uit een band van vertrouwen met medeoverheden. Een Provincie die kennis en kunde deelt en partijen bijeenbrengt. 'Diep, Rond en Breed' kijken heeft als doel om verbindingen te leggen tussen belangen. Een moderne overheid schakelt tussen verschillende rollen op een natuurlijke manier. Om de doelstellingen te bereiken worden bij de hoofdpogaven bepaalde programmalijnen opgesteld die leidend zijn voor de handelingen.

5.1. We gaan voor meerwaarde-creatie.

- Ontwikkelen waardoor er meerwaarde ontstaat voor de leefomgeving. Daarbij worden mogelijke bijdragen aan sociale inclusiviteit meegenomen. Ook biedt de Provincie Noord-Brabant mogelijkheden aan de inwoners om zo deze burgers erbij te betrekken.
- Het bevorderen van duurzame initiatieven.
- Initiatieven moeten de claims van verschillende partijen behartigen om doorgevoerd te worden.
- Op ecologisch en sociaal-cultureel opzicht, moet er gezorgd worden voor een kwalitatief beter leven.
- Slimme oplossingen toepassen (gekeken naar het buitenland).
- Er wordt waarde gestuurd gewerkt. Aandacht voor de bedoeling en het middel is bijzaak.

5.2. We gaan voor technische en sociale innovatie.

- Het stimuleren van duurzame innovaties en ondersteunen om uit te groeien naar economische waarde.
- Brabant is een 'living lab' waar nieuwe ideeën uitgetest en verder ontwikkeld kunnen worden.
- De dialoog op gang brengen samen met initiatiefnemers en bedrijven.
- De regelgeving door ontwikkelingen vernieuwen, zodat bepaalde initiatieven voorrang kunnen krijgen.
- Sociale innovatie vanuit de maatschappij is noodzakelijk om tot meerwaarde te komen.

5.3. We gaan voor kwaliteit boven kwantiteit.

- Het ontwikkelen van economische activiteiten moet steeds meer verbonden worden met een duurzame maatschappij. Hierdoor ontstaat welvaart voor alle Brabanders. Kwaliteit boven kwantiteit en circulair boven lineair.
- Het stimuleren van circulaire economie om tot economische ontwikkeling te komen.
- Het hergebruiken van grond- en hulpstoffen, aangezien de ruimte in Brabant schaars is.
- Complementariteit is belangrijk en de regionale verschillen worden gewaardeerd.
- Circulariteit staat voorop bij subsidieverstreking, inkoop, aanbestedingen en grondbeheer.

5.4. We gaan voor steeds beter.

- Naast de vier hoofdpogaven voert de Provincie Noord-Brabant ook wettelijke taken uit.
- Het streven is het constant verbeteren van de leefomgeving. Hierbij wordt de samenwerking gezocht binnen en buiten Brabant om oplossingen zo optimaal mogelijk door te voeren.

5.5. We gaan voor proactief en preventief boven gevolgbeperking en herstel.

- Door naar de factor tijd te kijken, wordt er ook expliciet gekeken naar de toekomstige effecten.

Hoofdstuk 6 Hoofdpogaven voor de toekomst.

In dit hoofdstuk worden de vier hoofdogaven verder toegelicht. Deze ambities zijn zeer hoog, maar zijn bedoeld als inspanningsverplichtingen die richting geven aan ons handelen in de leefomgeving.

6.1. Een basisopgave en vier hoofdogaven.

Het doel van de Omgevingswet is een balans te vinden tussen het optimaal benutten van de leefomgeving en het beschermen van de omgevingskwaliteit. De visie geeft richting in de opgaven die spelen in Brabant.

Samenhang in de opgaven

De vier hoofdogaven worden in dit hoofdstuk apart benoemd en toegelicht, zodat elke opgaven uitgebreid besproken kan worden. Bij de uitvoering van deze opgaven moeten deze opgaven in verband met elkaar gezien worden.

6.2. De basisopgave: werken aan veiligheid, gezondheid en omgevingskwaliteit.

Doel 2050:

“Brabant heeft een goede leefomgevingskwaliteit doordat wij op alle aspecten beter presteren dan wettelijk als minimumniveau is bepaald. Brabant staat met zijn TOP-landschap van oude en nieuwe landschappen in de top 5 van Europa. De biodiversiteit binnen en buiten de natuurgebieden is op orde, de lucht- en waterkwaliteit voldoet en de bodem is vitaal.”

De Omgevingswet vraagt ernaar om de basisopgaven ook op orde te krijgen. Een veilige en gezonde leefomgeving met een goede omgevingskwaliteit. Deze opgaven omvat verschillende aspecten, zoals schoon water, lucht en bodem. Elke ontwikkeling moet dus ook bijdragen aan het verbeteren van de omgevingskwaliteit.

Een gezonde leefomgeving

Een gezonde leefomgeving omvat het bevorderen van de gezondheid en welzijn van inwoners. Dat heeft positieve effecten op de vitaliteit, productiviteit, geluk en veerkracht van de samenleving.

Een veilige leefomgeving

Een veilige leefomgeving wordt behaald wanneer risico's worden teruggedrongen. Een groot onderdeel hiervan is de waterveiligheid in relatie tot klimaatverandering.

Een goede omgevingskwaliteit

Wanneer de basis op orde is en er in Brabant een goed woon-, werk- en verblijfsfeer aanwezig is, is er een goede omgevingskwaliteit. De waardevolle karakteristieken van een landschap worden verbonden aan nieuwe uitdagingen in het gebied.

Wat gaat er in ieder geval gebeuren?

1. Ondergrond
 - Het beschermen van grondwaterwinningen voor de menselijke consumptie.
 - Beleid ontwikkelen dat gericht is op het vitaal maken van de bodem.
 - De kwaliteitsdoelen van oppervlakte- en grondwater bereiken door intensief samen te werken met andere partijen.
 - Aardkundig waardevolle gebieden of verschijnselen worden beschermd.
 - Archeologisch erfgoed moet herkenbaar en zichtbaar aanwezig blijven.
2. Netwerklaag
 - Het identificeren van de landschappelijke kwaliteiten van Brabant.
 - Het ontstaan van unieke landschappen door streek- of gebiedsidentiteit te versterken.
 - Het beschermen en ontwikkelen van cultuurhistorisch waardevolle gebieden.

- Het afronden van het Natuurnetwerk Brabant, waarbij het een robuust gebied is en blijft.
- Instandhoudings- en herstelwerkzaamheden om Natura 2000-netwerkgebieden van kwaliteit te voorzien.

3. Bovenlaag

- Voor specifieke leefgebieden van soorten beleid ontwikkelen.
- De ontwikkeling moet kwaliteit toevoegen aan de plek.
- Het ontwikkelen van een goede aanpak voor (toekomstig) leegstaande gebouwen.
- Het maximaal terugdringen van emissies van fosfaat, stikstof en andere stoffen.
- Het beschermen van duisternis- en stiltegebieden.
- Het aanpakken van geluidsoverlast langs infrastructuur dat provinciaal is.

Hoe doen we dat?

Een modern perspectief aannemen door te streven naar meervoudig ruimtegebruik. Behoud en ontwikkeling moeten elkaar gaan versterken. Daarnaast is het verplicht vanuit de Omgevingswet om drie onderwerpen uit te werken, namelijk geluid, water en natuurbeheer.

6.3. Werken aan de Brabantse energietransitie.

Doel 2050:

“100% duurzame energie, grotendeels afkomstig uit Noord-Brabant.”

Waarom?

75% van de totale uitstoot aan broeikasgassen ontstaat door de verbranding van fossiele brandstoffen. Een beperking van de broeikasgassen uitstoot ontstaat wanneer erop bespaard wordt op brand- en grondstoffen en er overgeschakeld wordt naar een duurzame vorm van energie opwekken. Door de klimaatafspraken van Parijs is Brabant genoodzaakt om dit thema aan te pakken. Door gebruik te maken van technologische innovaties vanuit Brainport kunnen producten en diensten ontwikkeld worden die een grote bijdrage hebben bij de energietransitie.

Het doel is om in 2050 85-90% minder CO₂ uit te stoten dan in vergelijking met 1990. Het tussendoel is om in 2030 49% minder CO₂-uitstoot te produceren. Hiervoor worden twee sporen aangehouden:

- Verminderen energieverbruik: Geen ruimteclaim voor energie door minder behoefte aan energie.
- Verduurzaming energie: Grootchalig gebruik maken van duurzame opwekking van energie via zon, water, warmte en wind.

Bij deze hoofdopgraven kan Brabant de leider worden van Europa op het gebied van innovatieve energieopwekking. Daarnaast biedt het opwekken van duurzame energie kansen tot sociale samenhangen. De lokale gemeenschap zal samenwerken om het maatschappelijke rendement te verhogen. Brabant is hierbij een soort innovatieve tuin om nieuwe, duurzame vormen van energieopwekking uit te proberen.

Wat gaat er in ieder geval gebeuren?

1. Heldere koers opstellen samen met de regio's
 - De koers uit zetten door middel van de regionale energiestrategieën in samenwerking met de verschillende regio's.
 - Een concrete plaats geven aan schone energieopwekking door middel van voortvarende handelingen en besluitvorming.
2. We sluiten aan bij de Nationale Energieagenda
 - Algemene doelen worden vertaald naar de vijf transitiepaden (mobiliteit, gebouwde omgeving, industrie, elektriciteit, landgebruik en landbouw) die landelijk worden gebruikt.

- Elektriciteit: mogelijk maken van zoveel mogelijk wind- en zonprojecten. Belangrijke hierbij zijn draagvlak en sociale randvoorwaarden.
 - Industrie: het elektrificeren van processen en het gebruik maken van duurzaam opgewekte stroom.
 - Gebouwde omgeving: energieneutraal gebouwde omgeving in 2050. De rol van de Provincie Noord-Brabant is hierbij het beginnen en versnellen van de beweging die op gang gaat komen.
 - Mobiliteit: energieverbruik verminderen door het onnodig energieverbruik bij het vervoer van goederen en personen te verlagen. Hierbij is de ambitie dat de infrastructuur in 2050 meer duurzame energie oplevert dan er nodig is voor het in stand houden van de huidige infrastructuur.
 - Landbouw/landgebruik: het beperken van het uitstoten van broeikasgassen. Ook het opslaan van CO₂ in de bodem door duurzaam grondbeheer is een belangrijk aspect.
3. We wentelen onze opgave in beginsel niet af op onze omgeving
 - De energie moet grotendeels afkomstig zijn uit Noord-Brabant. Een gedeelte van de oplossing ligt ook buiten de Provincie Noord-Brabant, hierbij kunnen we gebruik maken van elkaars kennis en kunde op het gebied van energietransitie.
 4. We verbinden de energieopgave met zoveel mogelijk andere maatschappelijke opgaven
 - Er wordt een bijdrage geleverd aan de energietransitie wanneer er andere maatschappelijk projecten worden doorgevoerd. Duurzame energieopwekking draagt ook bij aan het circulair maken van de economie.
 5. We gaan uit van meervoudig en zorgvuldig ruimtegebruik
 - De claim op de schaarse ruimte in Brabant wordt beperkt door een integrale benadering aan te houden. Hierbij worden zoveel mogelijk combinaties met andere functies gemaakt.
 6. Alleen onder voorwaarden willen we energieopwekking in het Natuurnetwerk Brabant
 - In de Brabantse natuurgebieden is er geen plek voor windturbines of zonnepanelen. De natuurgebieden in Brabant zijn namelijk de 'Backbone van Brabant', doordat het aantrekkelijke gebieden zijn.
 7. We houden rekening met de ondergrond
 - Er moeten geen risico's ontstaan voor het grondwater door ontwikkelingen van energieprojecten.
 - Het beschermen van waarden gaat boven het plaatsen van duurzame energieopwekking projecten.

Hoe doen we dat?

Samenwerking is bij de hoofdoggaven energietransitie noodzakelijk, hierbij heeft de Provincie Noord-Brabant een stimulerende en richting gevende rol. Daarbij wordt actief gezocht naar het creëren van meerwaarde.

6.4. Werken aan een klimaatproof Brabant.

Doel 2050:

"Brabant is klimaatbestendig en waterrobuust ingericht."

Waarom?

De effecten van klimaatverandering zijn nu al heviger dan verwacht en zullen de komende jaren alleen nog maar toenemen. We zullen ons hierop voor moeten bereiden, hiervoor zijn flinke aanpassingen in de openbare ruimte nodig.

Onder klimaatproof verstaan we dat de risico's van de weerextremen in 2050 beheersbaar, aanvaardbaar en draagbaar zijn. 100% klimaatproof zijn is niet haalbaar. De samenleving moet accepteren dat er nog bepaald overige risico's aanwezig blijven.

De concurrentiepositie van Provincie Noord-Brabant kan door klimaateffecten binnen en buiten Brabant verzwakken of versterken. Klimaat veroorzaakt (mogelijk) nieuwe migratiestromen door verdroging een economische, sociale en veiligheidskwestie. Ook biedt het kansen voor het toenemende beroep op de kennis van watervoorziening, nieuwe landschappen en waterveiligheid.

Effecten op onze samenleving

Maatschappelijk effecten die invloed hebben op de kwaliteit van de leefomgeving:

- Toename arbeidsverzuim
- Meer oogstschade
- Meer hittestress, hierdoor meer ziekenhuisopnamen en sterfgevallen.
- Gezondheidsverlies door toename van allergieën en infecties, zoals luchtwegklachten.
- Flora en fauna dat verdwijnt door verschuiving van klimaatzones.

Om deze maatschappelijke effecten zoveel mogelijk te beperken is er een aanpak ontwikkeld op basis van drie deelgebieden.

1. Klimaatslimme verstedelijking

Meer ruimte voor water en groen in de stad zorgt voor minder wateroverlast en hittestress in het bebouwde gebied. Daarnaast moeten er 120.000 woningen binnen 10 jaar gebouwd worden in Brabant. Deze twee opgaves moeten gecombineerd worden binnen de opgave slimme netwerkstad.

2. Klimaatbestendige beeklandschap

Het bekensysteem is de afgelopen decennia voornamelijk gericht op het water zo snel mogelijk afvoeren ten gunste van de verstedelijking en de landbouw. Deze manier van watergebruik is niet houdbaar voor de toekomst, vanwege grote negatieve effecten door klimaatverandering. Het toekomstbeeld is dus ook een natuurlijk, slingerend, stromend bekensysteem, waarbij zoveel mogelijk water wordt vastgehouden. Piekbuien moeten opgevangen kunnen worden en water moet gereserveerd worden voor droge perioden.

Het water vasthouden en naleveren is de sleutel tot een klimaatbestendig beeklandschap. De uitdaging ligt bij het lonend maken van duurzaam bodembeheer voor agrariërs in het gebied.

3. Robuust rivierenlandschap

In de toekomst zullen in het rivierenlandschap hogere waterstanden opgevangen moeten worden. De economische waarden door de toename van het aantal inwoners achter de rivierdijken neemt toe, waardoor de noodzaak om de dijken te versterken toeneemt. Door de rivieren meer ruimte te geven wordt het rivierlandschap klimaatrobuust.

Wat gaat er in ieder geval gebeuren?

1. Klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting

- Het komen tot een klimaatbestendig en waterrobuuste inrichting is uitgewerkt in drie stappen:

1. De gevolgen van klimaatverandering voor functies in het gebied zijn bekend.
2. Opstellen van concrete doelen en strategie samen met andere partijen.
3. Ondersteunen door middelen en kennis te leveren.
 - De verbinding zoeken met gebruikers/grondbezitters.
2. Herontwikkelen van het beeklandschap
 - Samenwerken met partijen, ook buiten de Provincie Noord-Brabant is cruciaal.
3. Ondersteunen van de ontwikkeling van nieuwe teelten en teeltensystemen
 - Nieuwe teelten kunnen ervoor zorgen dat we toe werken naar een duurzaam en rendabele vorm van landbouw. Teelten die ook bijdragen aan verbeteren van de bodem- en waterkwaliteit.
4. Werken aan een robuust aantrekkelijk rivierlandschap bij Merwede en Maas
 - Het tot stand komen van maatregelen om de dijk te versterken en de rivier te verruimen. Dit in het kader van het landelijke Deltaprogramma Rivieren.

Hoe doen we dat?

- Intensieve samenwerking tussen de Provincie en medeorganisaties. Met deze partijen moet de klimaatdialoog gestart worden om zo te kijken welke maatregelen toegepast gaan worden.
- De rol van de Provincie Noord-Brabant is afwisselend.
- Een trekkersrol voor nieuwe teelten en teeltensystemen. Klimaatbestendige stad ligt de verantwoordelijkheid vooral bij de gemeenten.

6.5. Werken aan de slimme netwerkstad.

Doel 2050:

“Het stedelijk netwerk van Brabant functioneert al een samenhangend duurzaam en concurrerend netwerk van steden en dorpen als onderdeel van de Noordwest-Europese metropool. Brabant kenmerkt zich door een sterke sociale cohesie, een excellent en duurzaam woon-, leef- en vestigingsklimaat met een comfortabel, betrouwbaar en multimodaal verkeers- en vervoerssysteem en een uitstekende (digitale) infrastructuur.”

Waarom?

Om een toekomstbestendig woon-, leef- en vestigingsklimaat te creëren in Brabant is een robuust mobiliteitssysteem noodzakelijk. Hierbij nemen de verschillen in het netwerk toe.

Er is een hoge dynamiek in het stedelijk gebied, terwijl daarbuiten een krimp van de hoeveelheid mensen is. Dit komt door het veranderende verplaatsingspatroon, waarbij mensen naar de stad trekken. Daarnaast is de grote hoeveelheid goederenvervoer door Brabant een knelpunt. De bereikbaarheid staat onder druk en het leefklimaat in de stad wordt bedreigd. Er moet dus een mobiliteitssysteem gecreëerd worden met voldoende capaciteit om pieken op te vangen van de verkeersstromen.

Wat gaat er in ieder geval gebeuren?

Deze opgaven speelt zich af op verschillende niveaus, namelijk internationaal, nationaal, regionaal en lokaal. De Provincie Noord-Brabant richt zich op:

1. Duurzame ontwikkeling
 - Het daily urban system (het gebied waar inwoners zich dagelijks verplaatsen voor werk en wonen) zo optimaal mogelijk inrichten. Daarnaast zijn verschillende economisch samenhangende gebieden, waar inwoners dagelijks heen gaan, aanwezig, zoals AgriFood Capital, circulaire maakindustrie en Brainport.
 - Bij concrete marktvraag en kwalitatieve overwegingen zal het stedelijke gebied uitgebreid worden. Leegstanden kunnen worden aangepakt en klimaatrobuuste stedelijk gebied kunnen worden gecreëerd.

- Bestaande werklocaties toekomstbestendig maken. Dit is van belang voor werkgelegenheid, zorgvuldig ruimtegebruik en innovatie. Vanaf het begin bij het planproces moeten de volgende opgaven meegenomen worden: circulaire verstedelijking, bereikbaarheid, klimaat, energietransitie en de kwaliteit van het landschap.
- Het toekomstbestendig maken van de het stedelijke netwerk. Transitie op basis van duurzame energie, klimaatadaptatie en kringlopen ontwikkelen.
- Duurzaamheidsopgaven worden gekoppeld aan ontwikkelingen in het stedelijk gebied.
- De verbinding tussen landelijk gebied, stad en dorp moeten worden versterkt. De samenwerking tussen deze gebied is noodzakelijk om de bereikbaarheid en recreatieve vermogen voor de inwoners te verbeteren.
- Het stedelijk netwerk versterkt het leefklimaat en de gezondheid van de Brabanders. Een prettige leefomgeving stimuleert beweging op een natuurlijke manier wat de gezondheid verbetert.
- De nabijheid van faciliteiten vergroten om de mobiliteit te beperken. Op OV-knooppunten worden multifunctionele gebieden ontwikkeld. Hierbij is belangrijk om de bereikbaarheid van het openbaar vervoer te verbeteren.

2. Slimme en duurzame mobiliteit

- Het ontwikkelen van een betrouwbaar verkeers- en vervoersysteem, waardoor de mobiliteitsbehoeften zo optimaal mogelijk zijn. Dit geldt voor personenvervoer, maar ook voor goederenvervoer.
- Nationale corridors om de logistieke sector en bedrijvigheid te bevorderen. De internationale verbindingen moeten hierbij goed verweven worden met de stedelijke regio's.
- De ruimte voor nieuwe infrastructuur wordt steeds schaarser in de stad. Daarbij komt ook nog dat er veel technische oplossingen toegepast kunnen worden in de toekomst.
- De stedelijke distributie moet duurzamer en slimmer worden.
- Het verbeteren en aanpakken van knelpunten bij infrastructurele punten.
- Een goede balans zoeken tussen milieu en economisch belang van Eindhoven Airport.
- Het uitproberen van zelfrijdende auto's.
- Het toekomstbestendig maken van het openbaar vervoer.
- Het investeren in duurzame infrastructuur.
- Het ontwikkelen van een ruimtelijk-economisch mobiliteitssysteem, waarbij de functies ruimtelijk goed ingepast worden.
- Het creëren van een mobiliteitssysteem dat veilig is.

Hoe doen we dat?

De rol van de Provincie bij de mobiliteitsopgaven:

- Richting geven
- Het stimuleren van beweging
- Maatregelen mogelijk maken

6.6. Werken aan een concurrerende, duurzame economie.

Doel 2050: "Brabant is top kennis- en innovatieregio in Europa. Producten, materialen en grondstoffen worden op alle onderdelen van de Brabantse economie in verregaande mate hergebruikt. Niet hernieuwbare hulpbronnen worden behouden. Het streven naar het creëren van waarden voor mens, natuur en economie gaan hand in hand. De Brabantse economie is verregaand circulair."

Waarom?

Innovatieve en concurrerende economie

Door de concurrerende en internationaal georiënteerde economie, staat de Brabantse economie er goed voor. Een combinatie van een groene leefomgeving, kennis, goede digitale en fysieke infrastructuur. Brabant hoort tot de 'innovation leaders' op het gebied van energie, klimaat, mobiliteit, natuur en zorg.

Circulaire economie

Duurzaamheid wordt niet alleen vanuit het milieuperspectief gestimuleerd, maar ook uit economisch gezichtspunt benaderd. Wanneer we slim inzetten op circulaire economie zal dit voordelig zijn qua leefomgeving en financiën. Hierbij is het hergebruiken van materialen, grondstoffen en producten van belang om waarde te creëren voor natuur, economie en mens.

Drie hoofdkenmerken van circulaire economie:

1. Hoogwaardig benutten van producten, materialen en grondstoffen.
2. Het inzetten van duurzame geproduceerde en hernieuwbare grondstoffen in plaats van fossiele, niet-duurzame grondstoffen.
3. Nieuwe productiemethoden ontwikkelen om de nieuwe manier van consumeren te bevorderen.

Het sleutelwoord om snel tot verandering te komen is innovatie. In 2030 wil de Provincie Noord-Brabant de inzet van primaire grondstoffen verlagen naar 50%. In 2050 is het streven naar het creëren van waarden voor economie, mens en natuur.

Digitale economie

Inzetten op digitalisering zorgt voor het verhogen van de productiviteit en innovatie. Dit vergt veel aandacht om de digitale infrastructuur op orde maken. Internationalisering en digitalisering zijn verbonden met elkaar. De uitdaging is om nieuwe technieken te ontwikkelen die samen met digitalisering ten goede komen aan mens en maatschappij.

Wat gaat er in ieder geval gebeuren?

1. Innovatie voor een circulaire economie
 - Creatieve ideeën en nieuwe technieken worden ondersteund. Hierbij wordt vooral ingezet op vijf thema's: consumentengoederen, biomassa en voedsel, maakindustrie, kunststoffen, bouw en infrastructuur.
 - Het ondersteunen de transitie naar een circulaire economie. De accenten liggen dan bij het faciliteren, verbinden en financiering.
 - Innoveren moet ook in de mogelijkheden binnen het beleid vallen.

2. Digitalisering

Digitalisering levert een bijdrage aan de maatschappelijke vraagstukken op het gebied van leefbaarheid en duurzaamheid, maar ook andere cluster binnen de maatschappij.

- Het inzetten van digitalisering op maatschappelijke problemen op te lossen.
- In landelijke gebieden bijdragen aan een goede ICT-infrastructuur. De kansen van digitalisering moeten volop worden benut.

3. Aantrekkelijk vestigingsklimaat

Voldoende ruimte en een geschikte omgeving zijn noodzakelijk om een aantrekkelijk vestigingsklimaat te creëren. Er moet gebruik gemaakt worden van technieken en kennis van andere bedrijven, regio's en sectoren.

- Toplocaties en het onderlinge netwerk, zoals Brainport, versterken.
- De aspecten van de leefomgeving die de vestigings- en woonprovincie bepalen worden gekoesterd. Hiervoor moet geïnvesteerd worden in versterking, behoud en belevingsmogelijkheden van het landschap.

4. Agrofood

- In de toekomst wil de Provincie Noord-Brabant voorop blijven lopen op het gebied van agrarische producten en kennis. Dit vormt een belangrijke bron voor de economie. Om de top van de agrarische sector te worden is er een grote transitie noodzakelijk, hiervoor moeten inspanningen geleverd worden binnen de hele keten.
- Innovatieve ketensamenwerking worden gestimuleerd om de consumenten meer bewust te maken van de impact die de voedselproductie oplevert.
- Het beperken van de gevolgen van de primaire landbouw op het milieu.
- Kortere en schonere ketens zijn belangrijk om de negatieve effecten op het milieu tegen te gaan. Daarnaast de opgaven energietransitie gekoppeld worden aan de agrarische wereld.

5. Oog voor sociale impact

- Samenwerkingsarrangementen afsluiten met maatschappelijke partners om de opgaven aan te pakken.
- Er moet voldoende aandacht zijn voor de sociale gevolgen die bij transformatie van de economie ontstaan. Iedereen moet mee kunnen gaan met de veranderingen die plaatsvinden.

6. Goede voorbeeld

- De Provincie Noord-Brabant probeert het goede voorbeeld te geven, bijvoorbeeld door het gebruik van biobased en herbruikbare producten.

Hoe doen we dat?

De Provincie Noord-Brabant zet regulerende bevoegdheden in om de transitie te ondersteunen. De rol van de Provincie Noord-Brabant is verbindend, faciliterend en stimulerend. Bij innovaties zijn er vaak belemmeringen, door beleid worden deze (waar de Provincie dit kan) weg genomen.

Hoofdstuk 7 Tot slot: Hoe nu verder?

Sectorale beleidsdoelen staan niet in de Omgevingsvisie. Concrete doelen staan in andere plannen van de Provincie Noord-Brabant, zoals de Structuurvisie Ruimtelijke Ordening.

‘Diep, Rond en Breed’ kijken staat centraal bij het tot stand komen van de programma’s. Door het opstellen van omgevingsverordeningen worden waarden beschermt door middel van maatregelen en beleid. Twee sporen leiden tot de uitwerking van de programma’s:

- Samen met partners uitwerken van het beleid en door praktijkervaring op te doen werken aan de ambitie uit de visie.
- Een programma bestaat uit het beleid dat vertaald is naar concrete acties en het inzetten van instrumenten.

Monitoring en evaluatie

Om de vooruitgang of koers van de Omgevingsvisie bij te houden wordt er de komende jaren gemonitord. Zo kan er gekeken worden hoe het staat met de ambities en doelen en (waar nodig) bijgestuurd moet gaan worden.

Bijlage 2.2. Ruimtelijke Analyse

Samenvatting

Om de deelvraag: “Welke ontwikkelingen zijn er omschreven in de Omgevingsvisie en wat voor effect hebben die op het Geopark wanneer ze worden gerealiseerd?” te kunnen beantwoorden is een ruimtelijke analyse uitgevoerd met als output een kaart over de natuurlijke waterlopen en een kaart die gevoelige plekken aangeeft op het gebied van droogte en wateroverlast. In de analyse is van Geografische Informatie Systemen (GIS) gebruik gemaakt. Om de vraag te beantwoorden zijn twee

analyses uitgevoerd. De eerste analyse neemt het natuurlijk systeem als uitgangspositie, en de tweede analyse neemt de Omgevingsvisie als uitgangspositie.

In de eerste analyse is een berekening gemaakt van de watergangen in het Geopark, gebaseerd op de bodem en het reliëf. Het resultaat van deze analyse geeft aan waar watergangen in het gebied zouden kunnen voorkomen, wanneer het natuurlijk systeem als basis wordt genomen en factoren zoals landgebruik, afwateringssloten, en het wegpompen van bodemwater geen invloed zouden hebben op de watergangen. Dus alle factoren waarbij de mens invloed heeft uitgeoefend op het landschap, zijn niet meegenomen. Het resultaat van de eerste analyse weergeeft een kaart waarop de berekende watergangen weergegeven zijn. Bij vergelijking met de huidige watergangen kaart is te concluderen dat er op sommige plekken een groot verschil zit in waar water loopt, en waar water zou kunnen lopen wanneer naar het natuurlijk systeem gekeken wordt. Een conclusie die getrokken kan worden is dat de mens in het Geopark veel invloed uitgeoefend heeft op het watersysteem, en dit nog steeds doet. Hierdoor kunnen problemen ontstaan, doordat het natuurlijk systeem ontwricht is.

In de tweede analyse is gekeken naar de bodem, het bodemgebruik, en naar de hoogte van het gebied, gebaseerd op hoe de Omgevingsvisie beschrijft dat dit in 2050 het landschap ingericht moet worden. In de analyse is vervolgens berekend wat de effecten van de implementatie van de Omgevingsvisie zijn, op het gebied van bodem en water. Het resultaat van deze analyse geeft weer op welke plekken in het Geopark kans is op verdroging en op wateroverlast. Het resultaat van de tweede analyse concludeert dat het Geopark op veel plekken zal verdrogen, op sommige plekken zal het Geopark sterker verdrogen. Ook is de kans op wateroverlast aanwezig in 2050. Vooral aan de grenzen van het Geopark, op de lagere gedeeltes dicht bij de Maas, speelt de kans op wateroverlast. De interpretatie hiervan is dat de Omgevingsvisie weinig invloed heeft om de verdroging van het Geopark tegen te gaan, en niet genoeg maatregelen neemt tegen wateroverlast. Het antwoord op de deelvraag: “Welke ontwikkelingen zijn er omschreven in de Omgevingsvisie en wat voor effect hebben die op het Geopark wanneer ze worden gerealiseerd” is als volgt. De beschreven ontwikkelingen in de Omgevingsvisie hebben niet genoeg invloed op het Geopark om verdroging op de Peel, en wateroverlast aan de randen tegen te gaan. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat er meer maatregelen genomen moeten worden om verdroging tegen te gaan en wateroverlast te vermijden.

Omgevingsvisie

De Omgevingsvisie schetst een beeld over hoe Brabant in 2050 ingericht wil zijn, hierin wil de Provincie het landschap adapteren om bestand te zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering. Een paar punten uit de Omgevingsvisie, waar de functiesettingen van de analyse op gebaseerd zijn, zijn als volgt.

1. De Brabantse beken hebben in 2050 meer de ruimte gekregen zodat waterbeheerders ook bij extreem weer de juiste hoeveelheid water kunnen afvoeren of aanbieden.
2. Er wordt geïnvesteerd in natuur en verdrogingsbestrijding op de Brabantse bodem.
3. De eigenschappen van het beeklandschap en het grondgebruik zorgen ervoor dat wateroverlast voorkomen kan worden en dat er in tijden van droogte water vastgehouden kan worden.
4. Waar het bekenlandschap eerst gericht was op het afvoeren van water, is dit in 2050 gericht op het opvangen van piekbuien en water reserveren voor de landbouw in drogere tijden. Water langer vasthouden is hier het doel.
5. Van de rivieren wordt verwacht dat deze in de toekomst hogere waterstanden zullen hebben. De rivieren zullen verruimd worden om water op te vangen, dijken zullen verstevigd worden.

Deze punten zijn verwerkt in de instellingen van de analyse. In hoofdstuk materiaal en methode, onder het kopje toelichting tabel, staat uitgebreid uitgelegd hoe deze punten concreet verwerkt zijn in de analyse.

Materiaal en methode

Gebruikte data analyse 1 & 2

Om te bepalen wat voor effect de implementatie van de Omgevingsvisie op het Geopark in 2050 heeft, en om inzicht te krijgen in hoe watergangen in het gebied zouden voorkomen wanneer naar de natuurlijke situatie gekeken wordt, werd een kwantitatief onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek werd uitgevoerd voor het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei. Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van deskresearch. De volgende datasets werden gebruikt. Dit zijn alle datasets die in totaal zijn gebruikt:

1. SRTM 1, Arc-second Global digital elevation (United States Geological Survey, z.d.).
2. Bodemgebruik Nederland (CBS, 2017).
3. Bodemkaart Nederland (Esri, 2021).
4. AHN3 Hoogtekaart (PDOK, z.d.-b).

Tabel 1 Gebruikte datasets voor het plangebied Geopark Peelhorst en Maasvallei.

	SRTM1 DEM	Bodemgebruik	Bodemkaart	AHN3 Hoogtekaart
Gebiedsdekking	Oost-Brabant, Noord-Limburg & West-Rijnland Palts (Duitsland)	Nederland	Nederland	Nederland
Coördinaatstelsel	WGS84, omgezet naar RD New	RD New	RD New	RD New
Resolutie		N.v.t.	N.v.t.	
Opgehaald op	15 maart 2022	30 maart 2022	30 maart 2022	11 april 2022
Bron	United States Geological Survey	CBS	Wageningen University and Research	PDOK
Type dataset	Raster	Vector	Vector	Raster

Datakeuze

De keuze voor de datasets is gemaakt om de volgende redenen. De Shuttle Radar Topography Mission 1 Digital Elevation Model (SRTM1 DEM) dataset is gekozen, omdat deze makkelijk zelf te downloaden en modifieren is van de site United States Geological Survey (United States Geological Survey, z.d.). Hier is de omlijning van het Geopark in te plaatsen en zo kan heel precies de DEM file van het Geopark gedownload worden. Verder is deze dataset gemaakt door twee radarbeelden te combineren, dit geeft een realistischer beeld van de werkelijkheid dan wanneer er slechts één radarbeeld gebruikt was (Earth Resources Observation And Science (EROS) Center, 2017). De DEM is gekozen omdat dit de geschikte dataset is waarmee gerekend kan worden in de analyse omdat deze dataset een representatief beeld aanlevert hoe de bodem en het reliëf van het Geopark functioneren. De bodemgebruik dataset is gekozen omdat deze een recent, en volledig beeld geeft van elke vierkante meter van Nederland, hoe het bodemgebruik ingevuld is. De bodemkaart is gebruikt, omdat het een gebiedsdekkende kaart van een betrouwbare bron is. Wageningen University en Research heeft deze bodemkaart opgesteld en beschikbaar gesteld. De hoogtekaart is gebruikt omdat deze, op klein schaalniveau, te downloaden is en gebiedsdekkend beschikbaar is.

Datakwaliteit

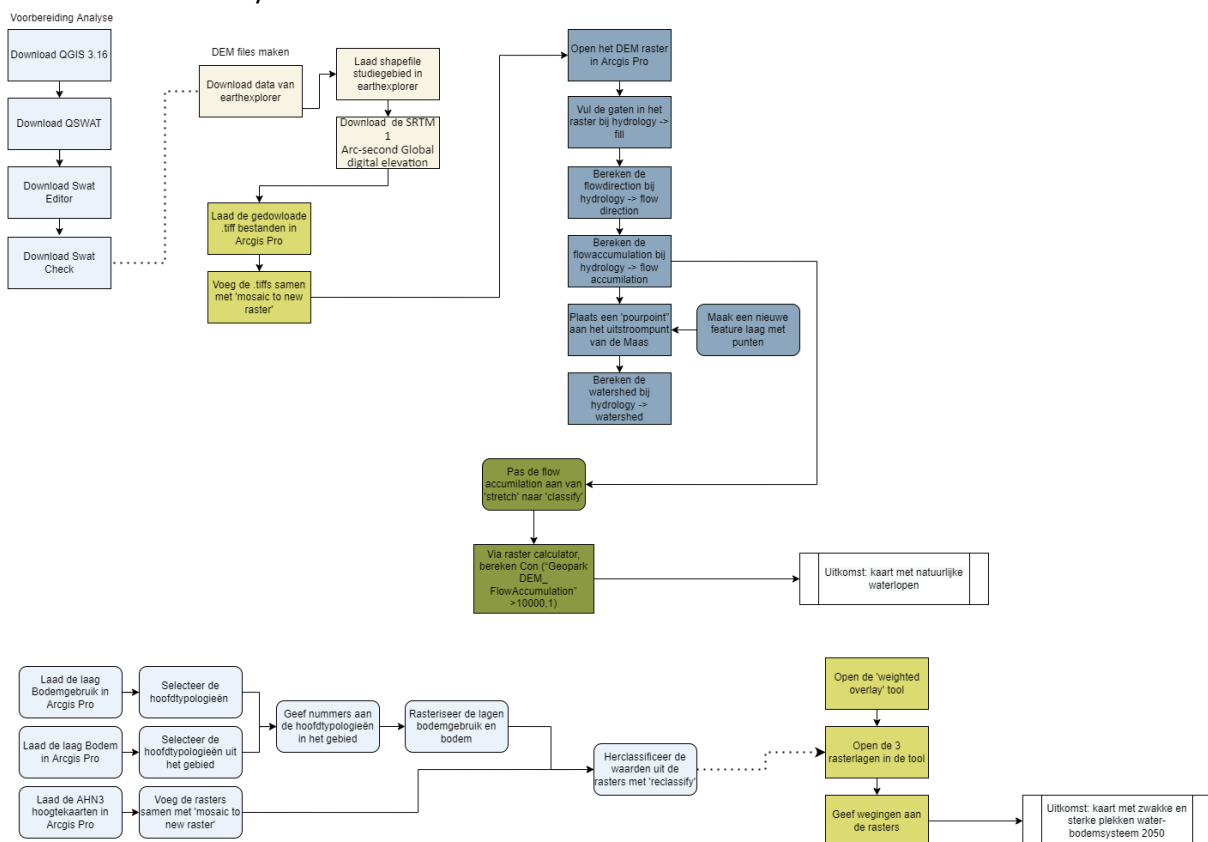
De datakwaliteit werd op de volgende manier gecontroleerd. De DEM file werd gecontroleerd doordat er een analyse uitgevoerd werd of de DEM file grote gaten bevatte. Er werd gekeken of er geen extreme, niet te verklaren hoogteverschillen in het bestand zaten. Om de gaten weg te werken werden deze opgevuld door middel van een analyse (Bijlage 2.2.1. Ontwikkelen DEM file).

De datakwaliteit van bodemgebruik werd handmatig gecontroleerd bij het omzetten van de data naar typologieën. Hierbij werd elke groep bodemgebruik omgezet naar een nummer. Om te controleren of elk nummer overeenkwam met het juiste bodemgebruik, werden de nummers handmatig aangepast en gecontroleerd (Bijlage 2.2.3.).

De datakwaliteit van de hoogtekarte werd ook handmatig gecontroleerd doordat deze losse kaarten stuk voor stuk gedownload zijn. Tijdens de analyse werd gecontroleerd of elke kaart in de samenvoegende analyse geplaatst is, en of er geen kaarten missen (Bijlage 2.2.5.).

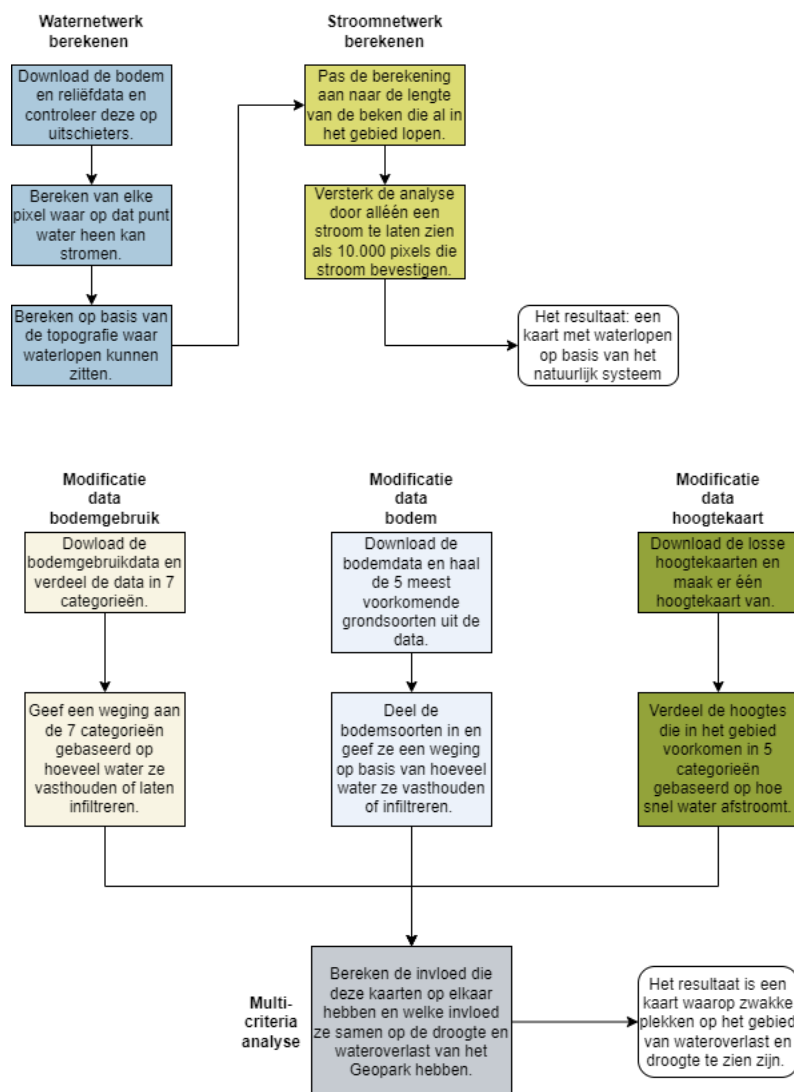
Stroomschema

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden werden de volgende analyses uitgevoerd (figuur 10). Dit is een technisch stroomschema waar in detail getreden wordt over elke stap die genomen is tijdens het uitvoeren van de analyses.



Figuur 10 Technische uitleg uitgevoerde analyses.

De analyses zijn nog in een compactere wijze weergegeven in een stroomschema (figuur 11).



Figuur 11 Uitleg analyses per analyse.

Datapreparatie

De data die geprepareerd dient te worden voor het uitvoeren van de analyse is het maken van een DEM file. Deze stap is, op technische wijze, in detail beschreven (Bijlage 2.2.1.).

Aannames

Tijdgebrek heeft ervoor gezorgd dat aannames gemaakt moesten worden.

1. Bijvoorbeeld de keuze voor de functiesetting "10.000" bij het onderdeel berekenen hoe de bodem invloed heeft op hoe water stroomt. "10.000" wil zeggen dat alleen de pixels geïdentificeerd zijn als plek waar water zou moeten stromen, wanneer er 10.000 omliggende pixels verwijzen naar deze plek. De keuze voor 10.000 is gemaakt om zo dicht mogelijk in de buurt te komen van de lengte van de huidige beken die in het landschap stromen (SWAT, z.d.).
2. Een andere aanname die gemaakt is, is dat er geen onderscheid is gemaakt in het watervasthoudend vermogen van naaldbos, loofbos, en gemengd bos. Er is één nummer gegeven aan alle soorten bos dat het watervasthoudend vermogen beschrijft. Deze keuze is gemaakt omdat de data niet volledig was, en niet van de bossoorten aangaf of dit loof- of naaldbos is.

3. Een volgende aanname die gemaakt is, is dat wanneer een punt hoger ligt, dat er meer reliëf, en daardoor snellere afstroming van water, aanwezig is dan wanneer een punt lager ligt. Dit is generaliserend berekend, omdat het lastig was om van elk punt te berekenen hoe snel het water wegstroomt uit dit punt.
4. Een andere aanname die gemaakt is, is dat alleen de vijf meest voorkomende bodemsoorten in het gebied mee zijn genomen in de analyse. De aanname is dat deze vijf bodemsoorten het gebied representatief weergeven. Deze keuze is gemaakt omdat de analyse anders te complex werd wanneer elke bodemsoort los werd meegenomen.

Analyse

Uitleg Soil & Water Assessment Tool (SWAT) analyse

De analyse die uitgevoerd is, om de watergangen te berekenen, en waar de tweede analyse op geïnspireerd is, is een Soil & Water Assessment Tool (SWAT) analyse (figuur 11). Het is een model in GIS om berekeningen over de bodem en het water uit te voeren. De tool maakt een model van een stroomgebied, waarin de kwaliteit en kwantiteit van oppervlakte- en grondwater berekend kan worden. En waar de impact van landschappelijke veranderingen, landbeheer, en klimaatverandering mee voorspeld kan worden. Om de deelvraag te beantwoorden, is een deel van de SWAT analyse gebruikt. Het deel dat berekeningen uitvoert over de watergangen in een gebied, en het gedeelte dat een analyse maakt over de bodem en het landgebruik, om vervolgens een conclusie te kunnen trekken over potentiële droogte en wateroverlast in de toekomst (SWAT, z.d.). De uitkomst van deze deelvraag presenteert een kaart van de potentiële watergangen in het gebied, die op die plek zouden stromen wanneer er alleen gekeken wordt naar het Natuurlijk systeem. In dit geval de bodem en het reliëf.

Uitleg Multi-criteria HRU analyse

In het tweede deel van de analyse is er gekeken naar hoe bodem, bodemgebruik en reliëf invloed hebben op de waterhuishouding van een gebied. In de SWAT tool is er de mogelijkheid om Hydrologic Response Units (HRU's) te creëren (figuur 11). HRU's zijn stukken land die op dezelfde manier reageren op de invloed van water. De uitvoering van deze analyse is een versimpelde manier om een HRU te maken voor het Geopark. Het resultaat van deze analyse is een kaart die vertelt hoe de invloed van water een effect heeft op het land (SWAT, z.d.).

Deel 1 SWAT analyse: Waternetwerk berekenen.

Om een berekening te kunnen maken van waar de watergangen in het gebied zouden kunnen lopen zijn verschillende berekeningen uitgevoerd ter preparatie (Bijlage 2.2.1.). Als eerste is het DEM raster gecontroleerd op uitschieters door de gaten op te vullen. Dit betekent onder andere dat gemeten punten met een niet te verklaren hoogte uit de dataset gehaald zijn. Hierna is naar de bodem gekeken en is er een berekening uitgevoerd die van elke pixel berekend waar water heen kan stromen. Deze berekening is gebaseerd op de bodem en op de omliggende pixelwaarden. Vervolgens is er vanuit deze berekening berekend waar de watergangen zouden kunnen zitten, kijkend naar hoogte, bodem en stroomrichting. De topografie van het gebied bepaalt dus waar water zou lopen, wanneer er geen rekening gehouden wordt met landgebruik en de invloed van de mens. Er is een kaart gemaakt die stroomnetwerken berekend heeft voor het hele gebied. Om deze berekening te laten aansluiten op de werkelijkheid is er aangegeven waar water het gebied uit stroomt. In dit geval is dit in de Maas, ten oosten van Den Bosch. Al het water verlaat daar het gebied. Op basis van deze berekening is de waterscheiding in het gebied berekend (MapPractical, 2020; SWAT, z.d.).

Deel 2 SWAT analyse: Stroomnetwerk berekenen.

Om van de berekende kaarten een stroomnetwerk te creëren werden de volgende stappen doorlopen (Bijlage 2.2.2.). De kaart waarop de stromen berekend zijn wordt aangepast aan de werkelijke hoeveelheid water in het gebied. Daarvoor wordt berekend dat er ook alleen maar een

stroom op de kaart weergegeven dient te worden, als er water heen stroomt uit minimaal 10.000 andere cellen. Dit zorgt ervoor dat de berekening betrouwbaarder wordt, omdat alleen de stromen meegenomen worden waarvan vrij zeker te zeggen is dat ze hier zouden kunnen liggen, kijkend naar bodem en hoogte. Vervolgens werd een ordening gemaakt in de belangrijkste stromen, kijkend naar hoeveel andere stromen er in uitkomen. Van deze kaart werd een vectorbestand gemaakt. Dit is het eindresultaat van deze analyse. Het resultaat is te vinden in het hoofdstuk resultaten (SWAT, z.d.).

Deel 1 Multi-criteria HRU analyse: Modificatie data bodemgebruik.

Om de analyse uit te voeren waar zwakke plekken ontstaan in 2050, werd er gebruik gemaakt van drie datasets, waaronder bodemgebruik (Bijlage 2.2.3.). De bodemgebruikkaart is onderverdeeld in 38 categorieën. Deze 38 categorieën zijn in 9 hoofdcategorieën ingedeeld. De data werd eerst opgeschoond door de punten van het buitenland en de zee uit de dataset te halen. Hier bleven 7 hoofdcategorieën over (Bijlage 2.2.7. Uitvoering MCA). Vervolgens is een weging gegeven aan al deze categorieën, gebaseerd op of ze veel water vasthouden en er weinig tot geen infiltratie in de bodem is, tot het snel afvoeren en infiltreren van water. Deze categorieën zijn gebaseerd op de Omgevingsvisie. De categorieën hebben een cijfer tussen de 1 en de 7 gekregen. Hoe dichterbij de 1 geeft aan dat er geen infiltratie is en dat water wordt vastgehouden. Hoe dichterbij de 7 geeft aan dat er veel infiltratie is en dat water snel wordt afgevoerd. Hierna werd van de vectordata een rasterkaart gemaakt zodat er berekeningen mee uitgevoerd kunnen worden.

Deel 2 Multi-criteria HRU analyse: Modificatie data bodem.

De volgende dataset die gebruikt werd is de bodemdata. Hieruit zijn de 5 meest voorkomende bodemsoorten gehaald. Vervolgens zijn de bodemsoorten ook geclassificeerd met een nummer tussen de 1 en de 5, kijkend naar hoe snel water infiltreert. Hoe dichterbij de 1 geeft aan dat het water op deze bodemsoorten langzaam infiltreert. Hoe dichterbij de 5 geeft aan dat het water op deze bodemsoorten snel wegzakt in de grond. Ook van de bodemkaart werd een raster gemaakt (Bijlage 2.2.4.).

Deel 3 Multi-criteria HRU analyse: Modificatie data hoogtekaart.

Om een gebiedsdekkende hoogtekaart te creëren, werden alle losse hoogtekaarten gedownload die in het gebied voorkwamen. Deze zijn samengevoegd tot één gebiedsdekkend raster. De waarden in de hoogtekaart worden verdeeld in categorieën. Er werden 5 categorieën gemaakt (Bijlage 2.2.5.).

Deel 4 Multi-criteria HRU analyse: Multicriteria analyse.

De drie kaarten werden in de vorige stappen klaargemaakt voor de analyse. De analyse is hierna uitgevoerd (Bijlage 2.2.6.). In de analyse kregen de verschillende kaarten een weging. De kaarten bodemgebruik en bodem kregen beide de weging 40%. De hoogtekaart kreeg de weging 20%. De hoogtekaart heeft een lagere waarde gekregen, omdat dit de kaart is waar de grootste aanname in gemaakt is op het gebied van water af laten lopen. Deze telt dus minder zwaar mee. De rasterkaarten werden ingeladen, en de berekening werd uitgevoerd. Het resultaat is een kaart waarop plekken te weergegeven zijn waar water, door bodemgebruik, bodem, of invloed van hoogte, niet de bodem intrekt en lang blijft staan. Door klimaatverandering zijn dit plekken waar in 2050 wateroverlast kan zijn. Op de kaart is ook gepresenteerd, waar de plekken zijn die sterk verdrogen. Dit komt ook door de bodem, het bodemgebruik, en de invloed van hoogte. Het resultaat is te vinden in hoofdstuk resultaten.

Toelichting tabel

De volgende waardes zijn gebruikt in de berekening van de MCA. De onderbouwing van de cijfers die gegeven zijn aan het laag bodemgebruik, zijn verantwoord in het hoofdstuk Omgevingsvisie. De cijfers die gegeven zijn aan de laag bodem, zijn gebaseerd op het infiltratievermogen, en het vermogen om water vast te houden op de desbetreffende bodemlaag. De beekdalgrond heeft het meeste vermogen

om water vast te houden en langzaam te laten infiltreren. Deze heeft het cijfer 1 gekregen. Hierna komen de veenbodems. Deze hebben ook een laag infiltrerend vermogen. De enkeerdgronden hebben het cijfer 3 gekregen omdat deze water sneller laten infiltreren dan veenbodems en beekdalgrond, maar minder snel dan de overige bodemsoorten. Veldpodzolgronden hebben het cijfer 4 gekregen, omdat deze bodems in dit gebied een hoog infiltratievermogen hebben. Het hoogste infiltratievermogen hoort bij de duinvaaggronden (Wageningen University, z.d.-b).

Tabel 2 Bodemwaardes water infiltreren.

Bodem Geopark	Waarde water infiltreren
Beekdalgrond	1
Veengrond	2
Enkeerdgrond	3
Veldpodzolgrond	4
Duinvaaggrond	5

Zoals in het hoofdstuk aannames besproken is, is de hoogtekaart ingedeeld op de hoogte van de omgeving, in relatie tot hoeveel reliëf, en dus het vermogen om water sneller te laten afstromen naar een lager level.

Tabel 3 Hoogtewaarden water afstromen.

Hoogtekaart Geopark	Waarde water afstromen
0-16m	1
16-32m	2
32-48m	3
48-64m	4
64-80m	5

De onderdelen die besproken zijn in de Omgevingsvisie presenteren hoe de Provincie Noord-Brabant het gebied in 2050 voor zich ziet. Deze punten zijn op de volgende wijze omgezet naar cijfers. Hoe lager het cijfer, hoe minder het bodemgebruik de potentie heeft om water te laten infiltreren of vast te houden. De cijfers dicht bij de 1 geven aan dat er meer kans is op wateroverlast. De cijfers dicht bij de 7 geven aan dat er minder kans is op wateroverlast, omdat water de kans heeft om de bodem in te zakken of om afgevoerd te worden.

Tabel 4 Waardes bodemgebruik water infiltreren.

Soort bodemgebruik in 2050	Waarde water infiltreren
Verkeesterrein/infrastructuur	1
Bebouwd terrein	2
Semi-bebouwd terrein	3
Agrarisch terrein	4
Recreatieterrein/parken en tuinen	5
Bos	6
Binnenwater	7

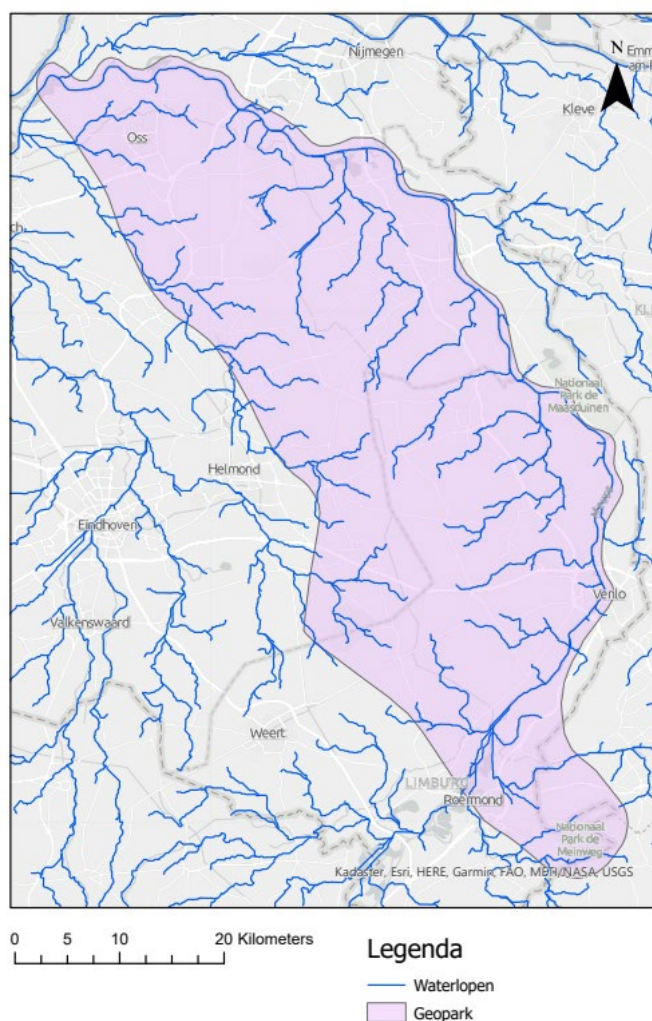
De keuze voor verkeersterrein op de laagste plek is omdat in 2050 in Brabant het verkeersterrein nog steeds verhard zal zijn. Op deze plekken kan water niet de bodem in stromen. Bebouwd terrein staat hierboven, aangegeven met een 2. In de bebouwde gebieden is nog steeds veel verharding aanwezig. Hierdoor kan water niet goed infiltreren. Semi-bebouwd terrein heeft het cijfer 3 gekregen omdat hier meer groenstructuren aanwezig zijn die het water kunnen laten infiltreren in de bodem.

Agrarisch terrein heeft het cijfer 4 gekregen omdat de gedeelten van het jaar gewassen worden verbouwd die water vasthouden en andere gedeelten van het jaar ligt de grond braak en kan water de bodem in zakken. Ook is agrarisch terrein zeer divers en ligt het aan het gewas hoeveel water infiltreert. Hierdoor heeft dit een gemiddelde positie gekregen. Recreatieterrein heeft het cijfer 5 gekregen omdat parken en tuinen voor het grootste gedeelte uit groenstructuur bestaan, dit zorgt ervoor dat water geïnfiltreerd kan worden. Bos heeft het cijfer 6 gekregen, omdat bos meer watervasthoudend vermogen heeft door de aanwezigheid van een humuslaag op de bodem bij gemengd- of loofbos (*Bomen, Bos en Waterbeheer, z.d.*). De Omgevingsvisie geeft aan dat het doel voor 2050 is dat het bekenlandschap wateroverlast kan voorkomen en genoeg water kan vasthouden in droge periodes. Om deze reden heeft binnenwater het cijfer 7 gekregen.

Resultaten

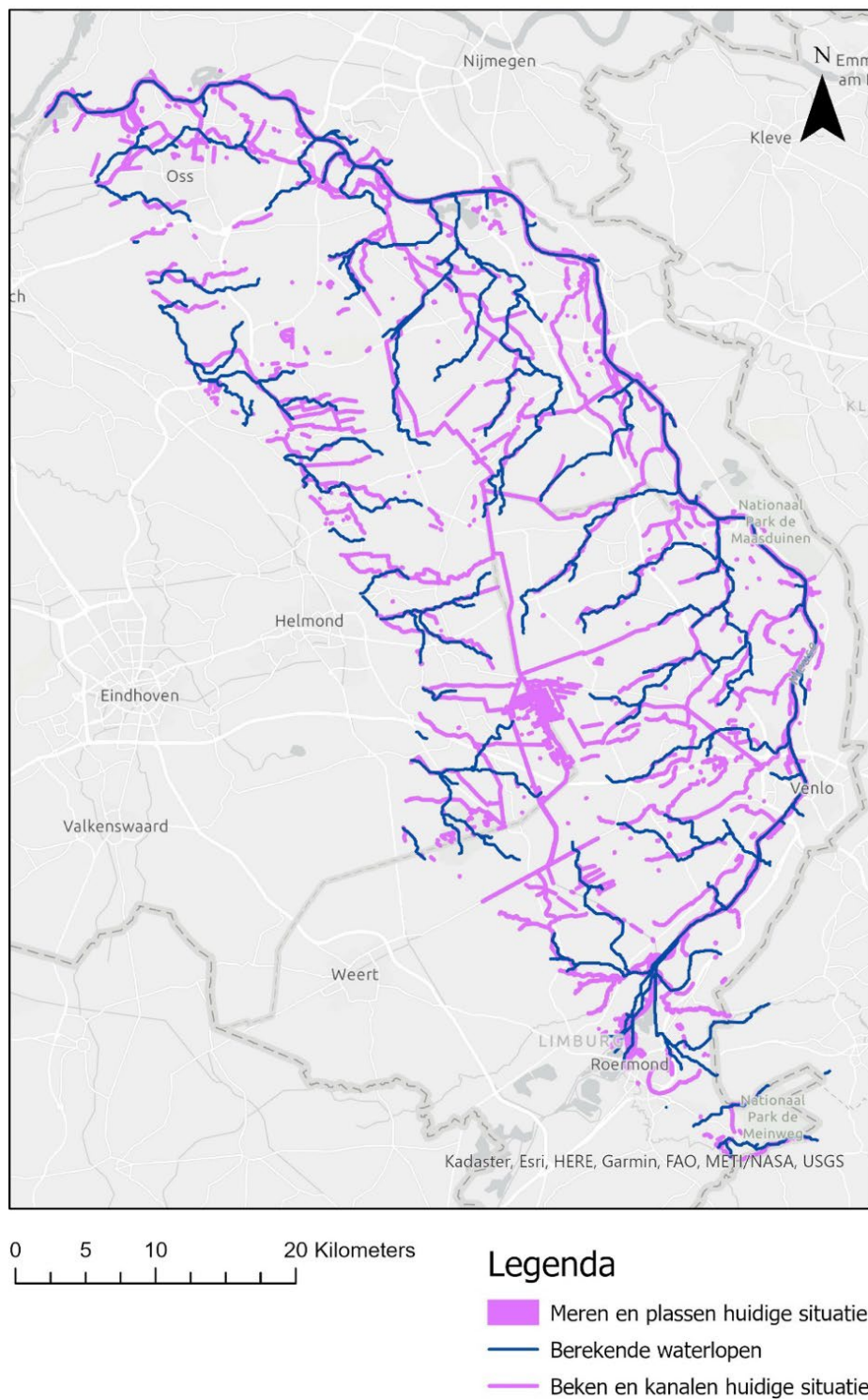
Voor de resultaten is een berekening gemaakt van de watergangen op basis van het natuurlijk systeem (figuur 12). Daarnaast is een vergelijking gemaakt van de aanwezige beken met de berekende watergangen (figuur 13). Als laatste zijn de resultaten van de analyses verwerkt in een klimaatgevoeligheidsanalyse op basis van de Omgevingsvisie (figuur 14).

Berekening waterlopen op basis van natuurlijk systeem



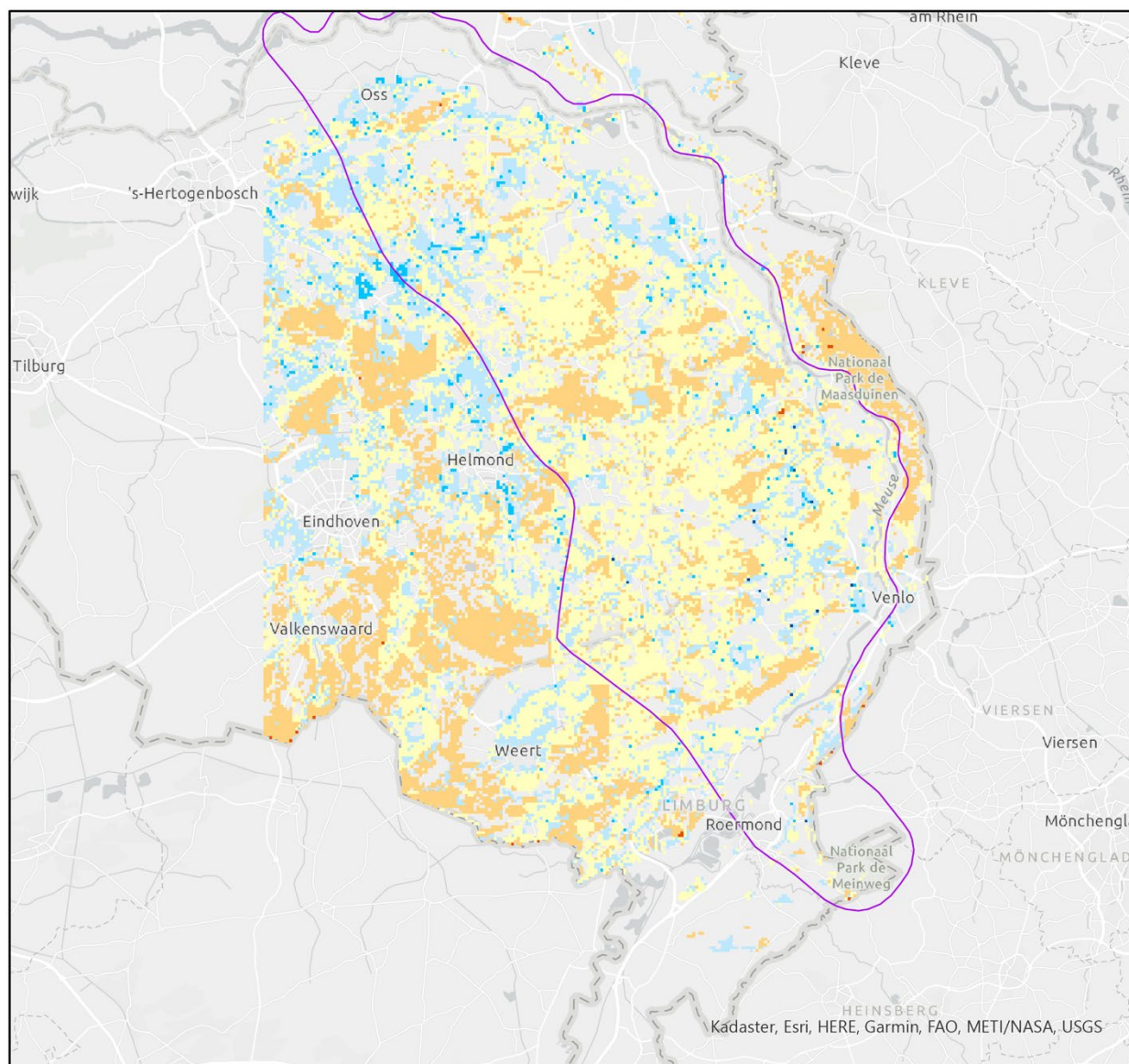
Figuur 12 Resultaat watergangen met behulp van de SWAT analyse.

Berekening waterlopen op basis van natuurlijk systeem



Figuur 13 Vergelijking van de watergangen van het Natuurlijk systeem met de huidige watergangen.

Klimaatgevoeligheidsanalyse Geopark



Toekomstbeeld Geopark



0 5 10 20 Kilometers

Figuur 14 Klimaatgevoeligheidsanalyse Geopark op basis van de Omgevingsvisie.

Discussie en conclusie

De conclusie die getrokken mag worden uit de resultaten is dat de watergangen die berekend zijn op basis van het natuurlijk systeem, op sommige plaatsen overeenkomen met hoe het water in het huidige systeem stroomt. Op andere plekken verschillen de berekende watergangen sterk van waar de huidige beken en rivieren stromen. De conclusie die getrokken kan worden is dat de huidige indeling van het landschap niet helemaal overeenkomt met de natuurlijke berekening van de watergangen. Brabant is niet ingericht op het natuurlijk systeem. Dit komt door jarenlange ingrepen van de mens. Hierdoor is het zeer lastig om de natuurlijke watergangen in de provincie te herstellen.

De conclusie die getrokken mag worden uit de tweede analyse is dat vooral de hoger gelegen Peel gevoelig is voor verdroging, en dat sommige plekken nog sterker zullen verdrogen wanneer de Omgevingsvisie geïmplementeerd zal worden. De reden hiervoor is dat het bodemgebruik en de bodem ervoor zorgen dat deze gebieden zullen verdrogen. Ook is hier meer reliëf en afspoeling van water. Aan de randen van het gebied is kans op wateroverlast in 2050. Dit komt doordat de bodemsoorten water vasthouden en het bodemgebruik ook ervoor zorgt dat water op deze plekken niet snel kan infiltreren. Verder zijn dit de laagste vlaktes van het gebied, waar water heen stroomt vanaf de hogere delen en blijft staan op de bodem. De conclusie mag getrokken worden dat de implementatie van de Omgevingsvisie niet alle gevolgen van klimaatverandering kan tegengaan.

Uit de beide analyses komen enkele discussiepunten naar voren. Als eerste de bruikbaarheid van de berekende watergangenkaart. De berekening is alléén gebaseerd op reliëf en bodem. Dit heeft als effect dat de analyse geen rekening houdt met landgebruik en waar bijvoorbeeld dorpen en huizen liggen. Het resultaat is dus zeker bruikbaar als inzicht in waar water zou kunnen lopen, gebaseerd op het natuurlijk systeem, maar in de praktijk is de kaart lastiger toe te passen aangezien het landgebruik in de afgelopen duizenden jaren sterk is aangepast door de mens en hierdoor het natuurlijk systeem in kaart brengen obstakels meebrengt.

Een ander discussiepunt uit de berekende watergangenkaart, is dat het Nederlandse landschap erg vlak is en er weinig reliëf aanwezig is in vergelijking met andere landen. Het Geopark kent meer reliëf dan de meeste delen van Nederland, maar ook hier is het verschil tussen het laagste punt ongeveer 80 meter. Dit is tussen het hoogste punt in de omgeving van Roermond en het laagste punt bij de Maas voor Den Bosch. Dit is op grotere schaal niet een groot verschil, en dit heeft invloed op de berekening door deze minder betrouwbaar te maken. Om de betrouwbaarheid te vergroten is ervoor gekozen om alléén watergangen weer te geven, wanneer er 10.000 pixels dit bevestigen. Dit discussiepunt heeft als gevolg dat de berekening soms enkele meters ernaast zou kunnen zitten. Wanneer op de kaart een waterlijn loopt, zou dit in praktijk ook enkele meters naar links of rechts kunnen liggen.

Een ander discussiepunt is de waarde die gegeven is aan de lagen 'bodemgebruik', 'bodem', en 'hoogte'. De waarden in bodemgebruik zijn in zeven categorieën verdeeld, de andere lagen zijn in vijf categorieën verdeeld. Dit kan als effect hebben dat de laag bodemgebruik zwaarder meetelt.

Een laatste discussiepunt is het gebruik van de Omgevingsvisie in de analyse. Uit de Omgevingsvisie zijn weinig concrete punten te halen hoe het landschap er in 2050 uit ziet (Omgevingsvisie). Hierdoor was het lastig om deze punten uit de Omgevingsvisie te verwerken in de analyse. Het effect van de Omgevingsvisie is hierdoor lastig te berekenen omdat de Omgevingsvisie zelf geen concrete doelen brengt. Hierdoor is het ook lastig om de uitkomsten op waarde te schatten. De resultaten van de analyse zijn nu verdeeld van 'sterke kans op verdroging' tot 'sterke kans op wateroverlast'. Omdat er een stukje concreetheid mist in de Omgevingsvisie, is het lastig om te zeggen hoe veel verdroging 'sterke verdroging' concreet in nummers inhoudt.

NATUURLIJK SYSTEEM EN OMGEVINGSVISIE IN 2050

Berekening natuurlijk systeem kaart

Op basis van de bodem en het reliëf van het gebied, is berekend waar beken zouden kunnen lopen. Dit is op basis van het natuurlijk systeem, zonder menselijke ingrepen in de loop en de stroming van de beek.

Natuurlijke waterlijnen berekend voor het Geopark



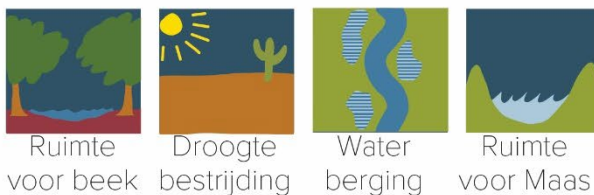
Natuurlijke waterlijnen vergeleken met huidige beken en kanalen



Doel van de kaart:

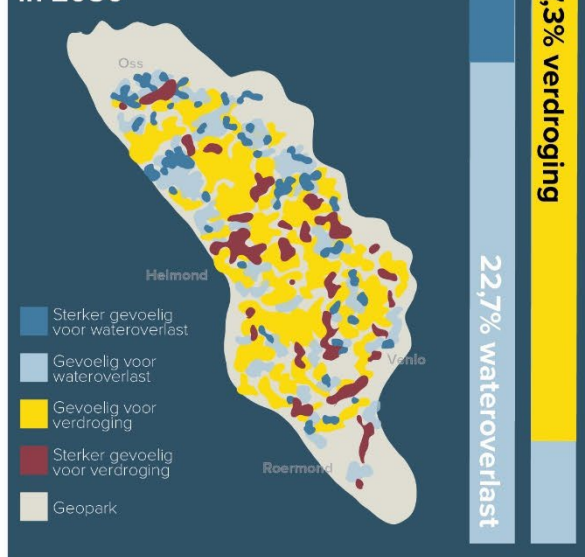
Het doel van de kaart is om inzicht te krijgen in waar de huidige beken en kanalen afwijken van het natuurlijk systeem. Hierdoor is te zien op welke plekken het natuurlijk systeem verstoord is. De afwijkingen van het natuurlijk systeem zijn voornamelijk kanalen, gegraven om het gebied snel te laten afwateren.

Veranderingen in 2050 gebaseerd op de Omgevingsvisie



De Omgevingsvisie geeft een aantal punten aan waarop ze het landschap klimaatadaptief willen inrichten in 2050. Deze punten zijn verwerkt in de analyse waarbij naar bodem, bodemgebruik en reliëf in 2050 wordt gekeken om inzicht te krijgen in waar dan gevoelige gebieden voor wateroverlast en verdroging zich bevinden.

Verdroging en wateroverlast in 2050



Uit deze lagen is de kaart berekend:



Doel van de kaart:

Het doel van de kaart is om inzicht te krijgen in waar in 2050 nog zwakke plekken in het landschap te vinden zijn die gevoelig zijn voor verdroging en wateroverlast. Op basis van deze informatie kunnen stappen genomen worden om verdroging en wateroverlast op deze specifieke plekken te bestrijden.

Bijlage 2.2.1. Ontwikkelen DEM file

Software installeren.

Voor het runnen van de SWAT tool dient QGIS gedownload te worden. De versie van QGIS die het beste werkt met de SWAT tool is QGIS 3.16.0 (QGIS 3.0.16, z.d.) **Download QGIS**. Vervolgens wordt de benodigde SWAT-software gedownload (Soil & Water Assessment Tool, 2012). Voor QGIS: **Download QSWAT à Download SWAT Editor à Download SWAT-CUP à Download SWAT-Check**. De software dient uitgepakt te worden en geïnstalleerd te worden. Open vervolgens QGIS en vink, via **plugins à manage and install plugins** de plugin QSWAT3 aan (Rahman, 2022).

DEM data downloaden

Om de data voor de SWAT analyse voor te bereiden, moet er eerst een DEM kaart gemaakt worden die het model kan gebruiken. **Ga naar <https://earthexplorer.usgs.gov/> om de data op te halen** (United States Geological Survey, z.d.). **Sleep vervolgens de kaart naar het studiegebied**. Om preciezer in beeld te krijgen welke data opgehaald moet worden, worden de grenzen van het studiegebied ingeladen. **Klik op KLM/Shapefile upload à Selecteer de shapefile met begrenzing van het studiegebied in een zipfile**. De begrenzing wordt nu in punten aangegeven op de kaart. **Klik vervolgens op Data Sets à Digital elevation à SRTM 1 Arc-second Global**. **Klik vervolgens op results**. Nu zijn er twee datasets zichtbaar. **Klik op het voet-icoontje in beide datasets**. Hiermee worden de datasets zichtbaar. **Klik vervolgens op het download icoontje van beide datasets**. De datasets dienen gedownload te worden als .tiff bestanden (AgriMetSoft Team, 2020).

DEM data samenvoegen in ArcGIS Pro.

Open een nieuw project in ArcGIS Pro. Hierin zullen de gedownloade .tiff bestanden samengevoegd worden. **Laad de .tiff bestanden in het project**. **Open vervolgens toolbox à 'mosaic to new raster'**. Alle rasters worden in deze tool geladen. **Run de tool**. Er is nu één raster uitgekomen (AgriMetSoft Team, 2020).

Bijlage 2.2.2. Waternetwerk berekenen

Open ArcGIS Pro. **Voeg het DEM raster toe aan de kaart**. Eerst dient berekend te worden waar de watergangen liggen. Dit wordt gedaan door de 'fill tool' eerst te gebruiken om te zorgen dat er geen uitschietende dieptes in het raster liggen. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Fill**. **Vul het DEM raster in bij input surface raster**. Na het runnen wordt een nieuw raster zonder uitschieters zichtbaar. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Flow direction**. De flow direction dient als berekening om per cel te zien waar het water heen stroomt. **Vul het 'filled' raster in bij input surface raster**. Er wordt nu een kaart getoond die aangeeft van elke pixel waar de stroomrichting is, berekend op de pixels ernaast en de bodem. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Flow accumulation**. **Vul het net gemaakte flow direction raster in**. Er is een kaart ontstaan waar de stromen op te zien zijn. Vervolgens dient het output punt van het water bepaald te worden. **Ga naar catalog à databases**. **Klik op de database en maak een nieuw feature class**. Deze is genoemd 'pourpoint'. **Plaats een punt op de kaart op de plek waar het water het raster verlaat door 'edit'**. Nu gaan we de 'watershed' berekenen. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Watershed**. **Vul het flow direction raster in**. Er moet gekeken te worden naar het pour point. **Vul de 'pourpoint' laag in bij input raster or feature pour point data**. Er is een vlak ontstaan die aangeeft waar de waterloop van de maas gevoed wordt. Er dient van dat vlak een vector gemaakt te worden. **Ga naar toolbox à Conversion à From raster à Raster to polygon**. **Vul het watershed raster in** (Philip White, 2019).

Bijlage 2.2.3. Stroomnetwerk berekenen

Om het stroomnetwerk beter te zien wordt de symbologie van het flow accumulation raster **aangepast van "stretch" naar "classify"** **Klik vervolgens op 'geometric interval'** De kleuren geven aan

waar de individuele stroomgebieden liggen. Om te verduidelijken wordt er een hillshade achtergrond gemaakt. Ga hiervoor naar **toolbox à hillshade. Vul de originele DEM in**. Er is reliëf te zien. Er dienen stromen en beekdalen gemaakt te worden. **Ga naar toolbox à raster calculator**. Daar wordt een script ingevuld. **Con("GeoparkDEM_FlowAccumulation">10000,1)** Er is een laag ontstaan die alle kleine stromen laat zien. Er zal gekeken worden naar de grootte van de stromen. Dit gaat met de tool stream order. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Stream Order. Vul het stroomraster en de flowdirection in**. Er is een raster met watergangen in volgorde gecreëerd. Nu zullen hier lijnen van gemaakt worden. **Ga naar toolbox à Spatial analysis à Hydrology à Stream to Feature. Vul de stream order en flow direction in** (MapPractical, 2020).

Bijlage 2.2.4. Modificatie data bodemgebruik

De bodemgebruikkaart wordt gedownload van het CBS. De data dient eerst opgeschoond te worden. **Open de attribuuttabel en open kolom BG2017. Navigeer naar "select by attributes" en selecteer de nummers "80, 81, 82, 83, 90". Verwijder deze vervolgens uit de tabel**. Vervolgens dient de overige data in 7 categorieën verdeeld te worden. **Navigeer naar het tabel icoon à find and replace. Vervang de volgende getallen voor het getal achter de pijl. 35 à 30, 75 à 70, 76 à 70, 77 à 70, 78 à 70**. Nu zijn deze getallen afgerond naar beneden. Vervolgens dient genavigeerd te worden naar: **Add een field**. Nu zal het veld berekend worden. **Vul de volgende code in: !BG2017! / 10** De nieuwe tabel bestaat nu uit de getallen 1 tot 7.

De bodemgebruikkaart dient gerasteriseerd te worden. Via de tab **"analysis"** wordt op **"tools"** geklikt. **In "tools" wordt er gezocht op de tool "feature to raster"**. Deze wordt aangeklikt. Het field waar een raster op wordt gemaakt is "bodem_1_oms" De grootte van de cellen is 250.

Bijlage 2.2.5. Modificatie data Bodem

De bodemkaart wordt gedownload van ESRI en ingeladen in ArcgisPro. **Open de attribuuttabel à select by attributes**. De hoofdbodemsoorten dienen uit de kaart gehaald te worden. In het geval van het Geopark zijn dit: Enkeerdgronden, duinvaaggronden, veenbodems, veldpodzolgronden, en beekdalgrond. **Selecteer deze grondsoorten en sla ze als nieuwe laag op**. Vervolgens dienen de verschillende bodemsoorten een nummer te krijgen. **Ga naar de tabel à find and replace. Vervang de bodemsoort met het corresponderende nummer uit de tabel**.

De bodemkaart dient gerasteriseerd te worden. Via de tab **"analysis"** wordt op **"tools"** geklikt. **In "tools" wordt er gezocht op de tool "feature to raster"**. Deze wordt aangeklikt. Het raster wordt opgeslagen.

Bijlage 2.2.6. Modificatie data Hoogte

De rasters die het studiegebied beslaan worden gedownload van het PDOK dataportaal. De DTM variant dient gedownload te worden. **Laad de rasters in ArcgisPro**. De rasters dienen samengevoegd te worden tot één gebiedsdekkend raster. **Open de toolbox à mosaic to new raster**. De losse rasters dienen ingevuld te worden. **Specificatie: 1 band**. De rasters worden opgeslagen als .tif.

Het nieuwe raster wordt geopend. **Open de toolbox à reclassify. Vul de hoogtekaart in**. Hier dienen categorieën ingevuld te worden. Wanneer de symbologie ingesteld is op '5 breaks' is dit vak automatisch ingevuld. De hoogtedata dient in 5 groepen verdeeld te worden.

Bijlage 2.2.7. Uitvoering MCA

Via de tab **"analysis"** wordt op **"tools"** geklikt. **Navigeer naar tools à weighted overlay**. Onder **"weighted overlay table"** dient **"+"** te worden aangeklikt. Vanuit hier wordt genavigeerd naar de map waar de rasters opgeslagen zitten. De drie rasters worden ingeladen. De rasters worden de waarden **"40%" "40%" en "20%"** gegeven.

Bijlage 2.2.8. Typologie bodemgebruik

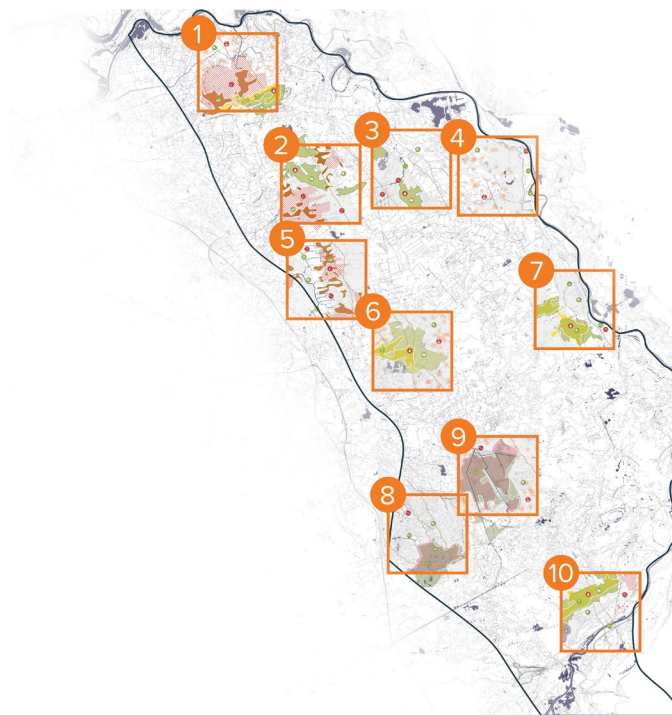
Deze tabel is gebruikt als referentiepunt om te bepalen welk bodemgebruik water vasthoudt, en welk bodemgebruik water laat infiltreren in de bodem.

Hoofdgroep	Code	Categorie	Ondergrens
1 - Verkeersterrein	10	Spoortterrein	geen
	11	Hoofdweg	geen
	12	Vliegveld	1 ha
2 – Bebouwd terrein	20	Woonterrein	1 ha
	21	Detailhandel en horeca	1 ha
	22	Openbare voorziening	1 ha
	23	Sociaal-culturele voorziening	1 ha
	24	Bedrijventerrein	1 ha
3 - Semi-bebouwd terrein	30	Stortplaats	1 ha
	31	Wrakkenopslagplaats	0,1 ha
	32	Begraafplaats	0,1 ha
	33	Delfstofwinplaats	0,5 ha
	34	Bouwterrein	1 ha
	35	Semi-verhard overig terrein	1 ha
4 - Recreatieterrein	40	Park en plantsoen	1 ha
	41	Sportterrein	0,5 ha
	42	Volkstuin	0,1 ha
	43	Dagrecreatief terrein	1 ha
	44	Verblijfsrecreatief terrein	1 ha
5 - Agrarisch terrein	50	Glastuinbouw	1 ha
	51	Overig agrarisch terrein	1 ha
6 - Bos en open natuurlijk terrein	60	Bos	1 ha
	61	Open droog natuurlijk terrein	1 ha
	62	Open nat natuurlijk terrein	1 ha
7 - Binnenwater	70	IJsselmeer & Markermeer	geen
	71	Afgesloten zeearm	geen
	72	Rijn & Maas	geen
	73	Randmeer	geen
	74	Spaarbekken	1 ha
	75	Recreatief binnenwater	1 ha
	76	Binnenwater voor delfstofwinning	1 ha
	77	Vloei- en/of slibveld	1 ha
	78	Overig binnenwater	1 ha
8 - Buitenwater	80	Waddenzee, Eems & Dollard	geen
	81	Oosterschelde	geen
	82	Westerschelde	geen
	83	Noordzee	geen
9 - Buitenland	90	Buitenland	geen

Bijlage 2.3. Kansen en knelpunten

Er zijn tien kansen- en knelpuntenkaarten uitgewerkt op basis van de gebiedsinventarisatie die plangebied dekkend zijn.

Op basis van de gebiedsinventarisatie worden kansen en knelpunten opgesteld van het Geopark. Aangezien het plangebied te definiëren is in verschillende gebiedstypologieën, is het Geopark opgedeeld in tien deelgebieden (figuur 15). Deze deelgebieden zijn respectievelijk voor andere gebieden binnen het Geopark. De tien deelgebieden zijn: Kop van de horsten, Hoge, droge horsten, Ingesneden beekdal, Omgeving Cuijk, Brongebied de Leijgraaf, Breuken naaldbos, Waterkraan, Brongebied de Aa, De Peel veengronden en Staart van de horsten.



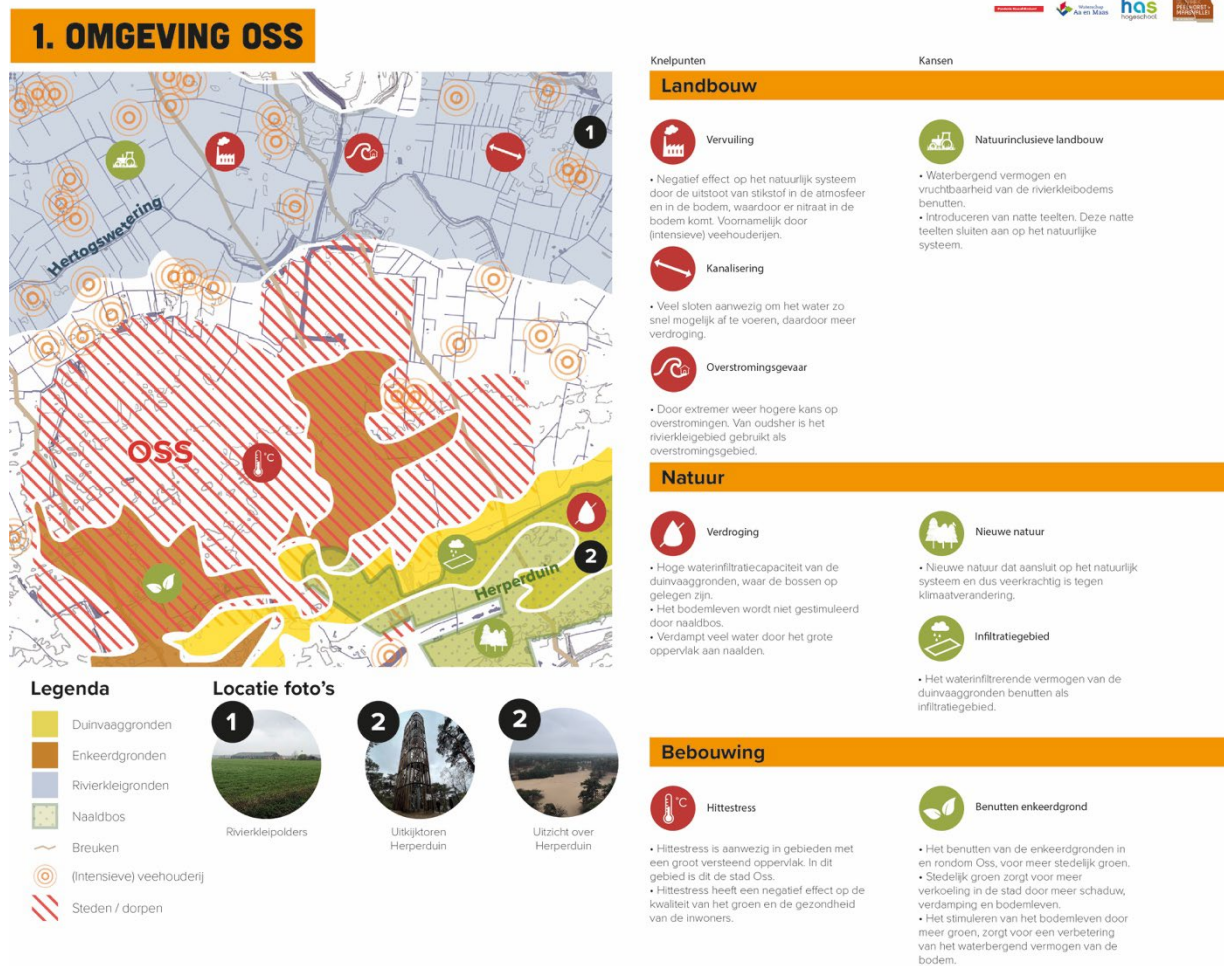
Figuur 15 De tien deelgebieden gebaseerd op de gebiedsinventarisatie.

Om bovenstaande redenen, is uitgegaan van drie hoofdonderwerpen waar elk deelgebieden op onderzocht is: landbouw, natuur en bebouwing. Landbouw, omdat het grootste gedeelte van het Geopark deze functie beslaat en dus veel invloed op de verdroging heeft. Natuur, omdat het ingezet kan worden om de biodiversiteit en ecosystemen te stimuleren om verdroging tegen te gaan. Bebouwing, staat nauw in verband met leefbaarheid en klimaatstress. Dit hoofdonderwerp is in mindere mate uitgewerkt in vergelijking met de andere hoofdonderwerpen, omdat de focus op het buitengebied gericht is.

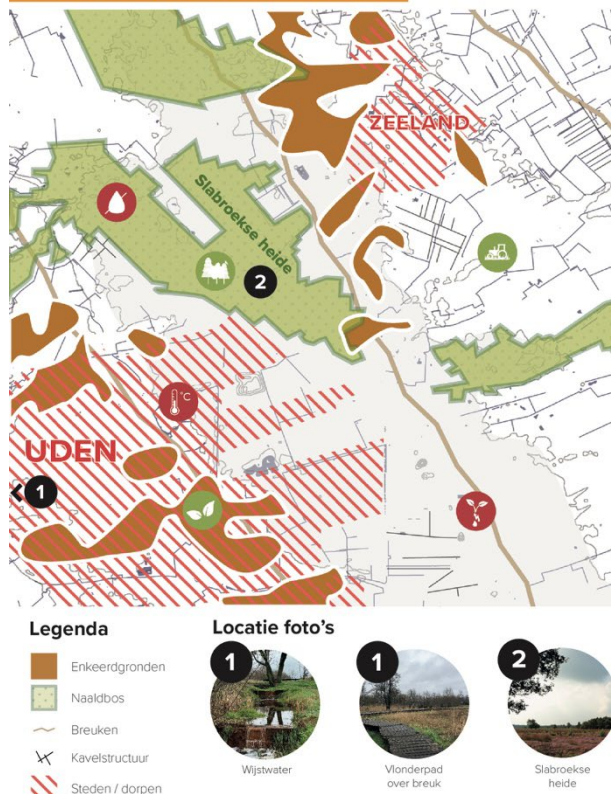
De kaarten geven een selectieve weergave van het plangebied. Als basis van de kaarten zijn de contouren van de hoogtekaart gebruikt (grijze lijnen) en de waterkaart. Hierna zijn alleen de onderdelen op de kaarten weergegeven die van belang zijn voor de kansen en knelpunten. Zo is bijvoorbeeld niet alle bebouwing weergegeven op de kaarten. De knelpunten zijn weergegeven als rode ronde iconen. De kansen zijn weergegeven als groene ronde iconen. Deze staan op de kaart én naast de kaart waar er een uitleg bij wordt gegeven. Om een duidelijker beeld te geven van het gebied zijn een aantal afbeeldingen weergegeven van het gebied die dan ook zijn aangegeven op de

kaart. Zo geven de figuren per deelgebied, een duidelijke weergave van de kansen en knelpunten in het gebied.

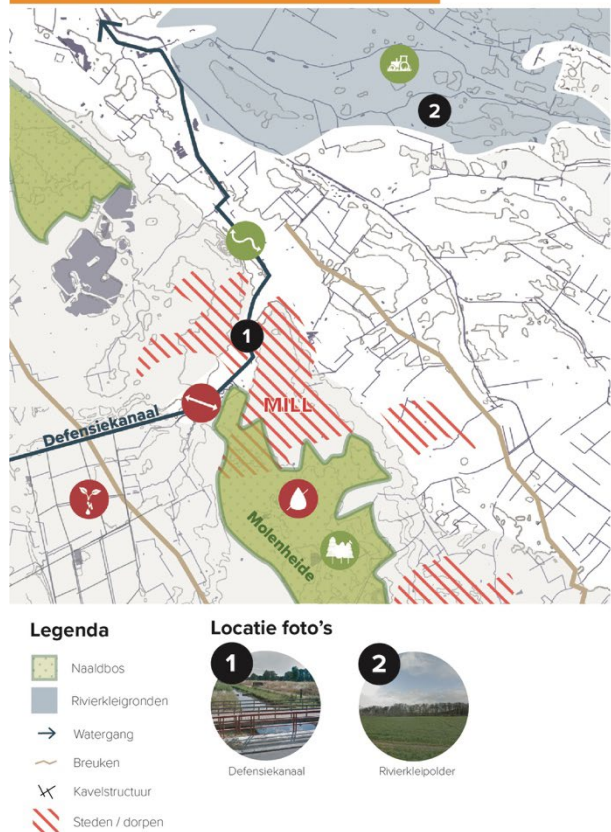
Deze kansen en knelpunten vormen de basis voor het maken van de visiekaart. Na het uitwerken van de tien deelgebieden worden er algemene conclusies getrokken over het plangebied Geopark.



2. HOGE, DROGE HORST



3. INGESNEDEN BEEKDAL



Knelpunten

Kansen

Landbouw



Grondwateronttrekking

- Veel grondwateronttrekking/ lage grondwaterstand door oppompen water ten behoeve van akkerbouw.
- Het geschikt maken van de akkerbouw gronden om er gewassen op te verbouwen.



Natuurinclusieve landbouw

- Teelten introduceren die vrij weinig water nodig hebben, zoals zonnebloemen. Hierdoor hoeft er geen grondwateronttrekking plaats te vinden.

Natuur



Verdroging

- Het bodemleven wordt niet gestimuleerd door naaldbos.
- Verdampst veel water door het grote oppervlak aan naalden.



Nieuwe natuur

- Nieuwe natuur dat aansluit op het natuurlijk systeem en dus veerkrachtig is tegen klimaatverandering.

Bebouwing



Hittestress

- Hittestress is in mindere mate aanwezig in kleinere versteende oppervlakten, zoals Uden, maar wel belangrijk om aan te pakken.
- Hittestress heeft een negatief effect op de kwaliteit van het groen en de gezondheid van de inwoners.



Benutten enkeerdgrond

- Het benutten van de enkeerdgronden in en rondom steden en dorpen voor meer stedelijk groen, bijvoorbeeld bij Uden.
- Stedelijk groen zorgt voor meer verkoeling in de stad door meer schaduw, verdamping en bodemleven.
- Het stimuleren van het bodemleven door meer groen, zorgt voor een verbetering van het waterbergend vermogen van de bodem.

Knelpunten

Kansen

Landbouw



Grondwateronttrekking

- Veel grondwateronttrekking/ lage grondwaterstand door oppompen water ten behoeve van akkerbouw.
- Het geschikt maken van de akkerbouw gronden om er gewassen op te verbouwen.



Natuurinclusieve landbouw

- Waterbergend vermogen en vruchtbaarheid van de rivierkleibodems benutten.
- Introduceren van natte teelten. Deze natte teelten sluiten aan op het natuurlijke systeem.

Natuur



Verdroging

- Het bodemleven wordt niet gestimuleerd door naaldbos.
- Verdampst veel water door het grote oppervlak aan naalden.



Nieuwe natuur

- Nieuwe natuur dat aansluit op het natuurlijke systeem en dus veerkrachtig is tegen klimaatverandering.



Kanalisering

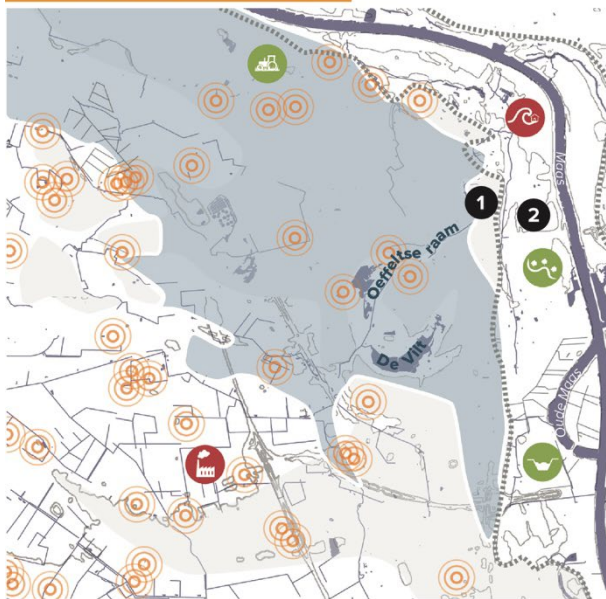
- Door de kanalisering stroomt er snel water af naar andere gebieden, daardoor meer verdroging.



Hermeanderen

- Het water langer in het gebied houden door het hermeanderen van watergangen.

4. OMGEVING CUIJK



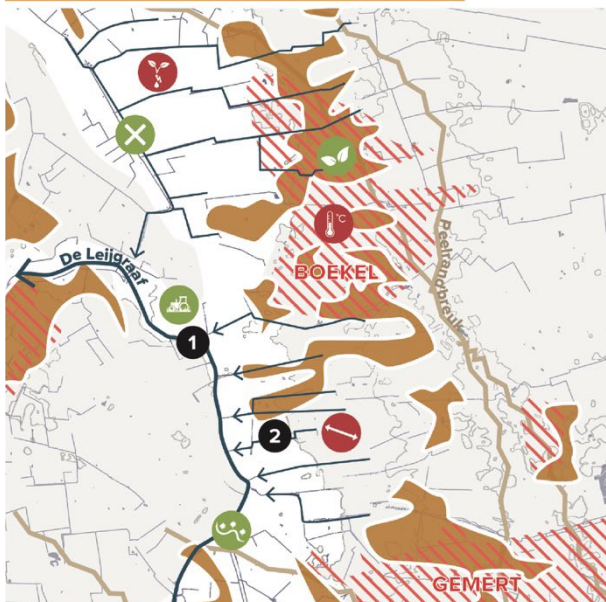
Legenda

- Rivierkleigronden
- Kavelstructuur
- (Intensieve) veehouderij
- Dijk

Locatie foto's



5. BRONGEBIED LEIJGRAAF



Legenda

- Enkeerdgronden
- Watergang
- Breuken
- Steden / dorpen

Locatie foto's



Knelpunten

Landbouw



Vervuiling

- Negatief effect op het natuurlijk systeem door de uitstoot van stikstof in de atmosfeer en in de bodem, waardoor er nitraat in de bodem komt. Voornamelijk door (intensieve) veehouderijen.



Natuurinclusieve landbouw

- Waterbergend vermogen en vruchtbaarheid van de rivierkleibodems in de uiterwaarden benutten.
- Introduceren van natte en andere teelten. Deze teelten sluiten aan op het natuurlijke systeem.

Natuur



Rivier/beek natuurlint

- De natuurlijke structuur van de Maas inzetten als groen lint door het landschap.

Bebouwing



Overstromingsgevaar

- Door extremer weer, hogere kans op overstromingen.



Waterbergen binnendijks

- Water bergen in de binnendijkse gebieden.

Knelpunten

Landbouw



Grondwateronttrekking

- Veel grondwateronttrekking/ lage grondwaterstand door oppompen water ten behoeve van akkerbouw.
- Het geschikt maken van de akkerbouw gronden om er gewassen op te verbouwen.



Natuurinclusieve landbouw

- Beekdalbodems in de uiterwaarden benutten.
- Introduceren van natte teelten. Deze natte teelten sluiten aan op het natuurlijke systeem.



Kanalisering

- Door het kanalisering stroomt er snel water af naar lager gelegen gebieden, hierdoor meer verdroging.



Demping van watergangen

- Het dempen van de watergangen om water minder snel af te laten stromen. Hierdoor blijft het water langer in het gebied aanwezig.

Natuur



Rivier/beek natuurlint

- De natuurlijke structuur van de beek inzetten als groen lint door het landschap.

Bebouwing



Hittestress

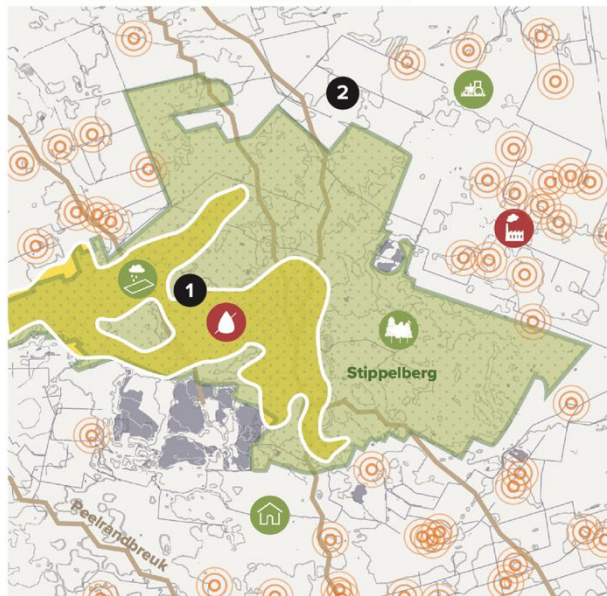
- Hittestress is in mindere mate aanwezig in kleinere versteende oppervlakten, zoals Boekel, maar wel belangrijk om aan te pakken.
- Hittestress heeft een negatief effect op de kwaliteit van het groen en de gezondheid van de inwoners.



Benutten enkeerdgrond

- Het benutten van de enkeerdgronden in en rondom de steden en dorpen voor meer stedelijk groen.
- Stedelijk groen zorgt voor meer verkoeling in de stad door meer schaduw, verdamping en bodemleven.
- Het stimuleren van het bodemleven door meer groen, zorgt voor een verbetering van het waterbergend vermogen van de bodem.

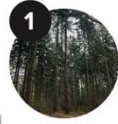
6. BREUKEN NAALDBOS



Legenda

- Duinvaaggronden
- Naaldbos
- Breuken
- (Intensieve) veehouderij

Locatie foto's

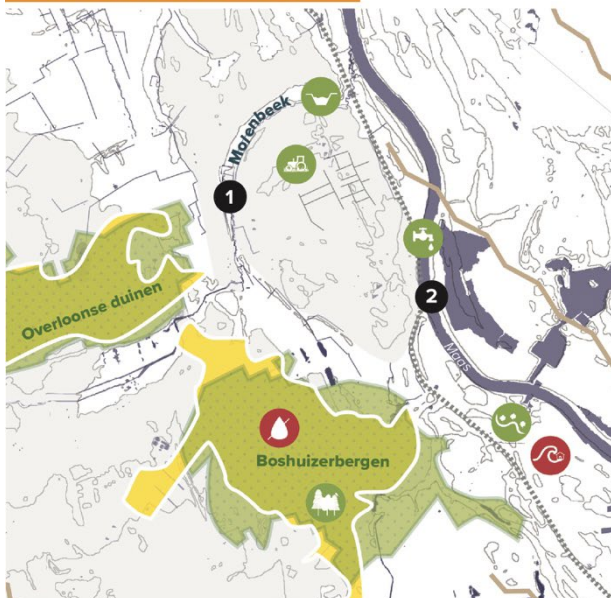


Naaldbos Stippelberg



Rand van het naaldbos

7. DE WATERKRAAN



Legenda

- Duinvaaggronden
- Naaldbos
- Breuken
- Dijk

Locatie foto's



Oude Maasarm



Uitenwaarden van Maas

Knelpunten

Landbouw



Vervuiling

- Negatief effect op het natuurlijk systeem door de uitstoot van stikstof in de atmosfeer en in de bodem, waardoor er nitraat in de bodem komt. Voornamelijk door (intensieve) veehouderijen.

Kansen



Natuurinclusieve landbouw

- Het introduceren van andere teelten die aansluiten op het natuurlijke systeem.

Natuur



Verdroging

- Hoge waterinfiltratiecapaciteit van de duinvaaggronden, waar de bossen op gelegen zijn.
- Het bodemleven wordt niet gestimuleerd door naaldbos.
- Verdamppt veel water door het grote oppervlak aan naalden.



Nieuwe natuur

- Nieuwe natuur dat aansluit op het natuurlijke systeem en dus veerkrachtig is tegen klimaatverandering.



Infiltratiegebied

- Het waterinfiltrerende vermogen van de duinvaaggronden benutten als infiltratiegebied.

Bebouwing



Woningbouw

- De geschikte hoogte en omgeving benutten voor woningbouw.

Knelpunten

Landbouw



Natuurinclusieve landbouw

- Het introduceren van andere teelten die aansluiten op het natuurlijke systeem.

Natuur



Verdroging

- Hoge waterinfiltratiecapaciteit van de duinvaaggronden, waar de bossen op gelegen zijn.
- Het bodemleven wordt niet gestimuleerd door naaldbos.
- Verdamppt veel water door het grote oppervlak aan naalden.



Nieuwe natuur

- Nieuwe natuur dat aansluit op het natuurlijke systeem en dus veerkrachtig is tegen klimaatverandering.



Rivier/beek natuurlint

- De binnendijkse gebieden laten functioneren als een doorstroommoeras.



Waterberging

- Oude maasloop gebruiken als waterbergingsgebied.



Waterkraan

- Het reguleren van water door gebruik te maken van de vernauwing in het natuurlijke systeem om water op te stuwen.

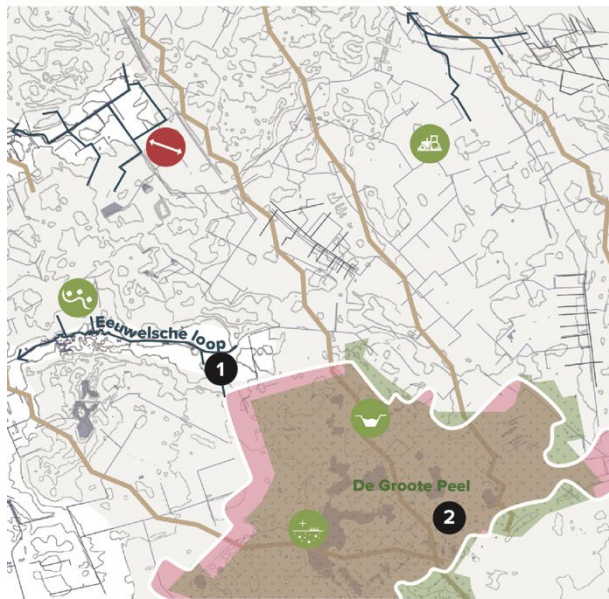
Bebouwing



Overstromingsgevaar

- Extremer weer door klimaatverandering zorgt voor meer risico op overstromingen.
- Bebouwing in de laag gelegen gedeeltes meer kans op overstromingen en schade.

8. BRONGEBIED DE AA



Legenda

- Veengronden
- Natura 2000-gebied
- Watergang
- Breuken
- Kavelstructuur

Locatie foto's

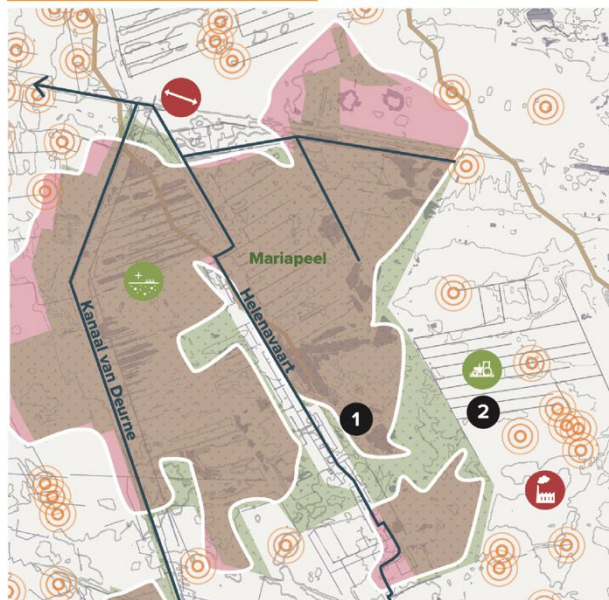


Eeuwelsche loop



De Groote Peel

9. DE PEELVENEN



Legenda

- Veengronden
- Natura 2000-gebied
- Watergang
- Breuken
- Kavelstructuur
- (Intensieve) veehouderij

Locatie foto's



Mariapeel



Rechte kavels

Knelpunten

Kansen

Landbouw



Natuurinclusieve landbouw

- Het introduceren van natuurinclusieve landbouw rondom de veengronden.

Natuur



Kanaliserie

- Het water in het gebied wordt snel afgevoerd door de gekanaliseerde watergangen, hierdoor meer verdroging.



Rivier/beek natuurlint

- Het gebied vernatten door een beek natuurlint te maken.



Hoogveen herstellen en uitbreiden

- Het hoogveen gebied herstellen en uitbreiden.



Waterberging

- Het benutten van de veengronden voor het vasthouden van water.

Knelpunten

Kansen

Landbouw



Vervuiling

- Negatief effect op het natuurlijk systeem door de uitstoot van stikstof in de atmosfeer en in de bodem, waardoor er nitraat in de bodem komt. Voornamelijk door (intensieve) veehouderijen.



Natuurinclusieve landbouw

- Het introduceren van natuurinclusieve landbouw rondom de veengronden.

Natuur



Kanaliserie

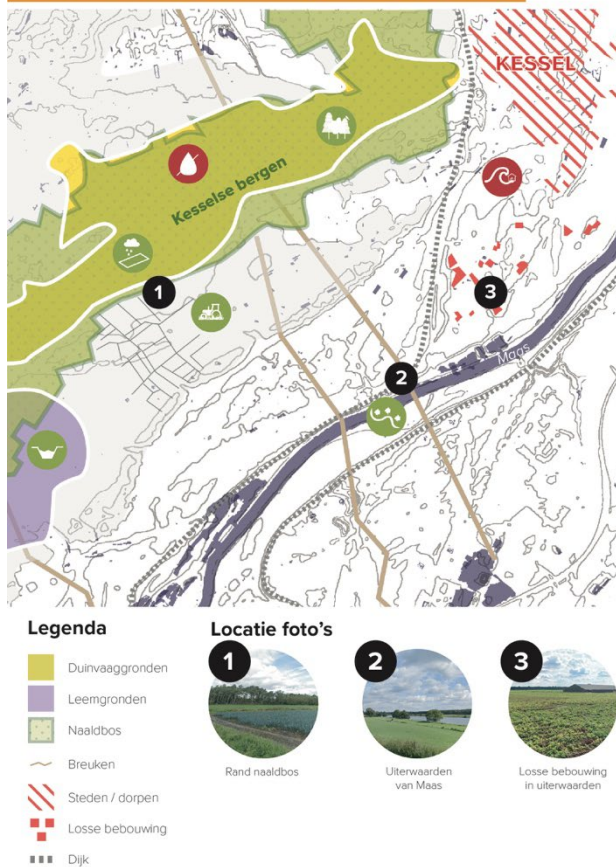
- Het water in het gebied wordt snel afgevoerd door de gekanaliseerde watergangen, hierdoor meer verdroging.



Hoogveen herstellen en uitbreiden

- Het hoogveen gebied herstellen en uitbreiden.
- Het benutten van de veengronden voor het vasthouden van water.

10. DE STAART VAN DE HORST



Onderbouwing tien deelgebieden

De tien deelgebieden die representatief zijn voor het Geopark:

1. Kop van de horsten

Dit gebied omvat de omgeving van Oss. Deze stad ligt op het einde van de dekzandrug en op de kop van de horsten. Hier is een overgang van het stedelijke gebied naar lage kleipolders, met daarbij dat de Peelrandbreuk recht door dit gebied heenloopt.

2. Hoge, droge horsten

Gelegen op de horsten van bestaande uit zandgronden met rechte waterwegen door afwatering ten behoeve van veenontginningen. Daarnaast zijn er verschillende breuken aanwezig in het gebied.

3. Ingesneden beekdal

Glooiend landschap door ingesneden beekdalen, met daarbij dat er verschillende breuken aanwezig zijn in dit gebied.

4. Maasduinen

Afwisseling van hoge oeverwallen met bebouwing en lage beeklopen. Deze watergangen voeren water aan richting de Graafsche Raam.

5. Brongebied de Leijgraaf

Het gebied rondom de watergang de Leijgraaf, dit gebied is de bron van het water van de Leijgraaf. Aanvoerkanalen staan haaks op de Peelrandbreuk, waarbij de Peelrandbreuk grote invloed heeft op de mineralen die zich in het water van de Leijgraaf bevinden.

6. Breuken naaldbos

Een naaldbos gelegen op de horsten, waarbij verschillende breuken aanwezig zijn. De naaldbossen zijn gelegen op de zandgronden, waardoor een verdrogend effect ontstaat.

7. Waterkraan

De Maas moet in dit gebied door een vernauwing, wanneer deze vernauwing optimaal wordt gebruikt kan dit als een waterkraan gaan functioneren. Hierdoor kan bij het opstuwen van water, meer water richting de Zuid-Willemsvaart vloeien, zodat er meer water in het gebied kan komen voor drogere tijden.

8. Brongebied de Aa

De omgeving rondom de Aa, die de Aa voorziet van water. Het bestaat uit enkele aanvoerkanalen die gegraven zijn ten behoeve van veenontginning, waardoor deze een recht karakter hebben.

9. De Peel veengronden

Het enige overgebleven gebied waar veengronden aanwezig zijn in het Geopark. Dit is een uniek stuk, aangezien deze veengronden een sponswerking hebben.

10. Staart van de horsten

Dit gebied is het begin van het watersysteem, aangezien dit het gebied is waar het water als eerste binnen treedt vanuit het zuiden.

Bijlage 3. Visie

Mogelijkheden veenuitbreiding

In 2050 is er de mogelijkheid om het veen weer uit te breiden, en hiermee ook de Natura 2000-gebieden die hieraan verbonden zijn (Noord-Brabant, z.d.-c). Door veengroei te stimuleren kunnen deze nieuwe veengebieden het gebied vernatten en CO₂ opslaan (Natuurbeheer, z.d.). Het herstel van veen kan op de volgende manier gestimuleerd worden.

1. **Dempen afwateringssloten.**

Wanneer de afwateringssloten gedempt worden blijft water langer in het gebied staan in plaats van direct afgevoerd. Constante aanwezigheid van water is nodig om veen weer te laten aangroeien (Schouwenaars et al., 2002; University of Greifswald, z.d.).

2. **Grondwaterpeil verhogen.**

De grondwaterstand wordt verhoogd tot enkele centimeters onder het maaiveld. Ook dit is nodig om het nieuwe veen constant nat te laten zijn (Natuurbeheer, z.d.).

3. **Grasvegetaties en bovenste bodemlaag verwijderen.**

De grasvegetaties en de bovenste bodemlaag dienen verwijderd te worden. Dit gaat om 10 tot 15 centimeter aan grond en vegetatie (Natuurbeheer, z.d.). Het doel van deze maatregel is om storingsvegetatie die op de bodem groeit, of in de bovenste bodemlaag aanwezig is, te verwijderen zodat deze niet kunnen concurreren met het veenmos (Schouwenaars et al., 2002).

4. **Veenmos aanplanten.**

Veenmosstekjes, of veenmosparels, dienen geplant of uitgestrooid te worden (Natuurbeheer, z.d.). De sporenplant groeit van boven aan, de onderkant sterft langzaam af. Zo ontstaat er een laag dood plantenmateriaal. Veenmos verzuurt de bodem, dit zorgt er ook voor dat de eigen afgestorven plantenresten niet afsterven. Het zuur remt de groei van afstervingsbacteriën (Geologie van Nederland, z.d.-d).

5. **Beheer.**

Onder gunstige omstandigheden kunnen de veenmosstekjes binnen vier jaar een laag van 8-12 cm veenmos op de bodem laten groeien (Natuurbeheer, z.d.). Veen heeft voedselarm water nodig om te groeien. Door de aanleg van stuwen en dammen kan gevallen regenwater binnen het gebied blijven. Er moet voorkomen worden dat nutriëntrijk water van omliggende gronden het gebied in stroomt (Geologie van Nederland, z.d.-b).

Praktijkvoorbeeld

Er zijn al meerdere lopende onderzoeken waar veengebieden hersteld worden en wat de gevolgen daarvan zijn op de omgeving. Een voorbeeld hiervan komt van de Universiteit van Greifswald in Duitsland. Deze Universiteit herstelt een veengebied en onderzoekt hoe hiernaast ook natte teelten toegepast kunnen worden. De Universiteit heeft onderzocht hoe veenmos groeit op een afgegraven ondergrond. De resultaten waren positief en het veen is zich aan het herstellen. Er is zelfs veengroei zichtbaar bij de aanvoer van voedselrijk water (Kennisswerkpplaats Noordoost Fryslân, z.d.; University of Greifswald, z.d.).

Voorwaarden

Veenherstel is een proces waar veel aandacht aan besteed moet worden. Wanneer het veen te nat wordt, kan er een moeras ontstaan. In het slechtste geval kan dit leiden tot het ontstaan van moerasgassen, waar onder andere methaan vrij kan komen (Staatsbosbeheer, z.d.). Verder is het belangrijk om concurrerende soorten te verwijderen tussen de groeiende veenmosstekjes. Een voorbeeld van een concurrerende soort is pitrus. Wanneer dit tot 2 a 3 keer per jaar wordt verwijderd, kan het veenmos de concurrentiestrijd winnen (Natuurbeheer, z.d.).

Natuurinclusieve landbouw

De landbouw is beeldbepalend voor het Nederlandse landschap. Door te zorgen voor meer biodiversiteit in het boerenland wordt de belevingswaarde van het agrarisch landschap verhoogd en krijgt de boer meer waardering vanuit haar omgeving (IVN Natuur Educatie, z.d.-a).

Natuurinclusieve landbouw creëert gunstige omstandigheden voor soorten, zodat ze zich kunnen vestigen. Voorbeelden om vogels te beschermen in het boerenlandschap is door het foeragerengebied van de vogels te verbeteren. Dit kan gedaan worden door het bevorderen van (meerjarige) akkerranden, kruidenrijke graslanden, nestbescherming en gefaseerd maaien toe te passen in het landschap (IVN Natuur Educatie, z.d.-a; Wageningen University and Research, z.d.-b).

Om het natuurlijke landschap terug te krijgen kan buiten de maatregelen die genomen kunnen worden voor vogels, wat ook voor insecten geldt, ook gekozen worden om poelen, houtwallen en heggen aan te leggen om zo de biodiversiteit te verhogen (Wageningen University and Research, z.d.-b).

Naast dieren te beschermen kan er ook iets gedaan worden om het systeem veerkrachtiger te maken. Een van deze maatregelen is het gebruik van verschillende teelten op hetzelfde perceel. Dit zorgt ervoor dat nutriënten beter benut worden, vangen de gewassen meer licht op, en krijgen nuttige organismen de ruimte en onderdrukken de schadelijke organismen. Het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen neemt af (IVN Natuur Educatie, z.d.-a; Wageningen University and Research, z.d.-b).

Teelten

Cranberry's worden geteeld in moerassige gebieden met zure bodems. Denk hierbij aan bodemtypen zoals leem, (rivier)klei en (weide)veen waarop ze geteeld kunnen worden (bioKennis bericht, 2007; CAH Dronten, 2008; The Cranberry Company, z.d.). Cranberry's kunnen droog of nat geoogst worden. Droog kunnen ze gebruikt worden voor de 'vers' verkoop. Bij een natte oogst wordt het hele perceel onderwater gezet en kan het alleen gebruikt worden voor de productie van bijvoorbeeld sap of sauzen. Ook kunnen ze worden ingevroren wat bevorderlijk is voor de productie. De voordelen van natte cranberryteelten zijn:

- Het gewas is eerder in volle productie (na 4 tot 5 jaar in plaats van 10 jaar)
- Niet weersafhankelijk
- Besparing arbeidskosten aangezien de oogst sneller verloopt (CAH Dronten, 2008)

Riet is een soort die als moerasplant bestand is tegen droogte maar ook tegen extreem natmilieu. Hierdoor kan riet groeien op diverse bodemtypen, zoals leem, (rivier)klei en veen. Riet kan daardoor op verschillende mogelijkheden geteeld worden: rietteelten op natte percelen, rietmoerassen en 'constructed wetlands' (Bestman et al., z.d.; Landbouw met natuur, z.d.). De productie van riet kan gebruikt worden voor dakbedekking, bodembedekking bij bollenteelten en als strooisel in potstal. Daarnaast heeft riet een water zuiverend vermogen door stikstof, fosfor en kalium op te nemen en op te slaan in de plant. Ze kunnen deze nutriënten weer afgeven als ze geoogst worden (Bestman et al., z.d.; *Wetland*, z.d.).

Nature-based solution bebouwing

Bij nature-based solution wordt uitgegaan van de kracht van de natuur. Er wordt geluisterd en gestreefd om op effectieve wijzen de natuur te benutten in plaats van tegen te werken. Zo wordt het bodemleven juist gestimuleerd om landbouwgrond veerkrachtiger te maken (IUCN, z.d.). Naast de landbouw, kunnen ook stedelijke ecosystemen gestimuleerd worden door de nature-based solution. Hier kunnen bijvoorbeeld nestkasten, hotels en stenen of groene daken aangelegd worden die de biodiversiteit in de stad verhogen (Gemeente Amsterdam, 2018). Kortom, nature-based solution

stimuleren het ecosysteem op duurzaamheid, veerkracht en circulariteit wat als infrastructuur voor de toekomst kan dienen (Deltares, z.d.; Van Hattum, 2019).

Warmte Koude Opslag-systemen (WKO) bebouwing

Warmte Koude Opslag (WKO) is een innovatieve manier om huizen of gebouwen van warmte of koude te voorzien. Doordat het systeem op elektra draait, is er geen gas nodig en dus beter voor het milieu. Daarbij wordt er 50% minder CO₂-uitstoot geleverd wat het aantal broeikasgassen, dus emissie, laat dalen. Als aangedreven elektriciteit vanuit groene stroom wordt gedreven, vindt er 0% emissie plaats. Kortom, WKO is duurzaam, toekomstbestendig en energiezuinig (Aan het IJ, 2021; EQUANS Nederland, 2019; Kuijpers, 2017).

Voedselbos

Een voedselbos is een natuurlijk bossysteem waarin vruchten en noten geoogst worden en waarbij te gelijker tijd de biodiversiteit gestimuleerd wordt. Om een voedselbos te creëren, wordt deze opgedeeld in verschillende lagen: kruinlaag, tussenlaag, stuiklaag, kruidlaag, bodembekkers, klimplanten en wortels en knollen. Daarbij is een geschikte bodem ook van belang. De optimaalste bodem, waarop de flora ook de optimaalste productie geeft, is op de enkeerdgronden (Voedsel uit het Bos, 2021; Voedselbos, z.d.). In de hoogste laag, kruinlaag, in het voedselbos kan gedacht worden aan een walnotenboom. De boom staat het liefst in de volle zon, op een vochtige goed doorlatende grond en op een plek beschut tegen sterke wind (Voedselbos, z.d.; Voedselbos Emmeloord, z.d.-b). Twee lagen lager, struiklaag, kan de honingbes voorkomen. Deze kan ook in symbiose samenleven met de walnotenboom (Voedselbos Emmeloord, z.d.-a). Voedselbossen zijn gebaseerd op het concept van Tiny Forest. Voedselbossen in de vorm van Tiny Forest vergroten ook de waterbergingscapaciteit, de luchtkwaliteit en slaan CO₂ op (IVN Natuur Educatie, z.d.-b).

Waterbuffels

Waterbuffels komen van oudsher voor in Nederland. Tijdens de ijstijd trokken ze weg richting warmere delen, rondom de Zwarte Zee, maar toen het daar weer te warm werd trokken de buffels terug naar Europa. De dieren gebruikte, net als de mens, de wateren om zich van plek naar plek te bewegen. Doordat de mensheid sneller oprukte dan de populatie waterbuffels werden deze weggeconcentreerd. Dit leidde ertoe dat de waterbuffel Nederland niet meer in grote aantallen konden bereiken (FREE Nature, z.d.; Geologie van Nederland, z.d.-e).

De waterbuffel is een diersoort dat net als de koe melk geeft. Het geeft in zekere zin minder melk dan (melk)koeien, maar geven kwalitatief betere zuivel- en vleesproducten (Nieuwe Oogst, 2020). Daarnaast zijn ze flexibeler te houden én kunnen zich makkelijk infiltreren in de natuur en het ecosysteem bevorder. Waterbuffels zorgen namelijk voor een verbetering in de biodiversiteit. De reden hiervoor is dat de dieren vrij rondlopen in natuurgebied waar zaden van planten aan hun vacht blijven kleven. Als ze een ruim loslopend gebied aangeboden wordt, kunnen ze diverse flora soorten helpen, zoals rivierfonteinkruid, om zich verder te verspreiden over het gebied (Bie de boer, 2020; De Stoerderij, z.d.).

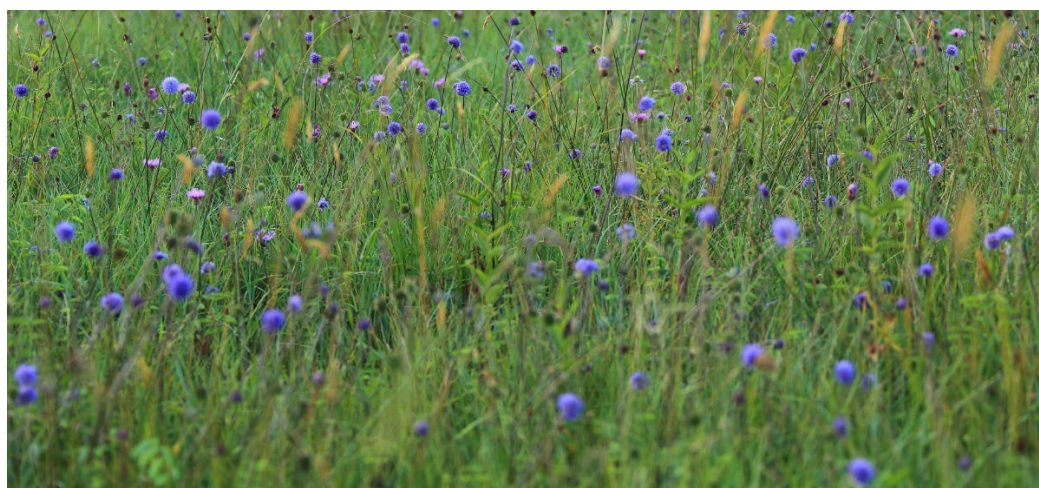
Het enige wat de waterbuffel nodig heeft, is waterrijke gebieden met graslanden of rietlandschap waarin de buffels kunnen baden en foerageren (Nieuwe Oogst, 2020). Voor de rest heeft de waterbuffel geen specifieke eisen.

Mogelijke doelsoorten visiekaart

Unesco stimuleert werelderfgoederen, biosferen en geoparken om zich op verschillende criteria op excentrieke wijzen te uiten. Criteria waaraan voldoen dient te worden zijn bijvoorbeeld samenhang tussen de gebiedskwaliteiten, het in beeld brengen van die samenhang, internationale onderscheiding en bescherming door regelgeving. Het Geopark moet bovendien van toegevoegde

waarde zijn voor andere (internationale) Geoparken (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2021). Een van de criteria waar ook aan voldaan dient te worden, is het stimuleren van de biodiversiteit om deze te verhogen. Hieronder valt onder andere de bescherming van flora en fauna die bijvoorbeeld op de rode lijst staan (Nederlandse Unesco Commissie, z.d.).

In het Geopark de Peelhorst en Maasvallei is de variatie in bodem, waterrijkdom, watersamenstelling, voedselrijkdom en structuur uiteenlopend. Dit komt mede door de wijstgronden in het gebied. Hoe voedselrijk en zuur de bodem en het water zijn, ligt aan het bodemtype en het punt waar de kwel ontstaat (Van Balen et al., 2022). Door deze kenmerken, leven ook diverse soorten flora en fauna in en rondom het gebied. Een aantal flora en fauna soorten die zich in het plangebied bevinden, kunnen als doelsoorten dienen. Zo kan een habitattypen hersteld worden om flora en fauna te beschermen of te herintroduceren. Een van de habitattypen die kan bijdragen aan de bescherming van uitstervende (vlinder)soorten zijn blauwgraslanden (H6410; figuur 16). Blauwgraslanden komen voor op voedselarme, matig zure tot neutrale bodems die in de winter nat of moerassig zijn en in de zomer droog staan (Ecopedia, z.d.-a; Natura2000, z.d.-d). Naast het habitattypen blauwgraslanden komen er nog 24 andere habitattypen in het gebied voor: Stuifzandheiden met struikhei (H2310), Zandverstuivingen (H2330), Zwakgebufferde vennen (H3130), Kranswierwateren (H3140), Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150), Zure vennen (H3160), Beken en rivieren met waterplanten (H3260), Slikkige rivieroeveren (H3270), Vochtige heiden (H4010), Droge heiden (H4030), Jeneverbesstruwelen (H5130), Stroomdalgraslanden (H6120), Heischrale graslanden (H6230), Ruigten en zomen (H6430), Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (H6510), Actieve hoogvenen (H7110), Herstellende hoogvenen (H7120), Pioniersvegetaties met snavelbiezen (H7150), Galigaanmoerassen (H7210), Beuken-eikenbossen met hultst (H9120), Eiken-haagbeukenbossen (H9160), Oude eikenbossen (H9190), Hoogveenbossen (H91D0) en Vochtige alluviale bossen (H91E0). Wat de specifieke kenmerken van deze habitattypen zijn en welke flora en fauna zich hierop bevinden dient verder uitgezocht te worden in een vervolgonderzoek (Natura2000, z.d.-e).



Figuur 16 Blauwgrasland (De Potter, 2020).

Met dit project wordt gestreefd om de water- en bodemsystemen te herstellen, dit kan bevorderlijk zijn voor blauwgrasland. Voor het herstellen van blauwgrasland is het watervasthoudend vermogen van de bodem cruciaal. Het is namelijk van belang dat verdroging en verzuring tegengegaan worden (Jongman et al., 2009).

Blauwgraslanden zijn nodig voor bepaalde soorten om te overleven, met name vlindersoorten. Twee typerende vlindersoorten, die beide op de rode lijst staan, is het gentiaanblauwtje (figuur 17) en aardbeivlinder (figuur 18). Beide vlinders hebben blauwgrasland nodig om te overleven, aangezien

hier hun waardplant, klokjesgentiaan (figuur 17) en tormentil (figuur 19), voorkomen (De Vlinderstichting, z.d.-a, z.d.-b, z.d.-c; Van Balen et al., 2022). Klokjesgentiaan en tormentil gedijen goed op natte, voedselarme, zure bodems waardoor het herstellen van blauwgrasland dit meer zal gaan bevorderen. Naast dat het gentiaanblauwtje en aardbeivlinder op de rode lijst staan, komt het klokjesgentiaan ook zeldzaam voor in Nederland en staat daardoor ook op de lijst (FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten, 2022a, 2022c). Door als eerste stap te inventariseren waar de soorten voorkomen en zouden voorkomen kan aanbevolen worden om de waardplant, klokjesgentiaan en tormentil, te herintroduceren in blauwgraslanden. Zo kunnen de doelsoorten, gentiaanblauwtje en aardbeivlinder, hun populaties uitbreiden en versterken waardoor ook de biodiversiteit in het gebied zal toenemen. Ideeën hoe de klokjesgentiaan en tormentil beheerd kunnen worden in blauwgraslanden is door plaatselijk te plaggen. Dit leidt tot minder concurrentie met andere planten en bevordert zo de groei van de plant (De Heer, 2007). Door dit over het gehele Geopark te doen, bevordert het de biodiversiteit en zet het een stap richting het creëren van Unesco waardig gebied, aangezien er vanuit Unesco gestimuleerd wordt, de biodiversiteit te verhogen en inheemse soorten te beschermen (Nederlandse Unesco Commissie, z.d.).

Hoe het gentiaanblauwtje ge(her)introduceerd, maar ook gestimuleerd, kan worden om zich in het blauwgrasland te krijgen kan bevorderd worden door verschillende beheersmaatregelen toe te passen. De klokjesgentiaan is namelijk afhankelijk van bestuivers, bijvoorbeeld hommels, om zich voort te planten. De optimaalste leefwijzen van de soort is door verspreid over het gebied voor te komen én tussen flora soorten te staan die bestuivers aantrekken. Hierdoor heeft het gentiaanblauwtje meer overlevingskansen aangezien de larven van de vlinder verdeeld worden onder de mieren nesten waarin ze grootgebracht worden.

Om de klokjesgentiaan te bevorderen in het gebied kunnen er vier beheersmaatregelen plaats laten vinden: maaien, plaggen, branden en begrazen. Door laat in het jaar, rond oktober als de zaden van de plant zijn vrijgekomen, te gaan maaien hebben de zaden van de plant de kans om zich stevig te nestelen in de bodem. De klokjesgentiaan heeft namelijk kortlevend zaad en als er te vroeg gemaaid wordt zijn er het jaar een te kort aan zaailingen waardoor de populatie achteruit gaat. Hiervoor kan daarom ook gekozen worden om begrazing in het gebied plaats te laten vinden. Dit zorgt er ook voor dat de zaailingen meer kans hebben om het juveniele stadium te bereiken en instant te houden. Om kleinschalig te plaggen rondom bloeiende klokjesgentiaan, stimuleert dit de zaadafzetting rondom de plant. Ook hebben dan de waardmieren meer kans zich te nestelen rondom de bloeiende plant wat de populatie gentiaanblauwtjes bevordert. Ook kan branden helpen, bodemgesteldheid afhankelijk, om een schrale, fosfaatarme, humuspodzolgrond te creëren waar het klokjesgentiaan goed op gedijt. Een combinatie van branden en plaggen leidt tot een nog sneller groeiende heiden maar zal de levensduur afnemen (De Vlinderstichting, z.d.-b; Habel et al., 2007; Mouquet et al., 2005; Oostermeijer et al., 1992, 1994; Veldkamp, 2008).

Door dus de klokjesgentiaan als eerste te stimuleren door bovenstaande beheersmaatregelen toe te passen kan vervolgens de waardmier van het gentiaanblauwtje gestimuleerd worden. De waardmier waar de rups van het gentiaanblauwtje het beste mee in symbiose gaat is de steekmier. Daarnaast kan de rups ook onderdak krijgen bij de bossteekmier, moerassteekmier en gewone steekmier (De Vlinderstichting, z.d.-b; Habel et al., 2007; Veldkamp, 2008).



Figuur 17 Het gentiaanblauwtje op zijn waardplant, klokjesgentiaan (De Vlinderstichting, 2017).



Figuur 18 De aardbeivlinder (De Vlinderstichting, z.d.-a).



Figuur 19 De waardplant van de aardbeivlinder, tormentil (Ecopedia, z.d.-c).

Naast vlindersoorten en blauwgraslanden te beschermen en herintroduceren, zijn er ook diverse vogelsoorten te vinden. Een aantal van deze soorten gebruiken het gebied alleen als broedgebied en andere verblijven er het jaarrond. Het Geopark heeft een gevarieerd leefgebied, waar het rondom de Peelrandbreuk varieert van struwelen tot bossen. Hierdoor biedt het een kans voor verschillende vogelsoorten om voor te komen. Voornamelijk komen er zangvogels, zoals roodborsttapuit, grasmus, tjiftjaf, nachtegaal en zwartkop, voor in het gebied. Dit komt mede door de mineralen- en kalkrijke bodem waar kruiden met zaden, bessen en vruchten goed op gedijen (Europese Gemeenschap, 1979; Van Balen et al., 2022). Hiernaast is er ook voldoende voedsel voor insecteneters te vinden. Naast dat het met veel vogelsoorten goed gaat in het gebied, zijn er ook soorten die op de rode lijst staan en nog wat extra hulp nodig hebben om te overleven of terug te keren in het gebied. Twee van deze soorten zijn de grauwe klauwier (figuur 20) en de porseleinhoen (figuur 21; Vogelbescherming Nederland, z.d.-a, z.d.-b). Door het gebied te vernatten hebben deze soorten de kans om in de zomer te kunnen broeden. Hierdoor kan ook de biodiversiteit in het gebied veranderen en toenemen met meer waterorganismen, zoals de kamsalamander (figuur 22) en rugstreeppad (figuur 23; RAVON, z.d.-a, z.d.-b; Van Balen et al., 2022).



Figuur 20 De grauwe klauwier (Vroege Vogel, 2019a).



Figuur 21 De porseleinhoen (Ecopedia, z.d.-b).



Figuur 22 De kamsalamander (RAVON, z.d.-a).



Figuur 23 De rugstreeppad (RAVON, z.d.-b).

Buiten de vlinders, insecten, vogels, reptielen en amfibieën, komen er ook zoogdieren voor. Een soort die ook kan helpen bij het behouden van een nat milieu, is de bever (figuur 24). Door de beverdammen die de bever maakt wordt dit bevordert. De bever is een ook een soort die op de rode lijst staat en is al in verschillende plekken geherintroduceerd. Dit heeft geleidt dat de bever populatie

sterk aan het toenemen is (Van Balen et al., 2022; Zoogdiervereniging, z.d.-a). Ook komen de bunzing en hermelijn voor in het gebied, wat de biodiversiteit rondom de wijstgronden bevordert (Zoogdiervereniging, z.d.-b, z.d.-c).



Figuur 24 De bever (Onze Natuur, 2022).

Door meer water in het gebied vast te houden biedt het de mogelijkheid om meer soorten te kunnen laten overleven en beschermen. Dit leidt tot een verhoging van de biodiversiteit en het versterken van de populaties die achteruitgaan. Denk aan de rode lijst soorten zoals de kamsalamander, rugstreeppad, grauwe klavier, aardbeivlinder, hermelijn, etc.

Blauwgraslanden herstellen en stimuleren

Door blauwgraslanden te stimuleren, kunnen ze worden terug gebracht door vier herstelmaatregelen uit te voeren:

1. **Grondwaterpeil verhogen en verbeteren.**
Blauwgraslanden bevinden zich graag in natte, moerassige gebieden. Door stuwtjes aan te leggen kan de waterhuishouding in het gebied gereguleerd worden, en kan de verdroging in het gebied tegengegaan worden.
2. **Gefaseerd maaien.**
Helpt de waterhuishouding en verschraling in het gebied te reguleren en stimuleren.
3. **Afgraven voedselrijke bovenste grondlaag van het doelgebied.**
Blauwgraslanden gedijen het beste op schrale (gras)landen.
4. **Kleinschalig plaggen.**
Zorgt voor meer variatie in de structuur van de begroeiing.

Dus de voornaamste reden waarop gelet moet worden voor het herstel en stimuleren van blauwgrasland in het plangebied is door de hydrologische systemen te verbeteren (Beije et al., z.d.; Ecopedia, z.d.-a; Meppeler Courant, 2020; Natuurmonumenten, z.d.-a).

Aangezien klokjesgentiaan voorkomt op natte heiden en een voorkeur heeft voor habitattypen blauwgraslanden (H6410), wordt aangeraden om de groei van de klokjesgentiaan te bevorderen door vier beheersmaatregelen uit te voeren:

1. **Gefaseerd maaien.**

Door laat in het jaar te maaien, rond oktober als de eerste zaden van de plant vrijkomen, hebben de zaden van de plant een hogere overlevingskans om zich stevig te nestelen in de bodem.

2. **Extensief begrazen door grote grazers.**

Dit zorgt ervoor dat het kortlevende zaad van de klokjesgentiaan genoeg zaailingen overhoudt dat ze het juveniele stadium kunnen bereiken.

3. **Kleinschalig plaggen.**

Door rondom bloeiend klokjesgentiaan kleinschalig te plaggen, stimuleert dit de zaadafzetting rondom de plant en leidt het tot minder concurrentie met andere plantensoorten. Hier profiteren de waardmieren van, doordat ze meer (overlevings)kansen hebben om zich te nestelen rondom de bloeiende plant. Door meer waardmieren te stimuleren rondom de plant, geeft dit ook hogere overlevingskansen aan het gentiaanblauwtje.

4. **Branden.**

Met branden wordt de bodemgesteldheid aangepast, om een schrale-, fosfaatarme-, humuspodzolgrond te creëren.

Door de klokjesgentiaan te stimuleren, stimuleert dit ook de waardmier, (hoofdzakelijk de bos-, anders moeras-, rode - of gewone -) steekmier, waar de rups van het gentiaanblauwtje van profiteert tijdens zijn eerste levensstadia. De steekmier wordt aangetrokken door het klokjesgentiaan door suikers(-geuren) die de plant vrijlaat (De Vlinderstichting, z.d.-b; Habel et al., 2007; Mouquet et al., 2005; Oostermeijer et al., 1992, 1994; Veldkamp, 2008). Echter, wordt sterk afgeraden om plaggen én begrazen te combineren aangezien de bossteekmier hier nadelige gevolgen van ondervindt (De Heer, 2007; Wallis de Vries, 2003).

Al deze (herstel)maatregelen die gedaan kunnen worden om eerst blauwgraslanden te herstellen, dan het klokjesgentiaan en de bossteekmier te stimuleren in het gebied, kunnen ook nadelig werken voor het gentiaanblauwtje. Zo is het van belang dat vergrassing, verruiging, verdroging, verzuring, versnippering, en te intensief beheer verdwijnt. Het herstel van oorspronkelijke grondwaterregime is hoofdzakelijk, maar de waterstand mag niet te snel verhoogd worden. Hierdoor kunnen de waardmieren zich niet snel genoeg verplaatsen naar de hogere delen. Om versnippering tegen te gaan in het gebied, wordt sterk aangeraden om verbindingen te leggen tussen geschikte gebieden, zoals blauwgrasland en natte heiden, aangezien de vlinder hoogstens enkele kilometers aflegt om een 'nieuw' geschikt leefgebied te vinden (De Vlinderstichting, z.d.-b). Door deze maatregelen te volgen en handhaven, kan de populatie gentiaanblauwtje in het Geopark uitbreiden.

Photoshopbeelden van twee landschapstypen



Figuur 25 Photoshopbeeld van landschapstypen rivierkleibodem. Hierop zijn natte teelten, meanderende watergang en waterbuffels weergegeven.



Figuur 26 Photoshopbeeld van de wijstzone. Hierop is een wijstgebied weergegeven met lintbebouwing.