



Klimaateffecten in Nederland

Kansen en bedreigingen voor verschillende landschapstypes



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Klimaateffecten in Nederland

Kansen en bedreigingen voor verschillende landschapstypes

Menno Diersmann, Bas van Delft, Hessel Woolderink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research binnen het project '*Klimaatadaptatie: Kansen en bedreigingen met het bodem-watersysteem als leidend principe*' (BO-43-123-013) in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juli 2024

Gereviewd door:
Myrjam de Graaf

Akkoord voor publicatie:
Mirjam Hack - ten Broeke



Diersmann, M.G.D., van Delft, S.P.J., Woolderink, H.A.G. 2024. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3384. 39 blz. <https://doi.org/10.18174/676811>.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/676811> of op www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport | ISSN 1566-7197

Foto omslag: shutterstock.com

Inhoud

Inleiding	6
Basiskaart Natuurlijk Systeem	7
Voormalige Hoogvenen	8
Dekzandgebied	10
Zeekleipolders	13
Laagveen	16
Strandwallen en binnenduinrand	18
Keileemgebied	20
Droogmakerijen	22
Rivierengebied	24
Heuvelland / Lössgebied	27
Rivierterrassen	30
Stuwwal	32
Aanbevelingen	35
Referenties	36

Verantwoording

Rapport 3384

Projectnummer: BO-43-123-013

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

Functie: Senior Onderzoeker

Naam: Myrjam de Graaf

Datum: 02-07-2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

Naam: Mirjam Hack - ten Broeke

Datum: 02-07-2024

Inleiding

Dit document geeft een eerste indicatie over de verschillende adaptatiekansen en bedreigingen die geïdentificeerd zijn in de verschillende landschapstypes in Nederland. Er is voor gekozen om voort te borduren op de reeds ontwikkelde [Basiskaart Natuurlijk Systeem van de Klimateffectatlas](#). Daarnaast is, voor zover mogelijk, vanuit het kennisnetwerk '[Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit](#)' (OBN) informatie toegevoegd voor kansen en bedreigingen vanuit een natuurontwikkelings- en beheer oogpunt. Hier zijn onder andere (deels) antropogene effecten in meegenomen (bijv. eutrofiëring door verhoogde ammoniakdepositie), die het landschap robuuster of kwetsbaarder maken voor de effecten van klimaatverandering. Echter, vanwege de verschillende classificatiemethodes voor landschapstypes in deze twee bronnen, is deze lijst nog niet volledig en dient nog verder onderzocht te worden. Ten slotte, is vanuit de Basisregistratie Ondergrond (BRO) de [Legenda van de Geomorfologische kaart](#) geraadpleegd voor beschrijvingen van de landschaps(sub)types.

Er zijn 11 hoofdtypes gedefinieerd die onderverdeeld zijn in totaal 49 subtypes. Binnen verschillende hoofdtypes kunnen dezelfde subtypes voorkomen. Het subtype 'Es' komt bijvoorbeeld voor binnen de hoofdtypes 'Dekzandgebied' en 'Stuwwal'. De reden hiervoor is dat essen niet gebonden zijn aan één specifieke geomorfologische ontstaanswijze, omdat ze door menselijk handelen zijn ontstaan. Daarnaast kunnen sommige subtypes zich onder natuurlijke omstandigheden in verschillende hoofdtypes ontwikkelen (bijv. beekdalen in het 'Dekzandgebied' en 'Heuvelland / Lössgebied'). Verder kunnen op dezelfde geografische locatie meerdere hoofd- of subtypes voorkomen. Zo kan bijvoorbeeld de Veluwe worden gezien als een Stuwwal, maar ook als een Dekzandgebied.

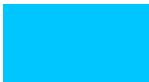
Dit document maakt gebruik van interactieve elementen waardoor er gemakkelijk in het document genavigeerd kan worden. Op [Pagina 7](#) staat de Basiskaart Natuurlijk Systeem weergegeven. In de Legenda op deze pagina kan op de desbetreffende hoofdtypes geklikt worden, waarna er wordt doorverwezen naar het desbetreffende landschapstype. Vervolgens kan er terug worden gegaan naar de startpagina (Pagina 7), door rechts onderaan op de kleine kaart van Nederland te klikken.

Ten slotte worden er in dit document iconen gebruikt voor het gemakkelijk en snel identificeren van klimaatbedreigingen en adaptatiekansen. Deze zijn ontwikkeld door Shannen Dill (Wageningen Environmental Research) en Menno Diersmann (Wageningen Environmental Research). Verdere toelichting op de iconen kan gevonden worden in de desbetreffende tekst.

Basiskaart Natuurlijk Systeem Hoofdtypes



Legenda

	Voormalige hoogvenen		Stuwwal		Dekzandgebied
	Laagveen		Keileemgebied		Droogmakerijen
	Zeekleipolders		Heuvelland / Lössgebied		Rivierengebied
	Strandwallen binnenduinrand				Rivierterrassen

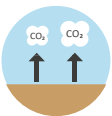
Voormalige Hoogvenen

Het landschapstype 'Voormalige Hoogvenen' komt voornamelijk nog voor in het noordoosten van Nederland en de Brabant-Limburgse Peel. Hoogveen kon zich ontwikkelen op plekken waar een slecht doorlatende (leem) laag voor stagnatie van oppervlakte- of grondwater zorgde. Ontgonnen hoogveen bestaat veelal uit vlakke, agrarische landschappen met een rationele verkaveling.^[1] Door historische afgravingen van veen bestaat de bodem voornamelijk uit zand met verschillende diktes aan teruggestort veen. Tegenwoordig zijn de restanten hoogveen schaars in Nederland. Door het huidige landgebruik en het wegvallen van hydrologische dynamiek zijn de restanten ook erg gevoelig voor verdroging.^[1] De Voormalige Hoogvenen in het noordoosten van Nederland worden daarom met oppervlaktewater 'gevoed' door water uit het IJsselmeergebied.

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



CO₂ - emissies



Wateroverlast



Vermesting



Verzuring

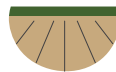


Natuurbrand

Adaptatiekansen:



Vasthouden



Aanpassen landgebruik

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen alle subtypes is CO₂ - emissie door verdroging een reëel risico. Door verdroging kan namelijk veenoxidatie optreden, wat leidt tot bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen. Daarnaast zijn alle Nederlandse Hoogveen restanten in meer of mindere mate verdroogd, omdat door vervening het gebied hydrologisch niet meer als geheel functioneert.^[2] Er vindt geen hoogveengroei meer plaats en alleen op de laagste, natste plekken komen nog veenmossen voor. Vergrassing met het [pijpenstrootje](#), uitbreiding van heiden en opslag van berken komt steeds vaker voor.^[2]

Er liggen binnen dit landschapstype kansen voor beter vasthouden van water, bijvoorbeeld door het verhogen van het waterpeil en het verhogen van de drainagebasis.

^[1] Deze vernattingsmaatregelen zijn met name effectief wanneer dit gepaard gaat met herstel van het grotere hydrologische systeem.^[3]



Subtypes Voormalige Hoogvenen

Hoogveen



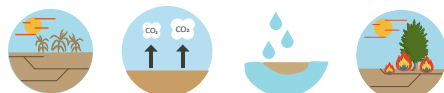
Het subtype 'Hoogveen' is kwetsbaar voor verdroging, waarbij natuurbranden, bodemdaling door veenoxidatie en verdroging van (grondwaterafhankelijke) natuur als bedreiging kunnen worden geïdentificeerd.^[1] Door verdroging kan er ook (versnelde) verzuring en/of vermesting optreden.^[2] Binnen dit subtype liggen er kansen voor het verhogen van de drainagebasis en het waterpeil in de directe omgeving, evenals het lokaal vasthouden van neerslag en uitvoeren van flexibel peilbeheer. Er moet rekening mee worden gehouden dat grootschalig hydrologisch herstel vaak vereist is voor het succesvol in stand houden of herstellen van oorspronkelijke biotopen binnen hoogveen, om op deze manier wegzijging te voorkomen.^[3]

Ontgonnen Hoogveen

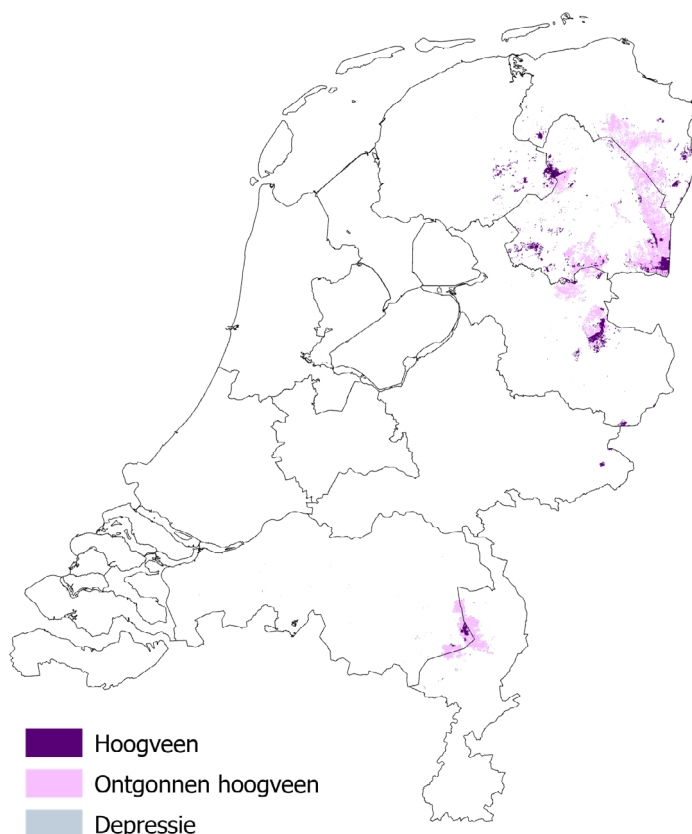


Het subtype 'Ontgonnen Hoogveen' is kwetsbaar voor verdroging, waarbij natuurbranden, bodemdaling door veenoxidatie, droogteschade voor de landbouw en wateroverlast door langdurige neerslag als grootste bedreiging worden gezien.^[1] Er liggen kansen binnen dit subtype voor het verhogen van de drainagebasis en het waterpeil om verdroging tegen te gaan. Daarnaast kan ook het landgebruik in landbouw- en natuurgebieden worden aangepast aan vernattende maatregelen, door bijvoorbeeld vochtminnende gewassen te telen, of landbouwpraktijken anderzijds aan te passen of te beëindigen.^[1] In het laatste geval kan er worden gekozen voor natuurherstel van hoogveen(restanten) die binnen dit subtype voorkomen.

Depressie



Het subtype 'Depressie' is kwetsbaar voor langdurige neerslag, bodemerosie door wind, verdroging van grondwaterafhankelijke natuur en natuurbrand.^[1] Daarnaast spelen klimaateffecten zoals CO₂ - emissie en bodemdaling door veenoxidatie een mogelijke rol. Er liggen kansen binnen dit subtype om het peil van grond- en oppervlaktewater te verhogen en land te inunderen. Tevens vormt het aanpassen van teelten een mogelijke adaptatiekansen.^[1]



- Hoogveen
- Ontgonnen hoogveen
- Depressie



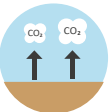
Dekzandgebied

Het landschapstype 'Dekzandgebied' ligt verspreid over grote delen van Midden-, Noordoost- en Zuid-Nederland. Het landschap is ontstaan door wind- en smeltwaterafzettingen en is gelegen over de relatief lage delen van Nederland die niet bedekt zijn geraakt met rivier- of zeelei. Binnen het Dekzandgebied komen zeer diverse landschapseenheden voor: dekzandruggen, dekzandvlaktes, stuifzandduinen, zandige en venige beekdalbodems en depressies, laagveenvlaktes en essen rond oude dorpen. Deze verscheidenheid aan landschapseenheden resulteert ook in zeer gevarieerde bodems en hydrologische condities.^[4]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



CO₂ - emissies



Wateroverlast



Versnippering



Vermesting



Verzuring



Natuurbrand

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Afvoeren



Aanpassen landgebruik



Beek- en rivierherstel

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen Dekzandgebieden is verdroging de grootste en meest urgente bedreiging, aangezien het de laatste jaren al voor veel schade zorgt binnen de natuur en landbouw. Op de hoge zandgronden is het vochtvasthoudend vermogen voornamelijk afhankelijk van het leem- en organische stofgehalte. In laaggelegen gebieden met hoge grondwaterstanden kunnen piekbuien voor wateroverlast zorgen, anderzijds kunnen deze gebieden ook gevoelig zijn voor verdroging door diepe ontwatering.^[4] Tevens kan er op de hellingen erosie plaatsvinden. Ecologisch gezien zijn verdroging,

verzuring en vermisting de belangrijkste bedreigingen.^[5] De overheersing van stikstof in het systeem verstoort de mineralen- en nutriënten-huishouding, wat doorwerkt tot hoger in de voedselketen. Daarnaast zijn landschapsgradiënten binnen de Dekzandgebieden verdwenen en liggen natuurgebieden als eilandjes tussen steden en intensief agrarisch gebruikt gebied.^[5] Er zijn veel adaptatiekansen binnen dit landschapstype. Voor alle subtypes geldt dat er een kans ligt om variatie terug te brengen in het landschap en te focussen op meer water vasthouden.



Subtypes Dekzandgebied

Dekzandrug



Het subtype 'Dekzandrug' is kwetsbaar voor bodemerrosie door water en wind, eutrofiëring, verzuring en is gevoelig voor droogteschade in de landbouw en verdroging van natuur.^[4] Er liggen kansen binnen dit subtype om het organisch stofgehalte te verhogen, wat ten goede komt aan de infiltratiecapaciteit en het vochtvasthoudend vermogen van de bodem. Ook bodeminfiltratie en het aanpassen van teelten zijn kansrijke adaptatiemaatregelen. Daarnaast is het structureel aanpakken van hoge stikstofdepositie cruciaal om vermessing (in bijvoorbeeld [Droge Heide](#)) tegen te gaan.^[5]

Dekzandvlakte

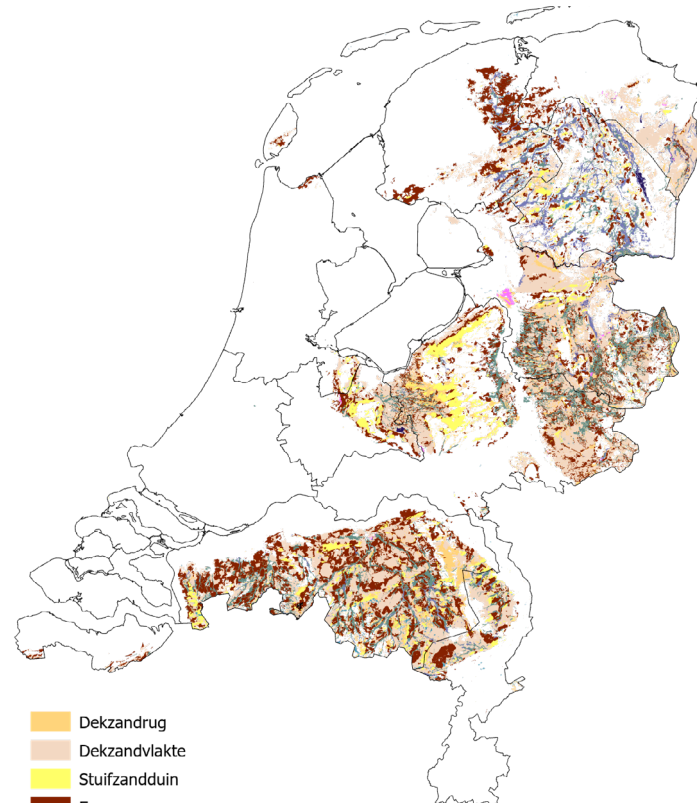


Binnen het subtype 'Dekzandvlakte' liggen bedreigingen door zowel langdurige neerslag, als kortdurende piekbuien. Afhankelijk van de grondwaterdiepte en bodemopbouw kan dit landschapstype ook zeer gevoelig zijn voor droogte, wat kan leiden tot schade in de landbouw en natuur. Er liggen kansen binnen Dekzandvlaktes om bodeminfiltratie te bevorderen, de drainagebasis te verhogen en het aanpassen van het landgebruik naar gewassen/vegetatie die beter bestand zijn tegen droogtestress.^[4]

Stuifzandduin



De eenheid 'Stuifzandduin' is met name kwetsbaar voor verdroging en bodemerrosie, wat leidt tot het verdwijnen van kenmerkende soorten. Daarnaast is dit landschapstype gevoelig voor natuurbrand, winderosie en erosie tijdens extreme neerslag. Daarnaast is dit landschapstype gevoelig voor winderosie en erosie tijdens extreme neerslag.^[4] Verder is door de toegenomen ammoniakdepositie de successie sterk versneld. Hierdoor nam de dynamiek af en de stuifzandbiotoop slonk, waarbij sommige soorten sterk afnamen of zelfs verdwenen (bijv. de [duinpieper](#)).^[5] Er liggen hier kansen voor het herstellen van gradiënten op landschapsniveau om zo de natuurlijke dynamiek te bevorderen. Er is tevens een brochure door het OBN ontwikkeld voor het [beheer en herstel van Stuifzanden](#).



- Dekzandrug
- Dekzandvlakte
- Stuifzandduin
- Es
- Beekdal zand/leem
- Beekdal veen
- Depressie zand
- Depressie veen
- Laagveenvlakte

Es



Essen zijn gevoelig voor bodemerrosie (m.n. op braakliggende percelen) en er kan droogteschade voor de landbouw optreden. Daarnaast kan er CO₂ - emissie plaatsvinden door oxidatie van organisch materiaal. Er ligt vooral een kans binnen dit subtype om continue bodembedekking te garanderen, waardoor de bodem minder gevoelig wordt voor erosie en de infiltratiecapaciteit wordt verhoogd.^[4]

Beekdal zand/leem



Binnen dit subtype zijn er vooral bedreigingen gerelateerd aan langdurige neerslag en piekbuien, aangezien dit kan resulteren in overstromingen van omliggende gebieden. Ook kan er verdroging van natuur optreden in periodes met weinig neerslag.^[4] Er liggen kansen voor een meer natuurlijke inrichting van beekdalen door het verhogen van de drainagebasis van beken en het terugbrengen van overstromingsdynamiek in het beekdal. Dit bevordert het watervasthoudend/bufferend vermogen en de biodiversiteit.

^[4]



Subtypes Dekzandgebied

Beekdal veen



Binnen 'Venige Beekdalen' zijn er veel bedreigingen, waaronder verdroging, bodemdaling, wateroverlast, versnippering, eutrofiëring, vermessing, het wegvallen van natuurlijke dynamiek en verhoogde CO₂ - emissies.^[4] Deze bedreigingen staan allemaal met elkaar in verbinding en zijn deels te wijten aan menselijk ingrijpen in het natuurlijk systeem. Er liggen daarom ook kansen voor het herstellen van de natuurlijke dynamiek in volledige stroomgebieden van dit subtype. Voor zowel zandige als venige beekdalen moet dit echter gebeuren op landschapsschaal, omdat venige beekdalen van nature onderhevig zijn aan complexe abiotische processen die zich op grote ruimtelijke schaal afspelen (bijv. kwel en wegzijging).^[6] Concreet zijn er kansen voor het verhogen van het waterpeil, het verhogen van de drainagebasis, beekherstel (bijv. hermeandering, periodieke inundatie), stromende berging en herstel van waterkwaliteit.^[4]

Depressie zand



In 'Zandige Depressies' zijn er met name bedreigingen voor wateroverlast, zowel tijdens langdurige neerslag als piekbuien. Doordat dit subtype zich bevindt in lager gelegen delen van het Dekzandgebied is het mogelijk dat veel water uit het gebied zich hier verzamelt in natte periodes. Logischerwijs is er daarom ook een kans binnen dit subtype om hier water te bergen door inundatie op het land.^[4] Echter, in de huidige langere periodes van droogte is er ook (beperkte) overlast van droogte voor landbouw en natuur mogelijk.

Depressie veen



In 'Venige Depressies' zijn er eveneens bedreigingen voor wateroverlast, maar ook voor verdroging van natuur en/of landbouw. Verdroging in deze gebieden kan leiden tot de oxidatie van veen, wat resulteert in bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen. Om verdroging tegen te gaan liggen er kansen om de drainagebasis en het oppervlakte- en grondwaterpeil te verhogen.^[4]

Laagveenvlakte



Binnen het subtype 'Laagveenvlakte' zijn er met name bedreigingen in relatie tot verdroging. Verdroging maakt grondwaterafhankelijke natuur kwetsbaar, verzuring kan versnellen en het kan leiden tot bodemdaling door veenoxidatie en een verhoogde uitstoot van broeikasgassen. Door het wegvallen van gebufferd grond- en oppervlaktewater, verzuring en eutrofiëring van Laagveenvlaktes wordt de natuurlijke dynamiek en successie verstoord, wat leidt tot verminderde soortenrijkdom en een verlies van verlanding van jonge successiestadia van trilveen.^[6] Daarnaast zorgt het huidige maaibeheer met (zware) machines enerzijds voor het vertragen van ongewenste successie, maar anderzijds tot het verdichten en inklinken van de bodem. Er liggen kansen binnen dit subtype voor het aanpassen van het landgebruik die in lijn liggen met het in acht nemen van het natuurlijke water- en bodemsysteem, zowel in landbouw- als natuurgebieden. In lager gelegen landbouwgebieden waar kansen liggen voor het verhogen van waterpeilen, kan bijvoorbeeld worden overwogen natte teelten (zoals lisdodde) te produceren. Ook zou in natuurgebieden kunnen worden gekozen voor natuurlijke begrazing door bijvoorbeeld schapen, in plaats van (zware) machines. Verder ligt er een grote kans voor dit subtype om water vast te houden, mede door inundatie op land. Het moet benoemd worden dat het succes van (beheer) maatregelen sterk afhangt van de landschapsecologie.^[7] Laagveenvlaktes zijn oorspronkelijk onderhevig aan een complexe dynamiek van abiotische processen en gradiënten (bijv. regionale kwel), terwijl deze door menselijk ingrijpen zijn ingeperkt. Het is daarom noodzakelijk om inrichtings- en herstelmaatregelen te organiseren op landschapsschaal.^[6]

^[7]



Zeekleipolders

Het landschapstype 'Zeekleipolders' komt voor in de kustgebieden van de Provincies Friesland, Groningen, Noord- en Zuid-Holland en Zeeland. Zeekleipolders liggen ongeveer tussen de 3 meter – NAP en 1,5 meter + NAP, maar lokale hoogteverschillen bedragen zelden meer dan enkele decimeters. Binnen dit landschapstype worden zeekleivlakten, kreekkruggen, kreekbeddingen, terpen en zoet- en zoutwatergetijdenafzettingen onderscheiden.^[8] De bodem bestaat voornamelijk uit zeeklei, maar op de kreekkruggen is de kleigrond minder zwaar. De ondergrond bestaat meestal uit wadafzettingen, maar lokaal komt ook veen of dekzand voor. Over het algemeen wordt in het hele landschap een grondwaterspiegel in stand gehouden die is gericht op het uitvoeren van landbouw.^[8]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



Verzilting



Wateroverlast



Zeespiegelstijging



Versnippering

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Aanpassen natte teelten



Beek- en rivierherstel

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen het hoofdtype 'Zeekleipolders' is een aantal algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen die voor alle subtypes gelden. Ten eerste zullen de gevolgen van zeespiegelstijging steeds meer invloed gaan hebben op de kustzones. Een hogere zeespiegel kan leiden tot meer zoute kwel, waardoor verzilting kan optreden in natuur- en landbouwgebieden landinwaarts. Historische hydrologische ingrepen hebben reeds hun stempel gedrukt op de ontwikkeling van deze gebieden, zoals de gedeeltelijke drooglegging van de Zuiderzee en het aanleggen de Deltawerken in Zeeland.

Dit heeft er mede voor gezorgd dat de natuurlijke dynamiek is verminderd en kustgebieden kwetsbaarder zijn voor de gevolgen van klimaatverandering.^[7] De grootste kansen liggen dan ook binnen dit landschapstype voor het herstellen van de natuurlijke dynamiek in de Nederlandse kustgebieden en het aanpassen van de landbouw naar natte en/of zoutbestendige teelten.^[8] Echter, moet de hoogwaterveiligheid gewaarborgd blijven en zal de effectiviteit van herstel afhangen van de strategie die Nederland hiervoor zal hanteren, zoals reeds ook [benadrukt door de voormalig Deltacommissaris](#).



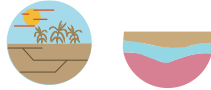
Subtypes Zeekleipolders

Zeekleivlakte



Binnen het subtype 'Zeekleivlakte' zijn er bedreigingen door verzilting, bodemzetting door zwel en krimp en verdrinking door een stijgende zeespiegel. Landbouwgebieden kunnen last krijgen van verzilting door de toenemende druk van zoute kwel en grotere kans op droogteschade.^[8] Om verzilting te voorkomen liggen er kansen om zoet water te bergen in Zeekleivlaktes door middel van inundatie op land of het vergroten van de capaciteit van het oppervlaktewater en peilverhoging. Een andere adaptatiekans is het aanpassen van teelten naar vocht- en/of zoutminnende gewassen.

Kreekkrug



De 'Kreekkruggen' liggen relatief hoog in het landschap van de Zeekleipolders, omdat ze zijn ontstaan door afzetting van zand en/of zavel onder invloed van de getijden en hierdoor minder zijn ingeklonken dan de kleiige vlaktes.^[9] Deze gebieden zijn gevoelig voor verzilting door zoute kwel en voor droogte, wat beide kan leiden tot schade in de landbouw. Er liggen daarom ook kansen om de bodeminfiltratie te verbeteren en daarmee verdroging en verzilting tegen te gaan.^[8] Daarnaast kan er voor worden gekozen om teelten aan te passen naar vocht- en/of zoutminnende gewassen.

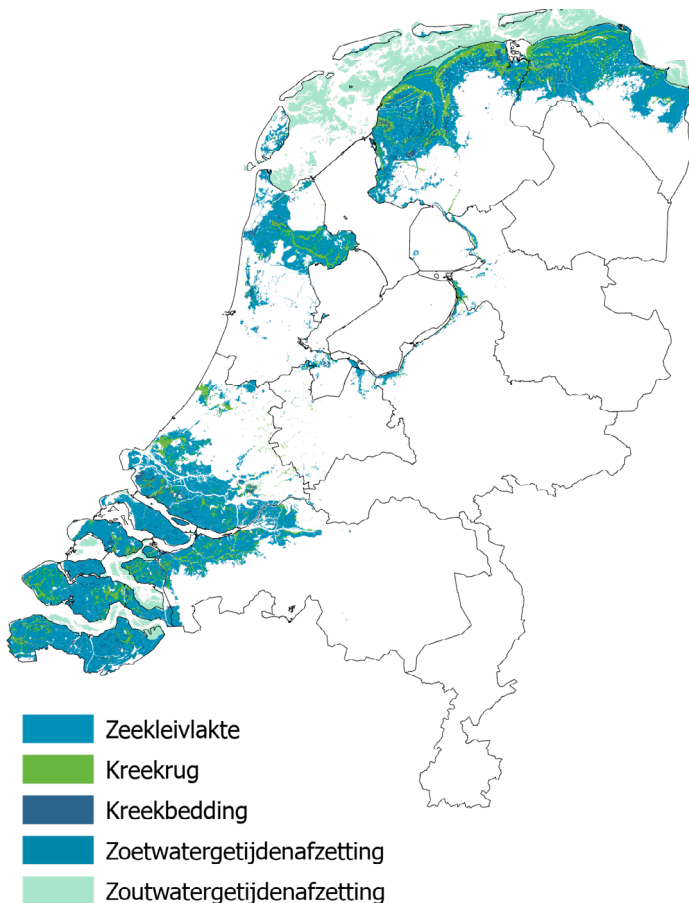
Kreekbedding



Het subtype 'Kreekbedding' ligt relatief laag in het landschap van de Zeekleipolders, omdat ze zijn ontstaan als geulen door de werking van de getijden.^[10] Door de relatief lage ligging is dit subtype kwetsbaar voor verzilting door zoute kwel en kan er wateroverlast ontstaan na langdurige neerslag. Tevens kan er bodemzetting voorkomen door zwel en krimp van kleideeltjes. Aangezien er voornamelijk landbouw wordt bedreven op deze vruchtbare bodems, ligt er een kans voor het aanpassen van teelten. Daarnaast ligt er een mogelijkheid om water te bergen door middel van inundatie op land en het vergroten van de bergingscapaciteit van het oppervlaktewater.^[8]

Terp

Terpen zijn lokale verhogingen in het landschap die door de mens zijn aangelegd. De Terpen liggen met name in de Provincies Groningen en Friesland, en enkele in Zeeland en het rivierengebied. Historisch gezien worden deze subtypes gebruikt voor bewoning. Er zijn daarom op dit moment nog geen bedreigingen en/of kansen geïdentificeerd.



Zoetwatergetijdenafzetting



'Zoetwatergetijdenafzettingen' komen voornamelijk voor in de omgeving van de Biesbosch. Door de vastlegging van de Nederlandse kustgebieden zijn er nauwelijks andere regio's waar getijden nog doorwerken in rivieren. Naast bodemzetting door krimp en zwel zijn er op dit moment weinig bedreigingen of adaptatiekansen geïdentificeerd. Het enige waar ecologisch gezien een kans ligt is het verbeteren van de waterkwaliteit, wat echter op landschapsniveau moet worden aangepakt.

Zoutwatergetijdenafzetting



Binnen het subtype 'Zoutwatergetijdenafzetting' komen met name kwelders/schorren voor. Dit zijn habitats die afhankelijk zijn van sedimentatie en tijdelijke inundatie onder invloed van de getijden. Hierdoor ontstaan er gradiënten in deze natuurgebieden, waarbij successie landinwaarts optreedt. Echter, is het merendeel van de kwelders opgegaan in polders en ontgonnen, waardoor versnippering is opgetreden. In de resterende kwelders en de riviermondingen is de gradiënt tussen zoet en zout water veel scherper geworden. Brakke wateren zijn veelal verloren gegaan. Het is op dit moment nog onduidelijk of er voldoende sedimentatie optreedt op kwelders om de zeespiegelstijging bij te houden en zo permanente inundatie ('verdrinking') te voorkomen.^[11] Er zijn verscheidene maatregelen in het land- en waterbeheer die sedimentatie op kwelders kunnen bevorderen, zoals het plaatsen van rijshoutdammen.



Figuur 1: Eb in de Strieper kwelder op Terschelling (Shutterstock.com)



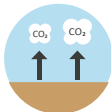
Laagveen

Tot het landschapstype 'Laagveen' behoort het Noordelijk kustveengebied langs de randen van het Drents-Fries keileemplateau, de venige laagtes van de Krimpener- en Alblasserwaard in het rivierengebied, en het Hollands-Utrechts veengebied.^[12] Binnen dit hoofdtype komen laagveenvlaktes en petgaten voor. De petgaten zijn ontstaan door het afgraven van laagveenvlaktes, welke daarna een grote plas hebben kunnen vormen. Doorgaans wordt dit landschapstype gebruikt voor de melkveehouderij, waarvoor een bepaalde drooglegging in stand wordt gehouden.

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



CO₂ - emissies



Wateroverlast



Vermesting



Verzuring

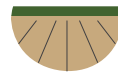
Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Aanpassen landgebruik



Aanpassen natte teelten

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen het hoofdtype Laagveen is de bodem erg kwetsbaar voor verdroging. Door het droogleggen van veen kan er oxidatie optreden, wat zorgt voor de uitstoot van broeikasgassen en het inklinken van de bodem.^[12] Door veranderingen in het landgebruik, de hydrologische condities en voedselrijkdom is in de meeste gebieden de soortenrijkdom afgenomen.^[7] Hierdoor verdringt de versnelde natuurlijke successie (bijv. veenbossen en struweel) de oorspronkelijke veenvorming en verlanding.^[7] In combinatie met minder dynamische hydrologische processen en prominente wegzijging van grondwater, krijgen verzuring en verdroging vrij spel. Dit werkt door

in de versnelling van successie en het verder wegvallen van de oorspronkelijke natuurlijke dynamiek binnen Laagveen.^[7] Er liggen daarom kansen bij het verhogen en/of flexibel omgaan van het grondwaterpeil en bij het aanpassen van het landgebruik, bijvoorbeeld door het telen van vochtminnende gewassen (zoals lisdodde).^[12]



Subtypes Laagveen

Laagveenvlakte

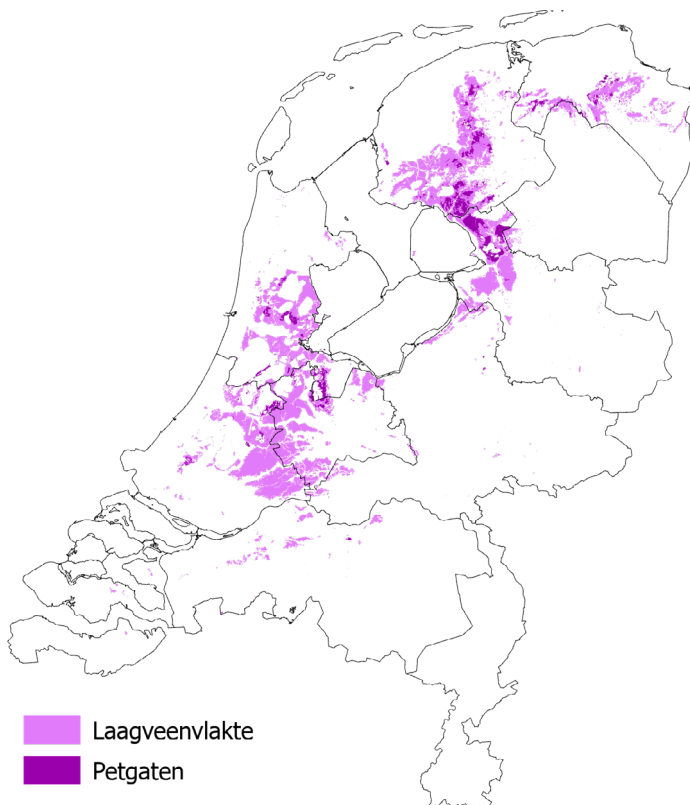


Binnen het subtype 'Laagveenvlakte' zijn er met name bedreigingen in relatie tot verdroging. Verdroging maakt grondwaterafhankelijke natuur kwetsbaar, verzuring kan versnellen en het kan leiden tot bodemdaling door veenoxidatie en een verhoogde uitstoot van broeikasgassen. Door het wegvallen van gebufferd grond- en oppervlaktewater, verzuring en eutrofiëring van Laagveenvlaktes wordt de natuurlijke dynamiek en successie verstoord, wat leidt tot verminderde soortenrijkdom en een verlies van verlanding van jonge successiestadia van trilveen.^[6] Daarnaast zorgt het huidige maaibeheer met (zware) machines enerzijds voor het vertragen van ongewenste successie, maar anderzijds tot het verdichten en inklinken van de bodem. Er liggen kansen binnen dit subtype voor het aanpassen van het landgebruik die in lijn liggen met het in acht nemen van het natuurlijke water- en bodemsysteem, zowel in landbouw- als natuurgebieden. In lager gelegen landbouwgebieden waar kansen liggen voor het verhogen van waterpeilen, kan bijvoorbeeld worden overwogen natte teelten (zoals lisdodde) te produceren. Ook zou in natuurgebieden kunnen worden gekozen voor natuurlijke begrazing door bijvoorbeeld schapen, in plaats van (zware) machines. Verder ligt er een grote kans voor dit subtype om water vast te houden, mede door inundatie op land. Het moet benoemd worden dat het succes van (beheer) maatregelen sterk afhangt van de landschapsecologie.^[7] Laagveenvlaktes zijn oorspronkelijk onderhevig aan een complexe dynamiek van abiotische processen en gradiënten (bijv. regionale kwel), terwijl deze door menselijk ingrijpen zijn ingeperkt. Het is daarom noodzakelijk om inrichtings- en herstelmaatregelen te organiseren op landschapsschaal.^[6]
[7]

Petgaten



Het subtype 'Petgaten' is ontstaan door het uitbaggeren van veen, waardoor er grote veenplassen zijn gevormd. Deze landschappen zijn dikwijls in gebruik als recreatie- of natuurgebied. Het verhogen van het waterpeil is daarom een geschikte adaptatiemaatregel om verdroging van de aanwezige natuur tegen te gaan. Verder zijn ook deze gebieden kwetsbaar voor verzuring en vermesting, aangezien de aanwezige vegetatie hier zeer gevoelig voor is.^[7] Kleinere petgaten kunnen met juist hydrologisch beheer hersteld worden tot natuurgebieden met trilvenen en mogelijk verdere successie.



Strandwallen en binnenduinrand

Binnen het landschapstype 'Strandwallen en binnenduinrand' worden drie subtypes onderscheiden: kustduinen, strandwallen en strandvlakten. Dit landschapstype vormt een smalle strook van maximaal 10 km breed langs een groot deel van de Noordzeekust. De bodem bestaat uit zandige afzettingen die gedeeltelijk verwaaid zijn tot duin. Achter de duinen liggen de strandvlaktes, die bedekt kunnen zijn met een laag veen of klei. Naast de functie als kustverdediging zijn de duinen essentieel voor een deel van de Nederlandse zoetwatervoorziening, aangezien er een diepe zoetwaterbel aanwezig is.^[13]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



Verzilting



Wateroverlast



Zeespiegelstijging



Vermesting



Verzuring



Versnippering



Natuurbrand

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Aanpassen natte teelten



Beek- en rivierherstel

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Menselijk ingrijpen heeft een grote rol gespeeld in het kwetsbaarder worden van dit landschapstype voor de effecten van klimaatverandering.^[11] Door waterwinningen zijn grondwaterafhankelijke vegetaties afgenomen, de enorme recreatie- en landbouwdruk werkt vergiftiging (bijv. door pesticide gebruik in de bollenteelt), verzuring, vermesting en versnippering in de hand en de vastlegging van de Nederlandse kustlijn verstoort de natuurlijke dynamiek.^[11] Deze combinatie van factoren maakt het landschap een stuk kwetsbaarder voor de effecten van klimaatverandering, aangezien het hele systeem minder veerkrachtig en robuust is. Over het algemeen liggen er kansen voor het herstel van de natuurlijke dynamiek van dit landschapstype. Echter zijn er belangrijke afwegingen waarin de keuzes de verdere ontwikkeling van dit landschapstype zal bepalen. Verder ligt er overal een mogelijkheid om bodeminfiltratie te bevorderen en de zoetwatervoorraad op peil te houden.^[13]



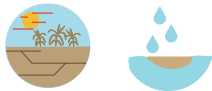
Subtypes Strandwallen Binnenduinrand

Strandwal



Strandwallen zijn gevormd in het Holoceen in een ondiepe zee, waar uit de ondergrond zand werd losgemaakt en in de kustzone is afgezet.^[14] Veel oorspronkelijke strandwallen zijn tegenwoordig afgegraven voor de aanleg van infrastructuur en stedenbouw. Er zijn bedreigingen in dit landschapstype voor zoute en brakke kwel (verzilting) en droogteschade voor de landbouw en natuur.^[13] Om dit tegen te gaan zijn er mogelijkheden voor bodeminfiltratie, zowel in het landelijk als stedelijk gebied. Daarnaast ligt er een kans om het organisch stofgehalte te verhogen en het landgebruik (m.n. teelten) aan te passen naar gewassen die minder water verbruiken (bijv. ten opzichte van glastuinbouw) en/of beter bestand zijn tegen brakke omstandigheden.

Strandvlakte



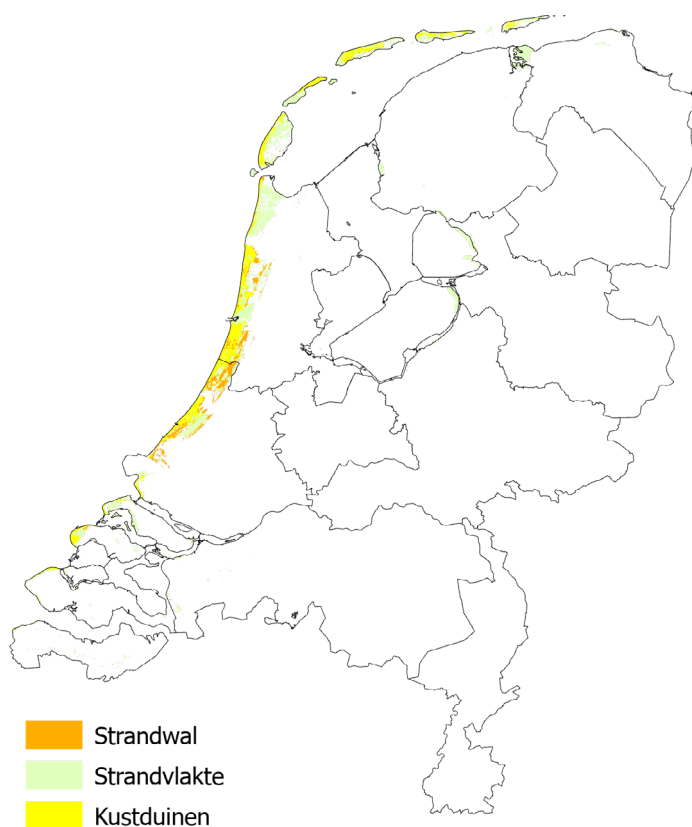
Strandvlaktes zijn vlaktes die verder landinwaarts liggen en vaak zijn ingesloten door strandwallen en/of kustduinen.^[15] Door de relatief lage ligging in het landschap is er ook een kans op wateroverlast tijdens langdurige neerslag en piekbuien. Daarnaast is de natuur veelal afhankelijk van (zoet) grondwater, wat het gevoelig maakt voor verdroging en verzilting. Er liggen kansen om het waterpeil te verhogen, zodat water beter in het gebied kan worden vastgehouden. Ook het vergroten van de bergingscapaciteit van het oppervlaktewater is hier kansrijk.^[13] Daarnaast ligt er een mogelijkheid om teelten toe te passen die minder afhankelijk zijn van grondwateronttrekkingen of om het organisch stofgehalte van de bodem te verhogen.

Kustduinen



Kustduinen hebben een vitale functie in Nederland. Zo zijn Kustduinen populair als recreatiegebied, zijn het unieke biotopen, is het belangrijk voor de zoetwatervoorziening en beschermt het Nederland tegen overstromingen vanuit zee. Echter, staan de Kustduinen ook sterk onder druk door menselijk ingrepen, waardoor dit landschap gevoelig is voor effecten van klimaatverandering.^[11] Ten eerste zijn ze gevoelig voor natuurbranden en zoute/brakke kwel. Door zeespiegelstijging zal de 'tegendruk' van het zoute grondwater groeien en daarmee de zoetwaterbel in de duinen in

gevaar brengen.^[16] Daarnaast is de verwachting dat klimaatverandering ook over het algemeen zal resulteren in een hogere belasting op de Kustduinen, waardoor er meer erosie plaats kan vinden. Tijdens stormen kan er (onder invloed van wind) golfafslag van duinen voorkomen. Tevens is er een hele reeks aan gevaren wat de duinen kwetsbaarder maakt, zoals versnippering, het verdwijnen van natuurlijke dynamiek, verzuring, vermesting en een grote recreatiedruk.^[11] Adaptatiekansen voor de effecten van klimaatverandering, zijn vooral gericht op het verhogen van de bodeminfiltratie om de zoetwaterbel aan te vullen.^[13] Wat betreft het behoud/herstel van dit unieke biotoop, liggen er vooral kansen om natuurlijke processen de ruimte te geven. Het toelaten van verstuiwing, overstroming met zeewater en dergelijke kan de gradiënten in het landschap herstellen.^[11] Echter is dit niet op alle plekken mogelijk vanwege de ruimtelijke inrichting en functie van de duinen (bijv. hoogwaterveiligheid). De ontwikkeling van de duinen zal grotendeels af gaan hangen wat de Nederlandse strategie voor hoogwaterveiligheid gaan zijn, aangezien hier ook wordt bepaald in welke mate natuurlijke processen of menselijk ingrijpen de boventoon gaan voeren.



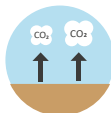
Keileemgebied

Het landschapstype 'Keileemgebied' komt voor door heel Nederland, met name in Drenthe, Oost-Groningen en Twente, maar ook in Friesland, Texel en de Noordoostpolder. De bodem bestaat uit een mengsel van stugge leem, grof zand en stenen wat tijdens de voorlaatste ijstijd onder de ijskap is afgezet. De keileem is daarna overstoven met dekzand, bedekt geraakt met veen, of is diep ingesneden door beken. Binnen dit landschap komen grondmoreneruggen, grondmorene plateaus en -vlaktes, pingoruïnes en periglaciale laagten voor.^[17] Tevens komen ook andere subtypes voor uit het dekzand- en laagveenlandschap (bijv. dekzandvlaktes en laagveenvlaktes). Door de complexe ontstaanswijze van dit landschapstype is de samenstelling van de bodem, ondergrond en hydrologische situatie zeer variabel. Het slecht doorlatende karakter van keileem leidt vaak tot stagnatie van grondwater, waardoor lokaal natte omstandigheden overheersen.^[17]

Klimaatbedreigingen:

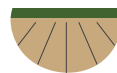


Wateroverlast



CO₂ - emissies

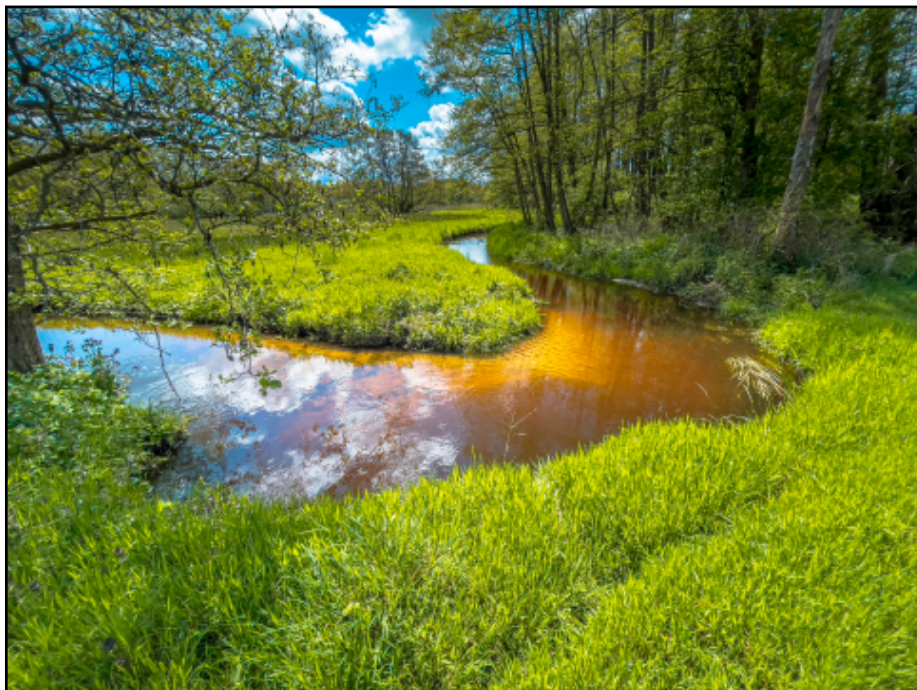
Adaptatiekansen:



Aanpassen landgebruik



Vasthouden



Figuur 2: Het Anloerdiepje in het stroomgebied van de Drentsche Aa, dat ontstaan is binnen een grondmorenevlakte (Shutterstock.com)

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Het Keileemgebied is uniek binnen de landschapstypes, omdat door het ondoorlatende karakter van de bodem en ondergrond er simpelweg weinig adaptatiekansen zijn. Dit kan in natte periodes (m.n. de winter) lokaal leiden tot zeer natte omstandigheden. De enige optie is dan ook om rekening te houden met deze omstandigheden bij de ruimtelijke inrichting en het landgebruik.



Subtypes Keileemgebied

Grondmorenerug



Het subtype 'Keileemrug' bestaat uit afzettingen die zijn getransporteerd door het landijs en zijn veelal bedekt met een laag dekzand.^[17] Er kan hier wateroverlast optreden na langdurige neerslag en tijdens piekbuien. Er zijn tot nog toe geen adaptatiekansen geïdentificeerd, naast het rekening houden met periodiek natte omstandigheden in het landgebruik.

Grondmorenevlakte

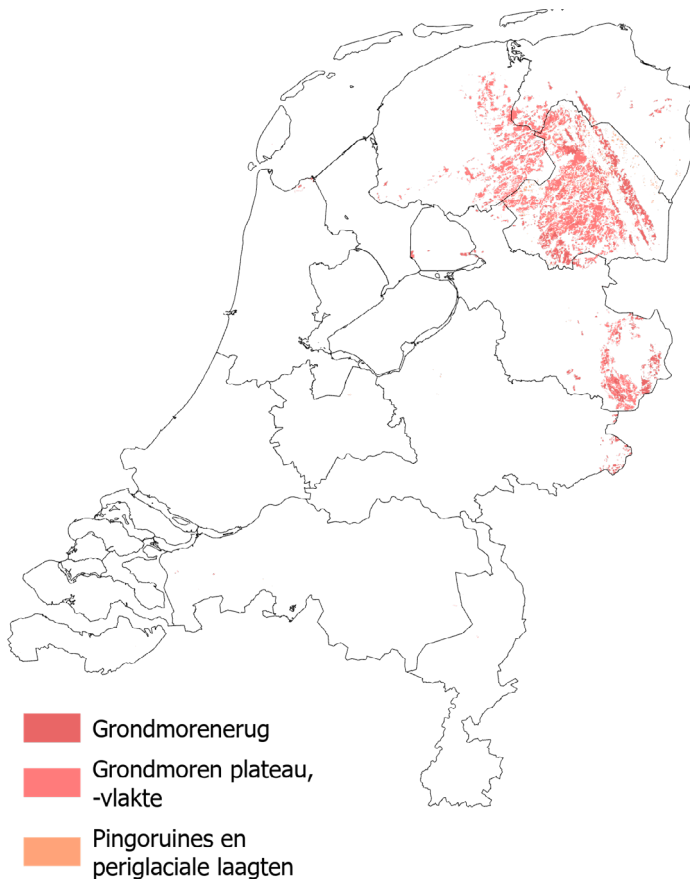


Het subtype 'Keileemvlakte' bestaat uit afzettingen die zijn getransporteerd door het landijs en als vlakte zijn ontwikkeld. Een bekend voorbeeld van dit landschapstype is het 'Drents Plateau'. Er kan hier wateroverlast optreden na langdurige neerslag en tijdens piekbuien.^[17] Er zijn tot nog toe geen adaptatiekansen geïdentificeerd, naast het rekening houden met periodiek natte omstandigheden in het landgebruik.

Pingoruïnes en periglaciale laagten



Pingoruïnes zijn min of meer cirkel- tot ovaalvormige depressies, soms omgeven door een vrijwel gesloten walletje. Ze ontstaan onder arctische omstandigheden, onder invloed van bodemijs.^[18] Cirkelvormige depressies kunnen echter ook door andere processen in het landschap ontstaan zijn, zoals door uitblazing, een vorm van periglaciale laagten.^[19] Dit subtype is gevoelig voor langdurige neerslag en piekbuien, verdroging van grondwaterafhankelijke natuur en CO₂ -emissies door veenoxidatie. Adaptatiekansen liggen in het verhogen van de drainagebasis en peilverhoging.^[17]



- Grondmorenerug
- Grondmoren plateau, -vlakte
- Pingoruïnes en periglaciale laagten



Droogmakerijen

Het landschapstype 'Droogmakerijen' komt voor in Noord- en Zuid-Holland en het westen van de Provincie Utrecht. Daarnaast worden de Zuiderzeepolders ook tot dit landschapstype gerekend, net zoals het Wieringermeer, de Noordoostpolder en oostelijk en zuidelijk Flevoland.^[20] Dit landschapstype is ontstaan door grootschalige vervening, wat resulteerde in veenplassen die vervolgens weer zijn drooggemalen. Een belangrijk aspect van dit landschapstype is dat de meeste Droogmakerijen tussen de 4 tot 5,5 meter beneden NAP liggen, met een hoogteverschil naar omringende landschappen tot 5 á 6 meter. De bodem bestaat voornamelijk uit zeeklei, met plaatselijk zavel, zand, of (verslagen) veen. Dit landschapstype wordt tevens permanent bemalen om voldoende drooglegging voor de landbouw en steden te garanderen.^[20]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



Verzilting



Wateroverlast

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Aanpassen natte teelten



Aanpassen landgebruik

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen dit landschapstype zijn er in het algemeen bedreigingen voor langdurige neerslag, wat kan leiden tot wateroverlast. Ook is er een risico op verzilting van het grondwater, mede door onttrekkingen van zoet grondwater en toenemende droogte. Er zijn kansen binnen Droogmakerijen om het waterpeil te verhogen, het landgebruik aan te passen en de bergingscapaciteit op land te vergroten. Aangezien dit landschapstype bijna uitsluitend wordt gebruikt voor landbouw of stedenbouw, zijn er ook geen kansen en bedreigingen geïdentificeerd voor natuurgebieden.



Subtypes Droogmakerijen

Meerbodem



Het subtype 'Meerbodem' is ontstaan door het ontwateren van voormalige (veen)meren. De Zuiderzeepolders worden grotendeels tot dit landschapstype gerekend. Er liggen binnen Meerbodems bedreigingen voor langdurige neerslag, wat kan leiden tot wateroverlast.^[20] Ook zijn ze gevoelig voor bodemdaling en verzilting, wat schade kan veroorzaken aan infrastructuur en landbouw. Er liggen kansen om het waterpeil te verhogen, water te bergen door inundatie op land en het landgebruik aan te passen op hogere waterpeilen.^[20] Dit kan gedaan worden door het telen van zouttolerante en/of vochtminnende gewassen.

Kreekrug

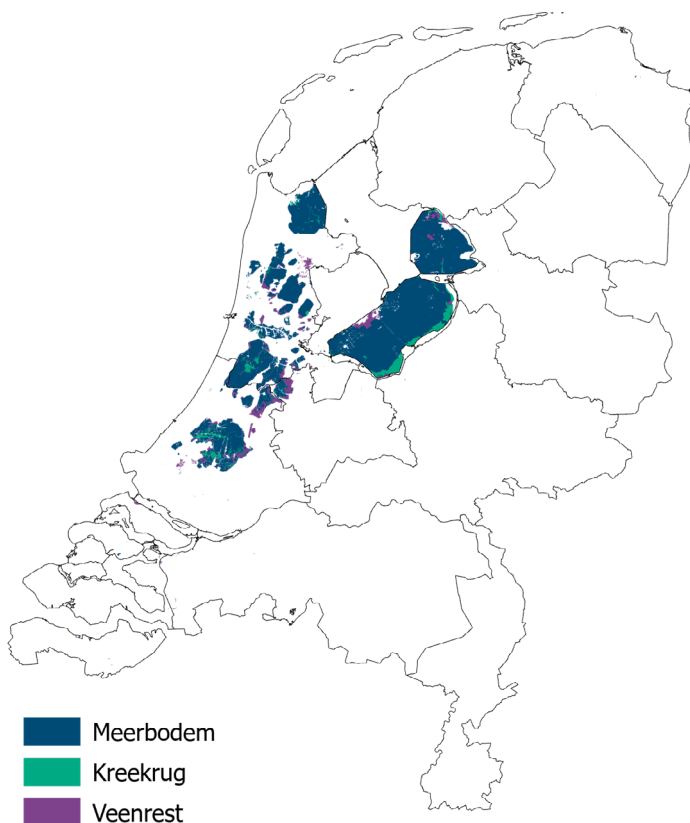


De 'Kreekruggen' liggen relatief hoog in het landschap van de Droogmakerijen, omdat ze zijn ontstaan door afzetting van zand en/of zavel onder invloed van de getijden en hierdoor minder zijn ingeklonken dan de venige en kleiige vlaktes. Deze gebieden zijn gevoelig voor verzilting door zoute kwel en voor droogte, wat beide kan leiden tot schade in de landbouw. Er liggen daarom ook kansen om de bodeminfiltratie te verbeteren en daarmee droogte en verzilting tegen te gaan. ^[20]

Veenrest



De 'Veenresten' zijn zoals andere veengebieden gevoelig voor verdroging, bodemdaling door veenoxidatie en gerelateerde CO₂ - emissies. Het verhogen van waterpeilen, het vergroten van de bergingscapaciteit van oppervlaktewater en inundatie op land kunnen deze bedreigingen verminderen.^[20]



- Meerbodem
- Kreekrug
- Veenrest



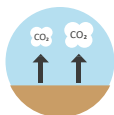
Rivierengebied

Het landschapstype 'Rivierengebied' is gevormd door de afzetting van sediment (m.n. zand en slib) door de Rijn, Maas, IJssel en Overijsselsche Vecht. Het landschap wordt gekenmerkt door de afwisseling van oeverwallen en laaggelegen rivierkommen. Binnen dit landschapstype worden verder nog restgeulen, uiterwaarden, overslaggronden en terpen onderscheiden.^[21] Sinds de bedijking van de Nederlandse rivieren slibben alleen de uiterwaarden nog op, waardoor het binnendijkse landschap relatief steeds lager komt te liggen. Overslaggronden zijn ontstaan na historische dijkdoorbraken in het rivierengebied, waarna er een verhoging in het landschap ontstaat door de afzetting van sediment. Ten slotte zijn de restgeulen gevormd na het wegvallen van de wateraanvoer in een voormalige rivierarm, bijvoorbeeld door het verleggen van rivieren of afsnijding van een meanderbocht.^[22]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



CO₂ - emissies



Wateroverlast



Vermesting

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Beek- en rivierherstel

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen het landschapstype 'Rivierengebied' liggen vooral klimaatbedreigingen ten aanzien van wateroverlast en watertekorten.^[21] Langdurige neerslag kan voor overstromingen en een hogere rivierkwel leiden, wat voor wateroverlast zorgt in omliggende gebieden. Daarnaast is verdroging ook een serieuze bedreiging, aangezien dit gevolgen heeft voor de natuur, scheepvaart en landbouw. Over het algemeen liggen er mogelijkheden om meer water vast te houden, bijvoorbeeld door het bevorderen van infiltratie in de bodem of het waterpeil te verhogen. Ook kan er voor gekozen worden om rivierherstel uit te voeren, voor een betere berging/afvoer tijdens (extreem) hoge waterstanden.^[21]

Verder hebben (historische) verontreinigingen, intensief agrarisch en stedelijk landgebruik, klei- en zandwinning, de opmars van invasieve exoten en kanalisatie van de rivier voor een verstoring van het natuurlijke systeem gezorgd.^[23] Er wordt daarom al volop geëxperimenteerd met het herstellen van natuurlijke dynamiek in rivieren (bijv. door het bekende programma '[Ruimte voor de Rivier](#)'), of door het inzetten van grote grazers in uiterwaarden. Ten slotte liggen er nog concreet kansen voor het verbeteren van de bodem- en waterkwaliteit en het verbinden van binnen- en buitendijkse natuurgebieden.^[24]



Subtypes Rivierengebied

Stroomrug / Oeverwal



De 'Stroomrug' of 'Oeverwal' ligt langs een verdwenen rivierloop en is ontstaan in het Holoceen toen de rivieren in de Rijn-Maasdelta regelmatig hun loop verlegden.^[25] Binnen dit landschapstype is er kans op wateroverlast door rivierkwel, wat kan leiden tot lokaal natte omstandigheden in landbouw en stedelijke gebieden. Vanwege de zandige bodem is er hier ook een grote bedreiging voor droogte(schade) aan landbouwgewassen en verdroging van (grondwaterafhankelijke) natuur.^[21] Er ligt daarom ook een adaptatiekans bij het verbeteren van infiltratie in de bodem. Op Oeverwallen ligt er tevens een kans voor het realiseren van het natuurtipe [Droog Schraalland](#).^[26]

Rivierkom



Het subtype 'Rivierkom' is ontstaan in een laaggelegen gebied verder van de rivier af, waar de meest fijne sedimenten (m.n. klei) zijn afgezet. Door de karakteristieken van de bodem kan langdurige neerslag voor wateroverlast zorgen, terwijl in droge tijden er schade aan de landbouw kan ontstaan en bodemdaling voor kan komen.^[21] Er liggen meerdere kansen voor het vasthouden en bergen van water in deze gebieden. Voorbeelden hiervan zijn het verhogen van het waterpeil, het vergroten van de bergingscapaciteit van oppervlaktewater en het (tijdelijk) inunderen van land tijdens langdurige neerslag.^[21] Daarnaast zijn er kansen voor het aanpassen naar natte teelten en vochtminnende vegetatie.

Uiterwaard

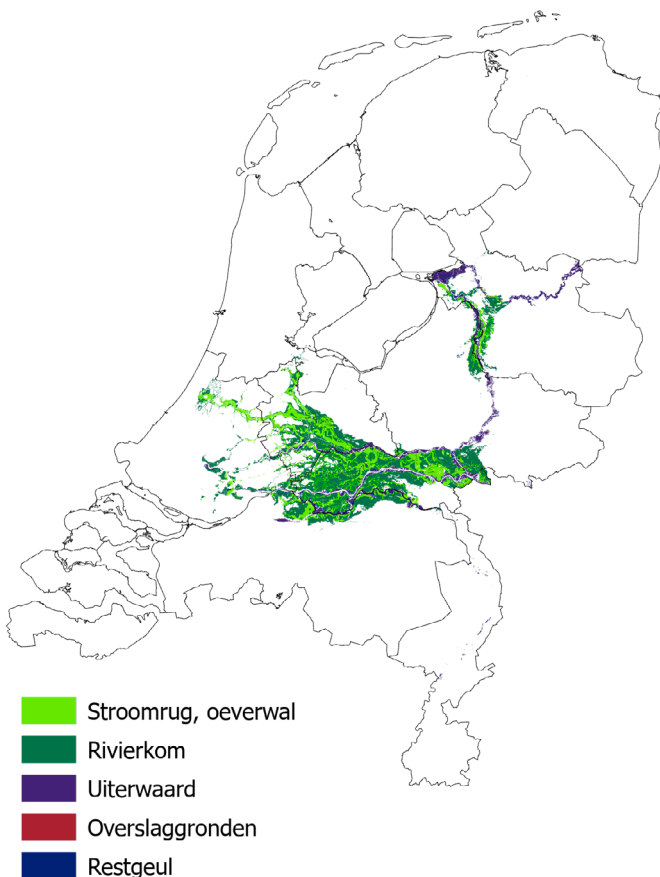


Dit landschapstype kan gedefinieerd worden als de buitendijkse vlaktes langs de rivier waarin slib wordt afgezet wanneer de rivier buiten haar oevers treedt. Er liggen hier met name bedreigingen voor verdroging, wat kan leiden tot schade voor de landbouw, natuur en (indirect) scheepvaart. De adaptatiekansen liggen vooral in het herstellen van natuurlijke processen, waarin bijvoorbeeld stromende bergingen en rivierherstel een rol kunnen spelen.^[21] Tevens wordt er al op meerdere plekken beheer uitgevoerd door het inzetten van grote grazers, zodat er voldoende verjonging van vegetatie plaatsvindt en gradiënten in het landschap worden hersteld.^[27]

Overslaggronden



Het landschapstype 'Overslaggronden' is ontstaan als een gevolg van de ruimtelijke inrichting van het Rivierengebied. Bij historische dijkdoorbraken ontstond er door de kracht van het water een diep gat (zgn. 'wiel'), waardoor het weggeslagen materiaal zich daarachter ophoopte.^[28] Binnen dit landschapstype zijn er in de laaggelegen gebieden (de wielen) bedreigingen voor wateroverlast door rivierkwel. Verder kan de landbouw schade oplopen door verdroging. Vanwege het heterogene en locatie-specifieke materiaal dat in de bodem voorkomt, zijn er geen generieke adaptatiekansen geïdentificeerd.^[21] Dit betekent dat adaptatiekansen moeten worden vastgesteld door middel van gebiedsspecifieke studies.



- Stroomrug, oeverwal
- Rivierkom
- Uiterwaard
- Overslaggronden
- Restgeul



Subtypes Rivierengebied

Restgeul



Het subtype 'Restgeul' bestaat uit voormalige rivierbeddingen, die op natuurlijke wijze of door menselijk handelen zijn afgesneden van de rivier. De Restgeulen kunnen zijn verzand of opgevuld zijn met veen, terwijl andere nog deels watervoerend kunnen zijn.^[22] Dit landschapstype is gevoelig voor wateroverlast door langdurige neerslag, piekbuien en/of rivierkwel. Daarnaast kan verdroging schade veroorzaken aan landbouwgewassen en (grondwaterafhankelijke) natuur.^[21] In sommige gevallen, waar veen aanwezig is in de ondergrond, kan verdroging ook tot oxidatie leiden, waardoor bodemdaling en CO₂ - emissies voor kunnen komen. Er zijn adaptatiekansen om het peil te verhogen en water te bergen door inundatie op land. In watervoerende Restgeulen kan er worden gekozen voor een stromende berging en/of beekherstel. Watervoerende strangen bieden ook een mogelijkheid voor het herstel van het natuurtipe [Dynamisch Moeras](#).^[26]



Figuur 3: Ondergelopen uiterwaarden en landbouwgrond bij de Maas, in de buurt van Appeltern (Shutterstock.com)



Heuvelland / Lössgebied

Het landschapstype 'Heuvelland / Lössgebied' komt voor in het zuidelijke deel van de provincie Zuid-Limburg. Het landschap wordt gekenmerkt door grote hoogteverschillen, van ongeveer 45 m + NAP tot 320 m + NAP. Binnen dit landschapstype komen dan ook veel verschillende eenheden voor: lössplateaus-, -terrassen en -hellingen, kalkhellingen, beekdalen, droogdalen en rivierterrassen.^[29] Over het algemeen bestaat de bodem uit een dikke laag löss (door wind aangevoerd leem). De ondergrond bestaat uit een pakket zand en grind dat in verschillende niveaus is afgezet door de Maas. Daaronder komt veelal kalksteen voor dat door steile hellingen is ontsloten. De lössgronden hebben een groot watervasthoudend vermogen, maar kunnen (extreme) neerslag niet snel opnemen, wat kan leiden tot bodemerosie op hellingen en wateroverlast in de dalen.^[29]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



Wateroverlast



Vermesting



Versnippering

Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Beek- en rivierherstel



Aanpassen landgebruik

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Binnen het landschapstype 'Heuvelland / Lössgebied' liggen er vooral bedreigingen tijdens langdurige neerslag en piekbuien. Aangezien de bodem de overvloedige neerslag niet snel kan opnemen, kan dit leiden tot overstromingen (bijv. in de zomer van 2021) en bodemerosie op hellingen. De harde grenzen tussen landbouw, natuur en stedelijk gebied, maar ook bijvoorbeeld tussen hellingbossen en hellinggraslanden, maken het landschap nog gevoeliger voor erosie.^[30] Natuurgebieden liggen tevens versnipperd, bevatten weinig gradiënten en zijn relatief klein van formaat. In combinatie met vermisting (door o.a. afspoeling van nutriënten) treedt verstoring op van de natuurlijke dynamiek binnen het landschap. Zo lijken ook

kenmerkende soorten in aantal te verminderen of volledig te verdwijnen (bijv. carnivore loopkevers).^[30] Er zijn veel kansen wat betreft natuurherstel in het Heuvelland, mits dit op landschapsschaal gebeurt. Zo kunnen bijvoorbeeld bufferzones worden aangelegd aan de randen van plateaus om oppervlakkige toestroom van sediment en nutriënten af te vangen, of het bevorderen van verbinding tussen natuurgebieden door middel van het herinrichten van bermen of graften.^[31] Uitgebreide informatie over herstel en inrichting van specifieke natuurgebieden binnen het Heuvellandschap is beschikbaar op de website van [OBN Natuurkennis](#).



Subtypes Heuvelland / Lössgebied

Lössplateau



Het subtype 'Lössplateau' is met name gevoelig voor langdurige neerslag wat kan leiden tot natte omstandigheden en/of wateroverlast. Er liggen daarom kansen om het vasthoudend vermogen te verbeteren, bijvoorbeeld door het verhogen van het organisch stofgehalte. Dit subtype is vrijwel altijd ingericht als intensief gebruikte landbouwgrond.^[29]

Lösshelling



De 'Lösshellingen' zijn ook gevoelig voor wateroverlast, vooral door piekbuien, wat kan leiden tot bodemerosie. De ondergrond in deze subtypes varieert sterk in textuur en waterdoorlatendheid, wat grote gevolgen heeft voor de lokale hydrologie.^[29] Op weinig doorlatende lagen (m.n. leem) stroomt er grondwater naar het oppervlak en komen bronnen en hellingmoerassen van nature voor. Het landgebruik kan worden aangepast om bodemerosie te verminderen, bijvoorbeeld door de aanleg van bufferstroken of het inrichten/herstellen van hellingbossen en graften. Echter, moet er rekening mee worden gehouden bij de inrichting van hellingbossen dat op basis van lokale hydrologische en bodemkundige eigenschappen voor passende vegetatie wordt gekozen, en dat er op landschapsschaal gradiënten ontstaan tussen korte vegetatie, struweel en bos.^[30]

Kalkhelling



In het subtype 'Kalkhellingen' zijn de lössafzettingen relatief dun of afwezig, waardoor kalksteen dicht aan het oppervlakte voorkomt. Ook binnen dit subtype is er een grote kans op bodemerosie tijdens extreme neerslag. Er liggen kansen om het landgebruik aan te passen, wederom door het aanleggen van bufferstroken op de hellingen. Daarnaast biedt het kalkrijke karakter van de bodem mogelijkheden tot het herstellen of ontwikkelen van unieke natuurtypes, die de laatste decennia sterk in kwaliteit en areaal zijn afgenomen. Zo is uit onderzoek van het OBN gebleken dat er kansrijke gebieden zijn voor het herstel van Zuid-Limburgse hellingmoerassen.^[32]



- Lössplateau
- Lösshelling
- Kalkhelling
- Beekdal
- Droogdal
- Rivierterras
- Overige afzettingen



Subtypes Heuvelland / Lössgebied

Beekdal



Er zijn slechts enkele (diep ingesleten) Beekdalen te vinden in dit landschapstype (bijv. de Geul, Gulp, Geleenbeek en Jeker).^[29] Binnen dit subtype zijn er vooral bedreigingen gerelateerd aan langdurige neerslag en piekbuien, aangezien dit kan resulteren in overstromingen van omliggende gebieden. Door de diepe insnijding van het beekdal kan er verdroging van natuur optreden in tijden met weinig neerslag. Er liggen kansen voor een meer natuurlijke inrichting van beekdalen, door bijvoorbeeld hermeandering of het inrichten van stromende bergingen door o.a. nevengeulen. Eventueel kan er gekozen worden voor (tijdelijke) inundatie op land tijdens piekafvoeren.^[29] Dit bevordert het watervasthoudend vermogen, de afvoercapaciteit en de biodiversiteit. Vanwege het natte karakter van dit landschapstype zijn er mogelijkheden om [Vochtige Hooilanden](#), [Nat Schraalland](#) en (op begraasde plekken) [Kruiden- en Faunarijk Grasland](#) te realiseren.^[33]

Droogdal



Het landschapstype 'Droogdal' is ontstaan door (sneeuw)smeltwater wat de bodem erodeerde in het voorjaar. Deze landschapstypes zijn op dit moment niet meer watervoerend en zijn doorgaans bedekt met een laag zandige löss.^[34] Mede door kanalisatie en verharding van de omgeving zijn deze gebieden gevoelig voor wateroverlast en bodemerosie tijdens extreme neerslag. Daarnaast is de natuur vaak afhankelijk van voldoende kwel, waardoor er risico is op verdroging. Adaptatiekansen bevatten (tijdelijke) inundatie van land en het aanpassen van landgebruik. Zo kan er bijvoorbeeld worden gekozen voor het herstel van [Droog Schraalland](#).^[33]

Rivierterras



Rivierterrassen komen binnen het Heuvelland schaars voor, met name in het oosten van Zuid-Limburg bij Landgraaf.^[29] Dit landschapstype heeft een relatief goed doorlatende bodem, waardoor er weinig kans is op wateroverlast. Echter, kan er wel droogteschade optreden aan landbouwgewassen. Er ligt hier daarom een adaptatiekans voor het vasthouden van water, bijvoorbeeld door het verhogen van het organisch stofgehalte, verbeteren van bodeminfiltratie en het verhogen van de drainagebasis.^[29]



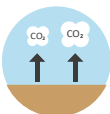
Rivierterrassen

Het landschapstype 'Rivierterrassen' komt voor langs de Maas in Noord- en Midden Limburg en oostelijk Noord-Brabant, de zuidelijke helft van de IJssel en het Rijnstrangengebied, en verder in door tektoniek opgeheven delen van West-Brabant, de Peel en de oostelijke Achterhoek.^[35] Het landschap wordt gekenmerkt door een zwak golvend reliëf met veel restgeulen van de grote rivieren, waarin nu beken stromen (bijv. de Niers en Groote Molenbeek). Binnen dit landschapstype worden zandige- en kleiige terrassen, rivierduinen en restgeulen onderscheiden. Daarnaast komen ook landschapseenheden uit andere landschapstypes voor, zoals dekzandruggen, stuifzandvlaktes en beekdalbodems. De bodem bestaat overwegend uit (grof) zand en oude rivierkleigronden dat is afgezet op pakketten zand en grind, die goed doorlatend zijn.

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



CO₂ - emissies



Wateroverlast



Vermesting



Verzuring

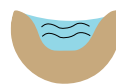
Adaptatiekansen:



Bergen



Vasthouden



Beek- en rivierherstel

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Het landschapstype 'Rivierterrassen' kent vrijwel dezelfde bedreigingen en adaptatiekansen als het 'Rivierengebied'. Langdurige neerslag en piekbuien kunnen tot overstromingen en erosie leiden (door het relatief grote verhang), wat voor wateroverlast zorgt in omliggende gebieden. Daarnaast is verdroging ook een serieuze bedreiging, aangezien dit gevolgen heeft voor de natuur en landbouw. Over het algemeen liggen er mogelijkheden om meer water vast te houden, bijvoorbeeld door het bevorderen van infiltratie in de bodem of het waterpeil te verhogen.^[35] Ook kan er voor gekozen worden om rivierherstel

uit te voeren, voor een betere berging/afvoer tijdens (extreem) hoge waterstanden. Verder hebben (historische) verontreinigingen, intensief agrarisch en stedelijk landgebruik, zand- en grindwinning, de opmars van invasieve exoten en kanalisatie van de rivier voor een verstoring van het natuurlijke systeem gezorgd.^[23] Er liggen kansen voor het herstellen van natuurlijke dynamiek, met name door het herstellen van kwelstromen in de terrassen (bijv. langs de [Terrassenmaas](#)).^[36] Ten slotte liggen er nog kansen voor het verbeteren van de bodem- en waterkwaliteit.



Subtypes Rivierterrassen

Rivierterras zand



Zandige Rivierterrassen hebben een goed doorlatende bodem, waardoor er weinig kans is op wateroverlast. Echter, kan er wel door toenemende droogte schade optreden aan landbouwgewassen en natuur. Er ligt hier daarom een adaptatiekans voor het vasthouden van water, bijvoorbeeld door het verhogen van het organisch stofgehalte, verbeteren van bodeminfiltratie en het verhogen van de drainagebasis.^[35]

Rivierterras klei

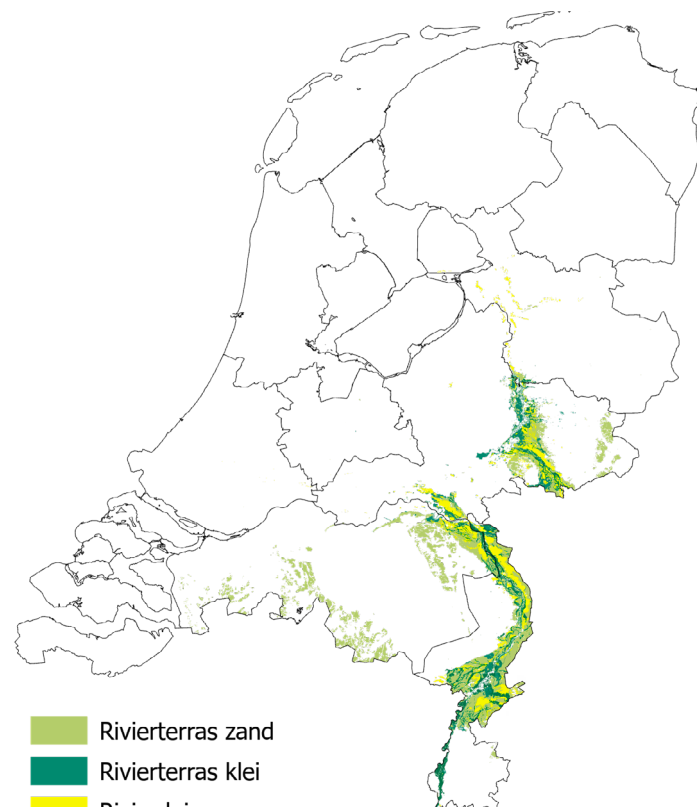


Kleige Rivierterrassen zijn in tegenstelling tot de zandige terrassen juist gevoelig voor wateroverlast. Langdurige neerslag of piekbuien kunnen leiden tot natte omstandigheden, wat voor schade kan zorgen in omliggende gebieden. Om wateroverlast te verminderen, liggen er mogelijkheden om water (tijdelijk) te bergen. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt met (tijdelijke) inundatie op land, of het vergroten van capaciteit voor oppervlaktewater.^[35]

Rivierduin



Het landschapstype 'Rivierduin' is ontstaan door de afzetting van rivierzand over korte afstand door wind. Dit maakt de Rivierduinen dan ook goed doorlatend en gevoelig voor droogteschade aan de landbouw. Rivierduinen zijn vooral van belang voor de natuur, met droge heiden, droge schraalgraslanden en bossen. Voorbeelden vinden wij langs de Maas in Nationaal Park de Maasduinen en bij de Overasseltse en Haterste vennen. Door een andere mineralogische samenstelling wijken deze vegetaties enigszins af van de Stufzandduinen die uit dekzand zijn ontstaan. Dit landschapstype is zeer gevoelig voor verzuring en vermesting. Er liggen hier kansen om het vasthoudend vermogen te verbeteren, bijvoorbeeld door het verhogen van het organisch stofgehalte en het verbeteren van bodeminfiltratie.^[35]



- Rivierterras zand
- Rivierterras klei
- Rivierduin
- Restgeul

Restgeul



Het subtype 'Restgeul' bestaat uit voormalige rivierbeddingen, die op natuurlijke wijze of door menselijk handelen zijn afgesneden van de rivier. De Restgeulen kunnen zijn verzand of opgevuld met veen of klei, terwijl andere nog deels watervoerend kunnen zijn.^[22] Dit landschapstype is gevoelig voor wateroverlast door langdurige neerslag, piekbuien en rivierkwel. Daarnaast kan verdroging schade veroorzaken aan landbouwgewassen en (grondwaterafhankelijke) natuur.^[21] Door het natte karakter zijn veel Restgeulen echter in gebruik als natuurgebied. In sommige gevallen, waar veen aanwezig is in de ondergrond, kan verdroging ook tot oxidatie leiden, waardoor bodemdaling en CO₂-emissies voor kunnen komen. Er zijn adaptatiekansen om het peil te verhogen en water te bergen door inundatie op land. In watervoerende Restgeulen kan er worden gekozen voor een stromende berging en/of beekherstel. Watervoerende strangen bieden ook een mogelijkheid voor het herstel van het natuurtype [Dynamisch Moeras](#).^[26]



Stuwwal

Het landschapstype 'Stuwwal' is ontstaan in de voorlaatste ijstijd, waarin het landschap in Midden- en Oost-Nederland oudere rivierafzettingen opstuwde. Binnen dit landschapstype komen stuwwallen, smeltwaterafzettingen, daluitspoelingswaaiers, droogdalen en essen voor. De bodem bestaat grotendeels uit goed doorlatende, droge, arme zandgronden op een ondergrond van gestuwd rivierzand, -grind en (kei)leem. Delen van de stuwwallen zijn bedekt met dek- of stuifzand, of plaatselijk löss (bijv. bij Nijmegen). In delen waar de ondergrond bestaat uit (kei)leem komen veel beekdalen voor (bijv. Ootmarsum en Oldenzaal).^[37]

Klimaatbedreigingen:



Verdroging



Wateroverlast



Vermesting



Verzuring



Natuurbrand

Adaptatiekansen:



Vasthouden



Aanpassen landgebruik



Bergen

Algemene klimaatbedreigingen en adaptatiekansen

Vanwege de voornamelijk zandige bodems zijn er over het algemeen bedreigingen in dit landschapstype voor verdroging, verzuring en eutrofiëring. Er liggen dan ook met name adaptatiekansen voor het vasthouden van water door de bodeminfiltratie en het vochtvasthoudend vermogen te verbeteren. Afhankelijk van de lokale omstandigheden kan dit op verschillende manieren gebeuren, bijvoorbeeld door het verhogen van het organisch stofgehalte of aanpassen van het landgebruik.

^[37] Binnen de natuurgebieden vindt er vermesting en verzuring plaats. Het grootste aaneengesloten

natuurgebied, de Veluwe, ligt tevens binnen dit landschapstype. Er liggen kansen om op landschapsschaal variatie terug te brengen door middel van het inrichten van verschillende gradiënten (bijv. voedselarm-voedselrijk, basenarm-basenrijk). Het verminderen van oppervlakkige afstroming kan de infiltratie ten goede komen. Karakteristieke flora en fauna in dit landschapstype profiteren namelijk het beste van herstelbeheer als er veel variatie is binnen het landschap.

^[38]



Subtypes Stuwwal

Stuwwal



Het subtype 'Stuwwal' bevat gestuwde afzettingen van rivierzand, -grind en leem in de ondergrond, met een overwegend zandige bodem. Door het relatief grote reliëf in dit subtype en soms ondoorlatende ondergrond kan er wateroverlast en bodemerosie voorkomen.^[37] Daarnaast kan er verdroging optreden van natuur en droogteschade in de landbouw. Ook is er kans op natuurbranden. Er zijn adaptatiekansen voor het verhogen van de infiltratiecapaciteit van de bodem om verdroging tegen te gaan. Tevens is er een structurele aanpak nodig om verzuring en vermesting tegen te gaan in natuurgebieden. Landschapsgerichte maatregelen zijn hierbij essentieel voor het herstellen van gradiënten binnen de natuurlijke bodemvruchtbaarheid.^[38]

Smeltwaterafzettingen / Sandr

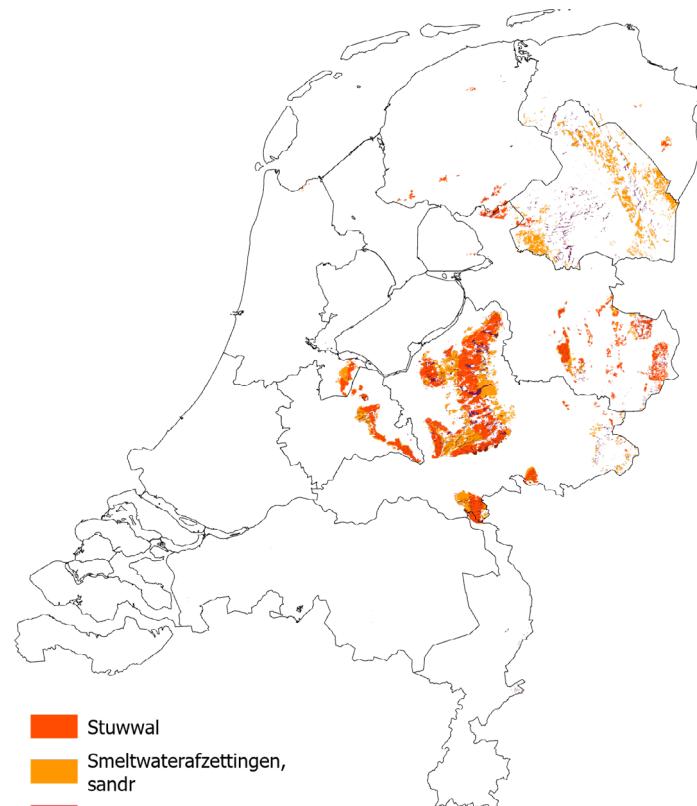


Een 'Smeltwaterafzetting' (ook wel Sandr genoemd) is ontstaan door smeltende ijsmassa's die relatief veel zand en grind van de gestuwde oude rivierafzettingen hebben getransporteerd en afgezet in lager gelegen, aangrenzende gebieden.^[39] De Sandr's zijn te vinden aan de grenzen van de Stuwwallen. Met name in Drenthe komen ook smeltwaterafzettingen voor die bestaan uit door sneeuwsmeltwater verplaatst dekzand. Binnen dit landschapstype is er met name een bedreiging voor verdroging, wat kan leiden tot natuurbranden of schade in natuur en landbouw. Er liggen wederom kansen voor het vasthouden van water door het verbeteren van de infiltratiecapaciteit.^[37]

Daluitspoelingswaaier



Het subtype 'Daluitspoelingswaaier' is ontstaan door de eroderende werking van smeltwater tijdens de (voor)laatste ijstijd. Hierdoor zijn diepe dalen gevormd die later bedekt zijn met dekzand of (zandige) löss, zoals langs de oostelijke rand van de Veluwe.^[40] Er zijn bedreigingen in dit landschapstype voor verdroging en bodemerosie tijdens extreme neerslag. Mogelijkheden voor het aanpassen van het landgebruik en/of vegetatie in natuurgebieden kunnen mogelijk bodemerosie en verdroging tegen gaan.^[37]



- Stuwwal
- Smeltwaterafzettingen, sandr
- Daluitspoelingswaaier
- Droogdal
- Droogdal met veen
- Droogdal met keileem
- Es (stuwwal)

Droogdal



Het landschapstype 'Droogdal' is ontstaan door (sneeuw) smeltwater wat de bodem erodeerde in het voorjaar. Deze landschapstypes zijn op dit moment niet meer watervoerend en zijn doorgaans bedekt met een laag dekzand of (zandige) löss.^[34] Mede door verstedelijking van de omgeving zijn deze gebieden gevoelig voor wateroverlast tijdens extreme neerslag. Adaptatiekansen omvatten (tijdelijke) inundatie van land, bodeminfiltratie, of het aanpassen van landgebruik. Zo kan er bijvoorbeeld worden gekozen voor de inrichting van [Droge Schraalgraslanden](#).^[33]



Subtypes Stuwwal

Es



Essen zijn gevoelig voor bodemerosie (m.n. op braakliggende percelen) en er kan droogteschade voor de landbouw optreden. Daarnaast kan er CO₂ - emissie plaatsvinden door oxidatie van organisch materiaal. Er ligt vooral een kans binnen dit subtype om continue bodembedekking te garanderen, waardoor de bodem minder gevoelig wordt voor erosie en het watervasthoudend vermogen wordt verhoogd.^[4]



Figuur 4: Nationaal park de 'Veluwezoom' in Gelderland (Shutterstock.com)



Aanbevelingen

Op het moment van schrijven van dit rapport wordt er een nieuwe versie ontwikkeld van de indeling van de Landschapstypes die beschreven staan in de Klimaateffectatlas. Dit rapport kan als achtergrondinformatie en aanvulling dienen op de herindeling. Zoals eerder genoemd, is dit rapport een eerste aanzet tot het in kaart brengen van de adaptatiekansen en bedreigingen, zowel voor landbouw- en natuurgebieden. Opgemerkt wordt dat bij het selecteren van adaptatiekansen rekening dient te worden gehouden met de uitwerking ervan in andere gebieden en op andere sectoren. De in deze rapportage gepresenteerde adaptatiekansen dienen ter inspiratie.

Er wordt daarom aanbevolen om een verdiepingsslag te maken om tot een alomvattende en volledige inventarisatie te komen van de adaptatiekansen en bedreigingen. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door het harmoniseren van de methodes voor het indelen van de landschapstypes, zodat het gemakkelijker wordt om kennis van adaptatiekansen en bedreigingen vanuit verschillende bronnen te bundelen.

Tevens is er in dit rapport een duidelijke scheiding gemaakt tussen kansen/bedreigingen voor landbouw- of natuurgebieden. Ontwikkelingen in de manier van ruimtelijke inrichting en de mogelijke verweving van landbouw en natuur zal ook de kansen en bedreigingen beïnvloeden. Vervolgonderzoek zou zich daarom ook kunnen focussen op het in kaart brengen van kansen en bedreigingen (per landschapstype) voor agrarisch natuurbeheer en vormen van natuurinclusieve landbouw.

Samenvattend kan dit rapport dienen als achtergrondinformatie voor het prioriteren van beslissingen met betrekking tot klimaatadaptatie in het landelijk gebied. Deze inzichten geven een indicatie in welke landschaps(sub)types veel bedreigingen en adaptatiekansen liggen, waardoor beleidsmakers een handvat hebben om de meest urgente problemen aan te pakken. Het moet benoemd worden dat nieuwe inzichten en resultaten uit vervolgonderzoek deze inzichten kan doen veranderen. Wageningen Environmental Research werkt op dit moment aan 3D-tegels van verschillende landschapstypen, waarin het systeemgedrag inzichtelijk wordt gemaakt en de adaptatiekansen ruimtelijk worden weergegeven. Deze rapportage kan hieraan bijdragen.



Referenties

- 1) Klimaateffectatlas (2024). *Voormalige Hoogvenen*. Geraadpleegd op 15-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 2) OBN Natuurkennis (2024). *Nat Zandlandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 15-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/nat-zandlandschap/nat-zandlandschap/bedreigingen-en-kansen-nat-zand/>
- 3) van Duinen, G., von Asmuth, J., van Loon, A., van der Schaaf, S., Tomassen, H. (2017). *Duurzaam herstel van hoogveenlandschappen: Kennis, praktijkervaring en kennisleemten bij de inrichting van hoogveenkernen, randzones en bufferzones*. Vereniging van Bos- en Natuureigenaren, Driebergen. Rapport nr. 2017/OBN212-NZ.
- 4) Klimaateffectatlas (2024). *Dekzandgebied*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 5) OBN Natuurkennis (2024). *Droog Zandlandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/droog-zandlandschap/droog-zandlandschap/bedreigingen-en-kansen-droogzand/>
- 6) OBN Natuurkennis (2024). *Beekdallandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/beekdallandschap/beekdallandschap/bedreigingen-en-kansen-2/>
- 7) OBN Natuurkennis (2024). *Laagveen en zeekleilandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/laagveen-en-zeeklei/laagveen-en-zeekleilandschap/bedreigingen-en-kansen-laagveen-en-zeeklei/>
- 8) Klimaateffectatlas (2024). *Zeekleipolders*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 9) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep B: B71 - Getij-inversierug*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 10) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep R: R71 - Getij-kreebedding, zee-erosiegeul*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 11) OBN Natuurkennis (2024). *Duin- en kustlandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/duin-en-kustlandschap/duin-en-kustlandschap/bedreigingen-en-kansen-duin-en-kust/>
- 12) Klimaateffectatlas (2024). *Laagveen*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 13) Klimaateffectatlas (2024). *Strandwallen en binnenduinrand*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 14) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep B: B76 - Strandwal*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 15) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep M: M76 - Ingesloten strandvlakte*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 16) Hendriks, D., Passier, H., Marsman, A., Levelt, O., Lamers, N., Valstar, J., Hoogvliet, M., de Louw, P., Rozemeijer, J., van de Ven, F., van Linge, J.M., Hu, X., van Buuren, M. (2023). *Integrale Grondwaterstudie Nederland. Module 1: Landelijke Analyse*. Deltares, Delft. Rapport nr. 11208092-001-BGS-000.
- 17) Klimaateffectatlas (2024). *Keileemgebied*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 18) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep N: N21 - Pingoruïnes*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 19) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep N: N22 - Periglaciale laagten*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 20) Klimaateffectatlas (2024). *Droogmakerijen en Ijsselmeerpolders*. Geraadpleegd op 16-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 21) Klimaateffectatlas (2024). *Rivierengebied*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 22) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep R: R43 - Restgeul*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 23) OBN Natuurkennis (2024). *Rivierenlandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/rivierenlandschap/rivierenlandschap/bedreigingen-en-kansen-rivieren/>
- 24) OBN Natuurkennis (2024). *Rivierenlandschap: Herstel en inrichting*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/rivierenlandschap/rivierenlandschap/herstel-en-inrichting-rivieren/>
- 25) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep B: B44 - Stroomrug of stroomgordel*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 26) OBN Natuurkennis (2024). *Rivierenlandschap: Landschapsecologie*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/rivierenlandschap/rivierenlandschap/landschapsecologie-rivieren/>



-
- 27) Boudewijn, T. J., Smit, C., Emond, D., Liefveld, W. M., & Bakker, E. S. (2015). *Grote grazers voor veiligheid en natuur in rivieruiterwaarden: Fase 1*. (VBNE rapport nr 2015/OBN202-RI). VBNE.
- 28) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep M: M47 - Vlake van fluviatiele doorbraakafzettingen*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 29) Klimaat-effectatlas (2024). *Heuveland en lössgebied*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 30) OBN Natuurkennis (2024). *Heuvelandschap: Bedreigingen en kansen*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/heuvelandschap/heuvelandschap/bedreigingen-en-kansen-heuvel/>
- 31) de Waal, R.W., Bijlsma, R.J., Hessel, R., Hommel, P.W.F.M., Kros, J., Massop, H.T.L., Noij, G.J. (2017). *Noodzaak en lokalisering van bufferstroken rond Natura 2000-gebieden in het Heuveland*. Vereniging van Bos- en Natuureigenaren, Driebergen. Rapport nr. 2017/OBN217-HE
- 32) de Mars, H., Possen, B., van Delft, B., Weeda, E., Schaminée, J., Wallis de Vries, M. (2017). *Herstel van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen, het Kalkmoeras in het bijzonder*. Vereniging van Bos- en Natuureigenaren, Driebergen. Rapport nr. OBN2017/213-HE
- 33) OBN Natuurkennis (2024). *Heuvelandschap: Landschapsecologie*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/heuvelandschap/heuvelandschap/landschapsecologie-heuvel/>
- 34) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep R: R21 - Droogdal*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 35) Klimaat-effectatlas (2024). *Rivierterrassen*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 36) Overkamp, B., Verhoeff, G., Mulders, R., van Hamersveld, I. (2018). *Herstel en ontwikkeling van kwelmilieus langs de Terrassenmaas*. Vereniging van Bos- en Natuureigenaren, Driebergen. Rapport nr. 2018/OBN219-RI
- 37) Klimaat-effectatlas (2024). *Stuwwallen*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://bknsn.netlify.app/>
- 38) OBN Natuurkennis (2024). *Droog Zandlandschap: Herstel en inrichting*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/droog-zandlandschap/droog-zandlandschap/herstel-en-inrichting-droogzand/>
- 39) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep G: G11 - Smeltwaterwaaier, Sandr*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- 40) Legenda Geomorfologie (2024). *Landvormgroep G: G21 - Daluitspoelingswaaier*. Geraadpleegd op 19-02-2024 via <https://legendageomorfologie.wur.nl/>



Colofon

Auteurs

Menno Diersmann, Bas van Delft, Hessel Woolderink

Graphics

Shannen Dill, Menno Diersmann

Fotografie

Shutterstock.com



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
