

Reader

bij de
Eo Wijers Prijsvraag 2022-2023
Waar Wij Willen Wonen



vereniging
delta — metropool

must-reads, achtergronden, kaartmateriaal, krantenartikelen
en andere kennisbronnen voor de ontwerpteams

Uitgevoerd door Vereniging Deltametropool
in opdracht van de Eo Wijers Stichting

Kennispartners

Arcadis
College van Rijksadviseurs
Deltares
Hogeschool van Amsterdam
Planbureau voor de Leefomgeving
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Technische Universiteit Delft
Wageningen Universiteit en Research

Interactieve PDF
september 2022
28 pagina's full colour
Creative Commons 4.0 (Naamsvermelding
en Gelijk Delen)

*In deze reader heeft de aanduiding Neder-
land alleen betrekking op Europees Neder-
land, vanwege de scope van de prijsvraag.

vereniging
delta —
metropool



De informatie in deze reader
is aanvullend op het
reglement van de Eo Wijers
Prijsvraag 2022-2023. Het
reglement en de beschreven
opgaven daarin zijn leidend
voor de beoordeling van de
inzendingen.

Het reglement is te vinden op
www.eowijers.nl

Naast het reglement hebben
de vier regio's ook hun eigen
reader samengesteld met
achtergrondinformatie. Deze
zijn ook op de website te
downloaden.

Inhoudsopgave

Introductie	4
Welke grote veranderingen ondergaan de natuurlijke systemen?	6
Welke belangrijke stofkringlopen raken uit balans?	6
<i>Koolstofdioxide (CO₂)</i>	7
<i>Stikstof</i>	8
<i>Methaan</i>	9
<i>Fosfaat</i>	10
Wat zijn de gevolgen voor de leefomgeving?	12
Wateroverlast	13
Droogte	14
Het versterkende effect van droogte en hitte op de leefomgeving	15
De effecten van hitte en droogte op het beschikbare drinkwater	17
Hoe kan gebiedsidentiteit bijdragen aan een toekomstbestendige leefomgeving?	16
Welke inzichten geeft cultuurhistorie voor aanpassing van gebieden?	16
Natuurinclusieve ontwerp oplossingen	20
Regionale opgaveschets	22
Bibliografie	24

Introductie

Kennis voor de Eo Wijers prijsvraag

In de Eo Wijers prijsvraag komen grote maatschappelijke uitdagingen samen in een veranderend gebied. De ontwerpteam benaderen de complexe opgave met creativiteit en kennis. Ook bij deze editie is dat het geval, met een specifieke focus op de actuele driehoek stikstof – klimaat – gebiedsidentiteit. De reader ontsluit op een bondige manier relevante kennisbronnen voor de ontwerpteam.

Een cruciale uitdaging van dit moment is het verbinden van de opgaven voor klimaat, natuur en de kwaliteit van de menselijke leefomgeving. Het bereiken van die synergetische effecten (of 'meekoppel-effecten') is daarom de ambitie van deze Eo Wijers editie, getiteld **WAAR WIJ WILLEN WONEN**, een knipoog naar het Verkade-album van Jac. P. Thyse uit 1937 dat de stadsbewoners bewust maakte van de natuur in de omgeving. De hoofdvraag van de prijsvraag is:

"Hoe kunnen stikstofreductie en klimaatadaptatie samen een hefboom zijn om onze steden en landschappen klaar te stomen voor een aantrekkelijke toekomst? Een toekomst waarin natuurlijke systemen in balans zijn en de kwaliteit van de leefomgeving hoog is. Een toekomst voor het land en het landschap waar wij willen wonen."

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is kennis nodig over de disbalans in de natuurlijke systemen, de manier waarop die de leefomgeving voor mens en (de rest van de) natuur beïnvloeden, én de rol die het menselijk landgebruik hierin speelt in verleden (ontginningen) en toekomst (adaptatie en transformatie). De ontwerpteam worden aangemoedigd om naast hun eigen kennis ook gebruik te maken van beschikbare wetenschappelijke kennis, inzichten uit de journalistiek en eerder ontwerpend onderzoek.

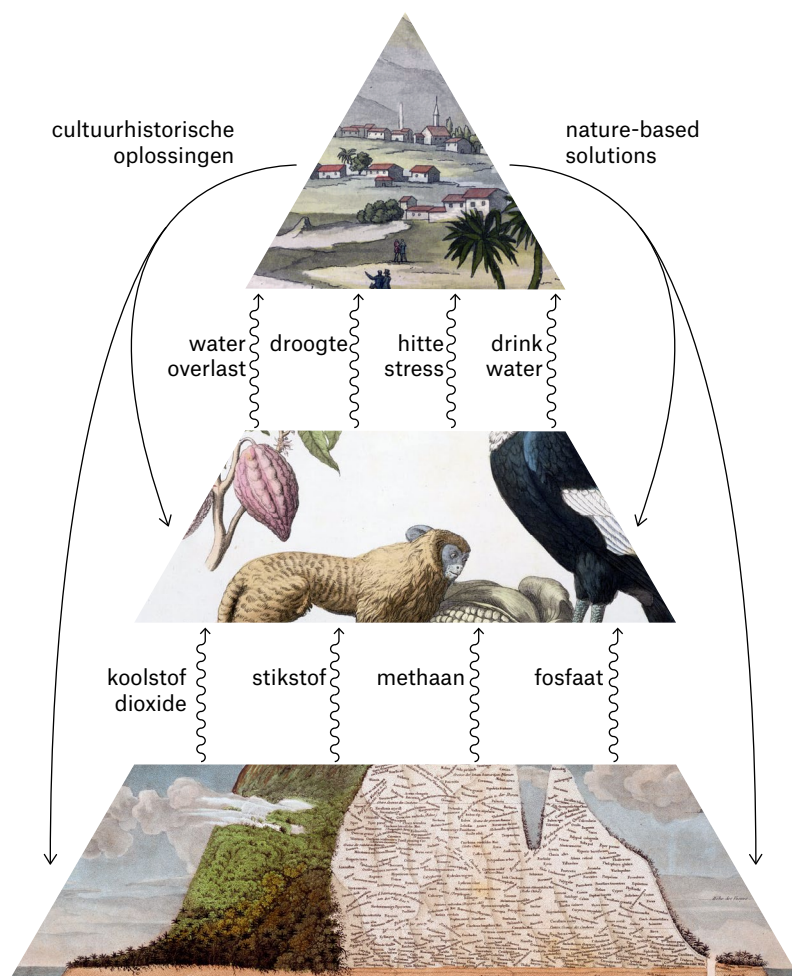
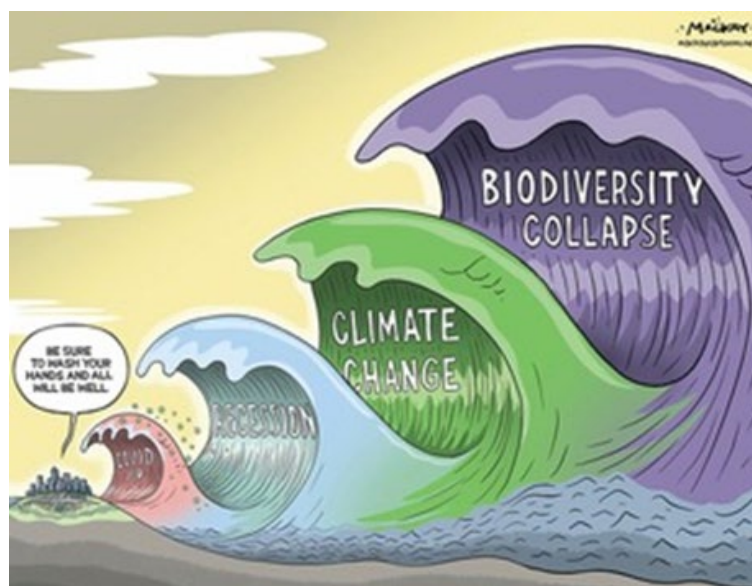
De reader is opgebouwd uit drie onderdelen die als een piramide op elkaar staan: uitgebalanceerde *stofkringlopen* maken een stabiele *leefomgeving* mogelijk, die weer een voorwaarde is voor het functioneren van *cultuurlandschappen* (zie illustratie hiernaast). Bij de stofkringlopen staan de effecten van het menselijk handelen op het ecosysteem centraal. Bij leefomgeving wordt duidelijk welke effecten door de mens veroorzaakte klimaatverandering sorteert op de eigen habitat. Het derde deel beschouwt die uitdagingen vanuit de gebiedsidentiteit: praktijken van veranderend landgebruik en voortdurende aanpassing van cultuurlandschappen. Enerzijds heeft dit voortdurend sleutelen bijgedragen aan de problematiek, maar die traditie biedt ook inspirerende oplossingen voor aanpassing in de toekomst. Defaitisme is dus niet nodig: ontwerpers hebben verschillende knoppen om aan te draaien.

Deze reader is opgezet als handzame leeswijzer, die een breed overzicht biedt van relevante bronnen en de lezer snel naar de beschikbare informatie leidt. Er is een vertaalslag gemaakt om de rijkdom aan uitgebreide en specialistische informatie voor de ontwerpdiscipline toepasbaar te maken en inzicht te geven in de complexiteit van de problematiek. Verschillende kennispartners van de Eo Wijers stichting hebben meegedacht en

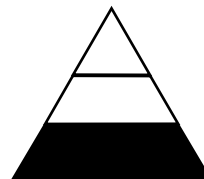
ACHTERGROND - De Verkade-albums van Jac. P. Thyse zijn nog te vinden in vele tweedehands boekwinkels. Grote kans dat ze bij een familielid in de kast staan.



bronnen aangedragen en Vereniging Deltametropool heeft op basis van deze en eigen kennis de reader samengesteld. De tekst vormt hierbij een beknopte beschrijving van de verschillende thema's die de samenhang ervan toont voor de ontwerper. Steeds wordt de tekst aan de rechterzijde begeleid door verwijzingen naar de bronnen met, indien van toepassing, een klikbare link. Laagdrempeligheid was het uitgangspunt, dus kenners kunnen eventueel direct doorklikken naar de achterliggende bron. Daarbij beschouwen we een aantal van de bronnen in de reader als cruciale informatie (must-reads), terwijl anderen verdieping of context bieden voor de opgave. In onderstaande piramide is de structuur en relatie tussen de verschillende delen weergegeven.



Welke grote veranderingen ondergaan natuurlijke systemen?



In de Eo Wijers Prijsvraag is de opgave 'balans te vinden in natuurlijke systemen'. Maar wat is er op dit moment aan de hand in deze natuurlijke systemen? We zijn als ontwerpers vooral gericht op het vormgeven van de menselijke leefomgeving, die een onderdeel vormt van het ecosysteem. Ecosystemen zijn weer een combinatie van levende (biotische) en abiotische (niet-levende) systemen. Bij die eerste gaat het bijvoorbeeld om micro-organismen, planten en dieren die door uitwisseling van voedingsstoffen op elkaar zijn aangewezen. Bij die tweede gaat het bijvoorbeeld om water en sediment dat in een rivier wordt meegevoerd en daardoor condities voor ecosystemen vormt.

Deze (a)biotische systemen zijn nooit statisch en genereren over lange perioden enorme variatie aan condities en ecosystemen. Toch zijn de huidige veranderingen hierop een uitzondering. Menselijk landgebruik en winnen van grondstoffen veranderen het bodem-watersysteem aanzienlijk – hierover meer in het volgende hoofdstuk. Door menselijk handelen in o.a. energieproductie en landgebruik zijn ook een aantal stofkringlopen in korte tijd uit balans geraakt, waardoor klimaat en ecosystemen snel aan het veranderen zijn.

Verschillende denkers definiëren dit als een nieuw geologisch tijdperk: het Antropoceen. Dit tijdperk wordt gekarakteriseerd door het feit dat de mens als een natuurkracht kan worden beschouwd, die alle zojuist genoemde systemen sterk verandert. Dit heeft grote gevolgen voor mensen, dieren en planten, en voor systemen waarvan we afhankelijk zijn zoals de voedselproductie. Wat dit betekent voor ruimtelijke ontwikkeling en consumptie is nog onduidelijk. De één trekt de conclusie dat 'groene groei' best kan, terwijl de ander het onvermijdelijk vindt dat we op elk vlak

moeten minderen.

Om onze invloed op de verschillende systemen en de ruimtelijke effecten daarvan beter te begrijpen is het nodig om in te zoomen op enkele cruciale biotische stofstromen. We geven hierbij enkele handreikingen hoe ruimtegebruik en inrichtingsmaatregelen zulke effecten kunnen mitigeren.

Welke belangrijke stofkringlopen raken uit balans?

Veranderingen in kringlopen van de (a)biotische systemen liggen niet voor altijd vast – er zijn gelukkig nog keuzes te maken. De uiteindelijke effecten zullen dan ook afhangen van de gekozen ruimtelijke inrichting en ontwerp, soms lokaal, soms mondiaal. Ontwerpers en beleidsmakers moeten hierbij vaak lastige keuzes maken en komen voor dilemma's te staan. De energietransitie heeft bijvoorbeeld het gebruik van (zeldzame) metalen naar recordhoogte gedreven, met allerlei neveneffecten tot gevolg. De grote veranderingen die hierboven zijn geschetst worden groten-deels veroorzaakt door vier stoffen, waarvan menselijke activiteiten en

WAT IS HET ANTHROPOCEEN? - Lees meer over de Gaia Theorie en het Antropoceen in de boeken 'Oog in oog met Gaia' (Latour, 2017), 'Novacene – the coming age of hyperintelligence' (Lovelock, 2019) of 'Defiant earth: The fate of humans in the Anthropocene' (Hamilton, 2017)

IN DE MEDIA – Filosoof Ralf Bodelier over het Antropoceen: 'Oneindige groei op een eindige planeet – het kan' <https://www.volkskrant.nl/co-lumns-opinie/oneindige-groei-op-een-eindige-planeet-het-kan-b3eb21e4/>

VERDIEPING - Lees meer over de samenhang van deze vier stoffen in Hinsberg, A. van, et al. (2020), Referentiescenario's Natuur. Tussenrapportage Natuurverkenning 2050, Den Haag: PBL.

IN DE MEDIA – Over stikstof en 4 andere plagen voor de boeren: Vervuilde vennen en boerende koeien De veranderingen in de stofkringlopen hebben ook een sterke invloed op de agrarische bedrijfsvoering. <https://www.groene.nl/artikel/vervuilde-vennen-en-boerende-koeien>

ruimtelijke keuzes de kringlopen hebben beïnvloed: Koolstofdioxide, Stikstofverbindingen, Methaan en Fosfaat. Deze bekijken we hieronder. De waterkringloop is uiteraard ook belangrijk – en ook deze verandert snel; deze komt aan bod in het volgende hoofdstuk.

Koolstofdioxide - CO₂

... is een broeikasgas, onderdeel van de koolstofkringloop (zie illustratie). CO₂ ontstaat o.a. door ademende organismen en verbranding van fossiele brandstoffen voor energieopwekking en productieprocessen van grondstoffen en goederen, mobiliteit, maar ook door bepaalde vormen van landgebruik. Deze processen hebben een zeer gevarieerde uitstoot, zo hebben beton- en staalproductie een veel hogere uitstoot dan biobased materialen. De gebouwde omgeving levert volgens met Internationaal Energie Agentschap (IEA, 2019) een grote bijdrage, zo'n 40%.

Hoe beïnvloeden ruimtelijke functies de productie van CO₂?

Het samenspel tussen bodem en bodemgebruik is sterk als het gaat om CO₂. Sinds de eerste ontginningen zijn de voormalige metershoge veenkussens in het Westen van het land verdwenen door ontwatering en gebruik als brandstof. Wat resteert zijn de laaggelegen en dalende veenpolders en de droogmakerijen. In Nederland stoten veenweidegebieden veel CO₂ uit. Door verdroging en ontwatering om gebruiksfuncties mo-

gelijk te maken oxideert de veenbodem en komt voorheen vastgelegde koolstof vrij. Een groot deel van de bodem van het laagveen daalt door deze voortgaande oxidatie. In het landelijk gebied wordt bodemdaling veroorzaakt door verlaging van de grondwaterstand ten behoeve van de landbouw, vooral melkveehouderij. De negatieve gevolgen van de bodemdaling reiken verder dan de landbouw zelf, bijvoorbeeld kostbare verzakkingen van bebouwing en infrastructuur. Bodemdaling kan worden afgeremd door vernatting of zelfs gestopt. Volgens Van Duinen en Couwenberg, die onderzoek deden in de Peel, kan vers veenmos onder ideale omstandigheden opnieuw worden gevormd. Alternatief gebruik van veengronden kan zo, binnen de totale uitstoot, een kleine bijdrage leveren om klimaatverandering tegen te gaan door de koolstof te binden. Een andere belangrijke oplossingsrichting is om de vraag naar energie, voor verwarming en mobiliteit, te verminderen en hernieuwbaar te maken.

Wat zijn de gevolgen van een toename in de CO₂ productie voor natuurlijke systemen?

Dat een verhoogde CO₂ concentratie in de atmosfeer het klimaat beïnvloedt, en dat de mens hier verantwoordelijk voor is geweest, is in verschillende IPCC rapporten benoemd en het laatste IPCC rapport heeft het nogmaals bevestigd. Deze verhoogde uitstoot wordt meegenomen in de scenario's die bijvoorbeeld het KNMI

MUST READ - Born, G.J. van den, Kragt, F., Henkens, D., Rijken, B., van Bommel, B. & van der Sluis, S. (2016). [Dalende bodems, stijgende kosten, mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied](#). PBL-publicatienummer 1064. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

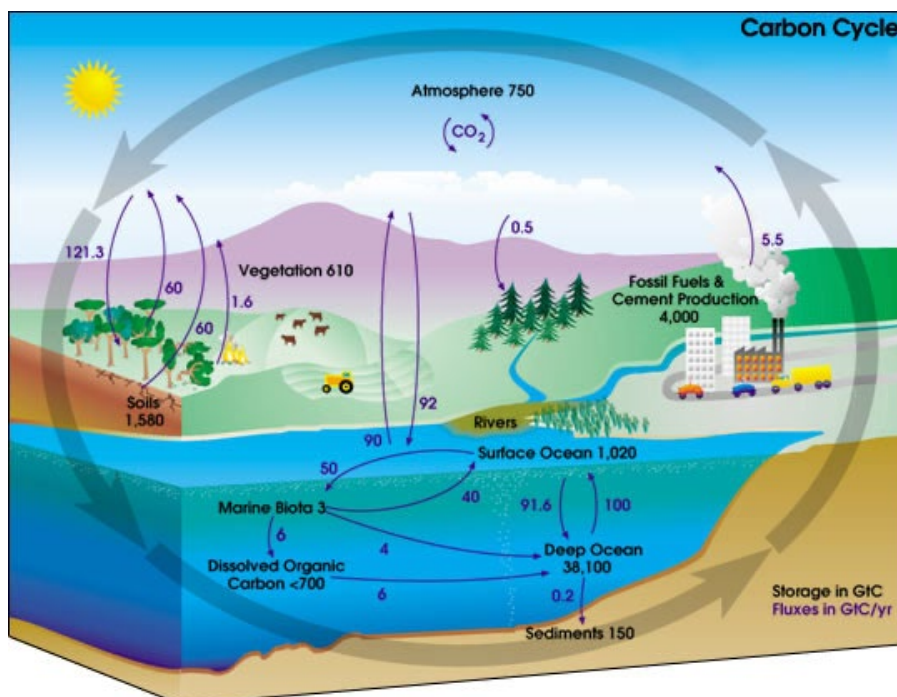
De CO₂ uitstoot binnen Nederland bedroeg 138,3 Megaton in 2020. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot-wat-is-het-doel>

Per jaar komt nog 4,2 Megaton CO₂ vrij uit oxiderende veengronden. [Dalende bodems, stijgende kosten, mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied](#). (pagina 33)

Effecten van herstelmaatregelen op vastlegging en emissie van broeikasgassen in de Deurnsche Peel en Mariapeel Monitoring ecosysteemdiensten Life+ Peelvenen Van Duinen G, Fritz C, Couwenberg J Dienst Landelijk Gebied / Provincie Noord-Brabant, (2015)

De Circulaire economie als kans om het tij te keren? VERDIEPING - Lees meer over de Circulaire economie in Bijleveld, K., Bergsma, G. & Nusselder, S. (2016). [Circulaire economie: een belangrijk instrument voor CO₂-reductie](#). CE Delft, Delft.

De koolstofcyclus met de hoeveelheden in Gigaton koolstof per jaar. Afbeelding NASA



maakt voor het klimaat in Nederland. Omdat CO₂ zich vermengt met de overige gasen in de atmosfeer is de uitwerking globaal, maar de effecten variëren per gebied. Zo stijgen de gemiddelde temperaturen in en nabij de poolgebieden sneller.

Op het land sterven door klimaat-opwarming soorten uit, migreren andere richting het noorden – als ze dat al zo snel kunnen, met enorme gevolgen voor biodiversiteit en ecosystemen. De meeste systemen passen zich namelijk niet snel genoeg aan. Ook zetten een toename van extreme regenval en droogte de leefomstandigheden verder onder druk. Het tweede hoofdstuk gaat verder in op de effecten van klimaatverandering op de leefomgeving. De effecten blijven niet beperkt tot het land. De oceanen worden ook beïnvloed door hogere CO₂ concentraties in de lucht – ze vormen hiervoor zelfs een opnamebuffer, waardoor de effecten op het land nog even meevallen. De oceaan wordt hierdoor wel zuurder, en samen met de stijgende temperatuur heeft dat negatieve gevolgen voor het zeeleven. Tevens is de capaciteit van deze buffer ook niet eindeloos en komt er een kantelpunt in zicht waarbij de oceanen van netto opname naar netto uitstoot kunnen gaan.

Stikstof

... is veelvuldig in het nieuws sinds het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2019 door de Raad van State ongeldig werd verklaard. Het stikstofbeleid in wording zal grote gevolgen

hebben voor met name de veehouderij. Maar waar hebben we het nu precies over?

Over welke stikstofverbindingen hebben we het nu eigenlijk als het gaat om de aantasting van het leefklimaat en de natuur? En waar liggen de voornaamste bronnen van deze uitstoot?

Zoals Milieu Centraal zegt ligt de uitdaging niet bij de ongeveer 80 procent van de lucht die we inademen, bestaande uit onschadelijk stikstof (N₂). Juist stikstofverbindingen zoals ammoniak (NH₃) en stikstofoxiden (NO_x) die in te hoge concentraties schadelijk zijn voor natuur en gezondheid, vormen een probleem. Ammoniak komt vooral vrij uit de mest en urine van dieren. Stikstofoxiden komen vooral in de lucht door het verkeer (uitlaatgassen) en de industrie. Alle stikstofverbindingen hebben invloed op de bodem-, water- en luchtkwaliteit. Lachgas (N₂O) is een andere stikstofverbinding, die wordt uitgestoten in de landbouw, visteelt en bij productie van veevoer en kunstmest. Lachgas is een krachtig broeikasgas, tot wel 250 keer krachtiger dan CO₂.

De schadelijke effecten van stikstofuitstoot zijn al bekend sinds de jaren 80 en er is sindsdien door boeren en producenten al een aanzienlijke daling gerealiseerd opzichte van 1990. Helaas is die daling nog onvoldoende om de natuur op peil te houden en zijn extra maatregelen nodig. Arjen Schreuder beschreef aan de hand van het Diemberbos dat

DEFINITIE - Stikstof volgens Milieu Centraal
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/milieuproblemen/stikstof-in-de-lucht-en-bodem/>

MUST READ - Naar een ontspannen Nederland
<https://ontspannenederland.nl/>
Naast een analyse van de uitdagingen die samenhangen met stikstof worden in deze publicatie ook voorstellen gedaan voor een proces waarmee hier aan gewerkt zou kunnen worden.

VERDIEPING - Lees meer over de Europese Habitatrichtlijn en de daaruit voortkomende stikstofdoelen voor Nederland in (Vink & van Hinsberg, 2019)

Lees hier meer over NATURA 2000, waar de habitatrichtlijn aan gekoppeld is [NATURA 2000- European Commission](#).

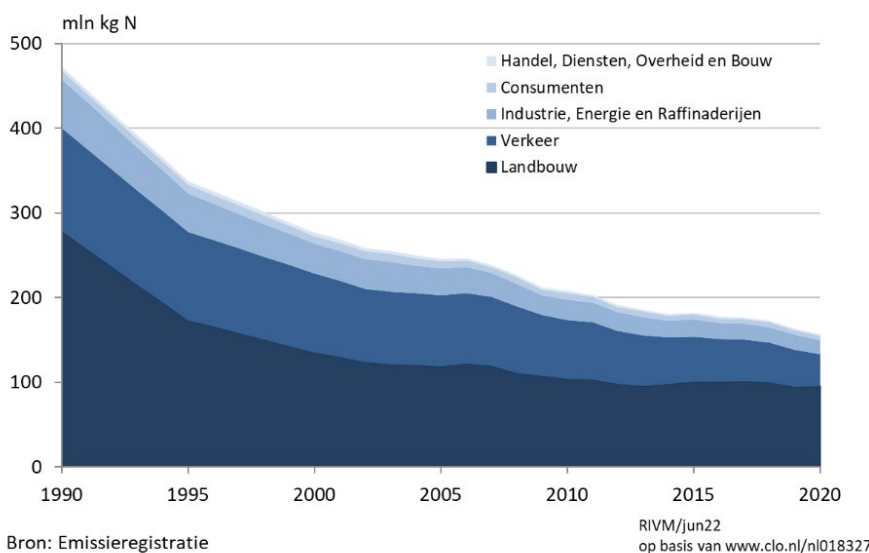
Een voorbeeld van de effecten van overvloedige stikstofdepositie: [Hier kun je zien wat stikstof doet. Over het Diemberbos, een nachtmerrie voor ecologen. NRC](#)

Hoe zelfs de machtigste eiken door stikstof en droogte ten onder dreigen te gaan. 'Het is alsof ze leven op McDonald's-eten'
Maartje Bakker
De Volkskrant, 21-5-2021

Emissie stikstofverbindingen per sector. Kijk voor meer informatie en uitgebreide grafieken over stikstofverbindingen op www.rivm.nl/stikstof

Emissie stikstof per sector

Samenstelling volgens EU-Directive 2016/2284 (NEC)



stikstof niet de enige factor is in de achteruitgang van de natuur: ook de lokale bodemgesteldheid, waterkwaliteit – en beschikbaarheid, en andere stoffen bepalen het uiteindelijke resultaat.

Wat is de functie van deze stikstofverbindingen in het systeem?

Stikstofverbindingen zijn cruciaal voor ecosystemen als bouwstenen voor leven zoals eiwitten. Daarbij zijn het met name bacteriën die atmosferische stikstof om kunnen zetten naar organische verbindingen zoals nitraat (NO_3) die door planten, schimmels en uiteindelijk ook door dieren kunnen worden gebruikt. Om deze reden worden ze vaak toegevoegd aan kunstmeststoffen.

Waarom ontstaan er overschotten en wat zijn de gevolgen daarvan?

In tegenstelling tot CO_2 verspreiden de meeste stikstofverbindingen zich niet wereldwijd, maar blijven doorgaans binnen een bepaalde afstand van de bron. NH_3 en NH_4 hebben grote effecten op het bodem en waterleven, omdat het de toegankelijkheid van organisch beschikbare stikstof fors verhoogt en tegelijkertijd de zuurgraad van water en bodem kan veranderen. Veel aandacht gaat uit naar de effecten voor de biodiversiteit, zoals overwoekering door enkele stikstofminnende soorten ten koste van gevarieerde niches, die zijn toegespitst op condities met lage hoeveelheden stikstof. Het Planbureau voor de Leefomgeving benoemt daarnaast ook de negatieve effecten op metabolische processen in de natuur en de bodemkwaliteit.

Door verzuring van de bodem verandert ook de bodemsamenstelling doordat de beschikbaarheid van mineralen verandert door verzuring. Mineralen zoals calcium, magnesium en kalium worden vervangen door waterstofionen en spoelen uit, waardoor er tekorten kunnen ontstaan voor de planten en bomen. Maartje Bakker beschrijft in haar krantenartikel hoe de natuur op een 'McDonald's' dieet zit.

Bij de andere stikstofverbindingen, NO_x , zijn de gevolgen voor de mens vooral te zien in een hogere incidentie van gezondheidsklachten en dan met name gerelateerd aan ontstekingsreacties in de longen, die het immuun-

systeem verzwakken.

Methaan

... is een gas dat net als CO_2 onderdeel vormt van de koolstofkringloop. Deze koolwaterstofverbinding (CH_4) is het voornaamste onderdeel van aardgas. Het is net als N_2O een broeikasgas dat aanzienlijk sterker is dan CO_2 , 30 tot zeventig keer zo sterk. Zo speelt het volgens KNMI een niet verwaarloosbare rol in de klimaatverandering. Enerzijds bekend als een brandstof (aardgas), anderzijds een stof die onder bepaalde (voornamelijk natte en zuurstofarme) omstandigheden kan ontstaan in de bodem en waterlichamen en eveneens in kleine hoeveelheden door planten wordt uitgestoten. Daarnaast komt het ook bij bepaalde petrochemische processen en lekkende pijpleidingen vrij. Ook heeft de veestapel (en dan met name runderen) een hoge methaanuitstoot door de processen waarmee ze gras verteren. Methaan veroorzaakt daarnaast ook luchtverontreiniging en draagt bij aan de stijgende achtergrondconcentratie van ozon.

Onder welke omstandigheden ontstaat er methaan?

Methaan kan ontstaan uit verschillende natuurlijke bronnen en processen: aardkorst, zeebodem, draslanden en venen, of uit antropogene bronnen zoals fossiele industrie, bio-industrie en vuilnisbelten. Methaan wordt geproduceerd door bacteriën die onder vaak natte en zuurstofarme omstandigheden koolstofverbindingen afbreken. Dit is met name het geval in moerassen, vandaar dat het ook vaak 'moerasgas' wordt genoemd. Tevens vindt dit proces plaats bij de stofwisseling van dieren. En dan vooral bij vee, en dan met name bij herkauwers zoals runderen die het vervolgens uitstoten. Dit proces kan ook onder gecontroleerde omstandigheden worden uitgevoerd in zogeheten biovergisters, zij dat met het expliciete doel om methaan te produceren en andere stoffen af te breken. In de landbouw worden biovergisters al op grote schaal ingezet, volgens Van der Stelt. In afvalstorten ontstaat er in een vergelijkbare zuurstofarme omgeving ook methaan waarop volgens Mark Heerink 'gejaagd' kan worden voor alternatief gebruik.

Zorg voor landschap
[Naar een landschapsinclusief omgevingsbeleid](#)
Frank van Dam, Leo Pols, Hans Elzenga
PBL, Den Haag, (2019)

Lees hier meer over een mogelijke aanpak voor stikstof:
[Quickscan van twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof](#)

"Ruimtelijkeordeningsbeleid kan bijdragen aan het vergroten van de natuurkwaliteit, en biedt daarmee een mogelijke bijdrage aan de vergemakkelijking van vergunningverlening rondom stikstofuitstoot."
[Stikstof: ruimte voor perspectief](#)

Drie risico's geschetst als doelstellingen en beleidsmaatregelen onvoldoende in samenhang worden gekozen.
[Naar een uitweg uit de stikstofcrisis](#)

KNMI - [Klimaat effecten van methaan](#)
KNMI-Klimaatbericht door Michiel van Weele 2020

Lees hier meer over de effecten van methaan en manieren om de uitstoot terug te dringen:
[Dossier Methaan, WUR](#)

Lees hier meer over biovergisters:
[HU Stories: Biovergister](#)

[Milieuvvervuilers wees gewaarschuwd, daar komen de methaanjagers](#)
RTL Nieuws
Mark Heerink 2021

Hoe beïnvloedt de ruimtelijke inrichting de productie van methaan?

Zoals hierboven al werd gesteld, ontstaat methaan vooral onder zuurstofarme en natte omstandigheden. Hier moet dan bij vernatting van een gebied dan ook rekening mee worden gehouden: voor je het weet verminder je bijvoorbeeld CO₂ uitstoot in een vernatte veenpolder, maar stoot je het nog schadelijker methaan uit.

Fosfaat

... is een element dat cruciaal is voor al het leven op aarde. Het is noodzakelijk voor de opbouw van botten en de productie van eiwitten. Dit is ook een van de redenen waarom kunstmest en andere mest altijd fosfaat bevatten. Een tekort eraan is direct een beperkende factor voor leven. Tegelijk is het een eindige grondstof waarvan de natuurlijke voorraden op termijn op raken.

Waar komt het vandaan?

De huidige fosfaatbronnen bevinden zich in gesteenten die regelmatig in instabiele regio's liggen, zoals de Westelijke Sahara of Rusland. Er is ook potentie voor het winnen van fosfaat uit de zeebodem, maar deze methodiek stuit volgens Geissler weer op andere bezwaren, zoals ontregeling van het waterleven.

Welke effecten heeft fosfaat op het ecosysteem?

Uiteraard gaat alles er lekker van groeien, maar soms raken hierdoor wel de biodiversiteit en de bodem- en waterkwaliteit uit balans. In watermilieus kan stikstof samen met een overschot aan fosfaat leiden tot zuurstofarme condities en verzuring. Hoewel de uitstoot sterk is afgenomen treedt er nog op verschillende plekken schade op, constateert een artikel in NRC dit jaar.

Waar gaat het nu heen en kunnen we het terugwinnen?

Fosfaat stroomt nu relatief vaak uit gebieden waar het met bemesting is toegevoegd, met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit. Na een sterk opleven van algen en andere planten, wordt het in het water aanwezige zuurstof voor een groot deel opgebruikt in de afbraak van het dode plantenmateriaal. Deze zuurstofarme condities zijn zeer nadelig voor het leven in het water. Ook wordt er fosfaat

uitgescheiden door dieren (en dus ook mensen). Er lopen daarom ook proeven met het biologisch scheiden van fosfaat uit afvalstromen om het weer te kunnen gebruiken, zie het werk van Hoogheemraadschap van Delfland.

STOWA houdt zich daarnaast bezig met lastiger terugwinning van chemisch gescheiden fosfaat. Het op grote schaal terugwinnen van fosfaat zou import voor een groot deel kunnen vervangen. Dit vereist echter wel een strategie voor verantwoordelijk gebruik en gedegen scheiding volgens Tönjes. Dit zou ook bij kunnen aan het beperken van overschotten. Zo zijn overschotten nadelig voor de bodem en waterkwaliteit. Dit is met name nadelig voor het waterleven. Maar ook voor het bodemleven. Zo zijn er minder tot geen wormen, larven, met als gevolg ook fors minder of geen weidevogels.

Bovenstaande ontregelde stofkringlopen hebben lokaal en mondiaal ontwrichtende effecten op de leefomgeving van dieren (waaronder de mens), planten, water- en bodemleven. In het kort gaat het om een

Striving toward a circular economy for phosphorus: The role of phosphate rock mining
Geissler B, Hermann L, [...] Steiner G
Minerals (2018) 8(9) 395

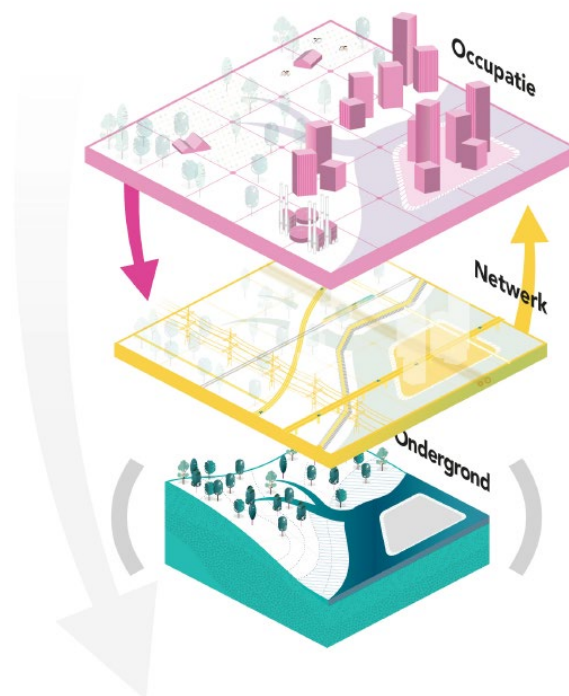
De volgende uitdaging is de waterkwaliteit:

[Marcel aan de Brugh & Rik Wassens. \(2022, July 24\). Een volgende crisis dient zich aan: de kwaliteit van Nederlandse wateren is slecht en verbetert amper. NRC.](#)

Lees hier meer over de waterkwaliteit: [Kenni-simpuls waterkwaliteit](#)

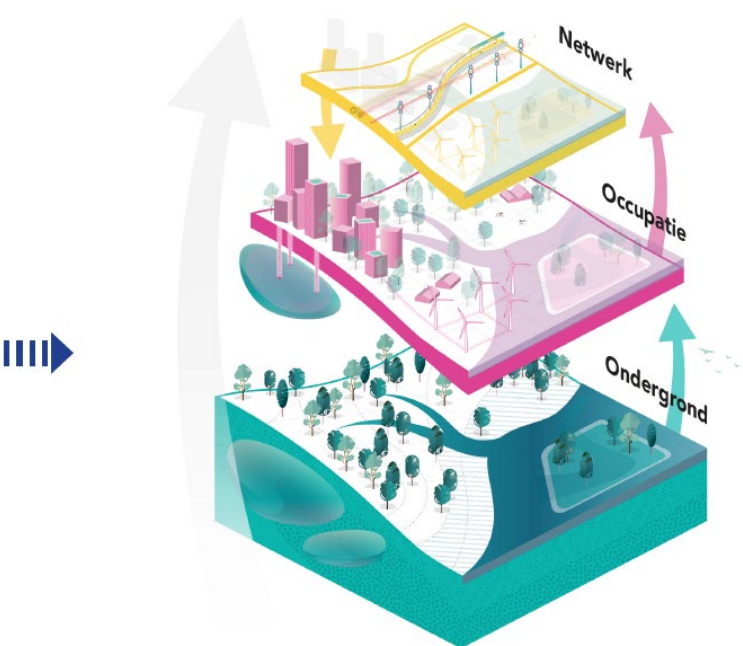
Over kansen en mogelijkheden om fosfaat terug te winnen:

[Topbodem: 'Terugwinnen fosfaat uit rioolwater maakt import kunstmest bijna overbodig' | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
Jorg Tönjes
2019
[Fosfaat terugwinnen uit afvalwater - Delfland Hoogheemraadschap van Delfland](#)
[Chemisch verwijderd fosfaat terugwinnen via magnetische scheiding | STOWA](#)
2020



Heden: ligging van netwerken en occupatie voornamelijk op basis van economische en technologische logica.
Ondergrond speelt nauwelijks meer een rol.

teveel aan broeikasgassen, waardoor het klimaat verandert; een teveel aan voedingsstoffen zoals fosfaat en ammoniak, die de biodiversiteit onder druk zetten en bodem en water verzuren. Deze hebben daarmee ook hun invloed op de kwaliteit van de leefomgeving. De basis van de piramide verandert zo immers. Hier gaan we in het volgende hoofdstuk verder op in.

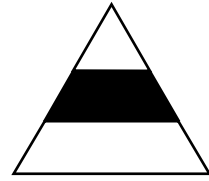


De Lagenbenadering.
De veranderingen
in de verschillende
stofkringlopen hebben
invloed op alle lagen.
De ondergrond met het
bodem watersysteem, de
netwerklaag met daarin
onze waterwegen en de
occupatielaag met ons
eigenlijke gebruik.

Bron Toekomstatelier
College van Rijksadviseurs

Toekomst: ligging van netwerken en occupatie beredeneerd vanuit de ondergrond. Energy-oriented development o.b.v. het principe 'bodem & water leidend'. Een sturend middel voor occupatie en netwerken.

Wat zijn de gevolgen voor de leefomgeving?



De bovengenoemde veranderingen in de verschillende kringlopen, in het klimaat én in het bodem-watersysteem hebben gevolgen voor de biodiversiteit en daarmee voor de verschillende soorten. Zo kan de balans tussen verschillende soorten worden beïnvloed, waaronder de mens.

Nederland warmt op en zal in de toekomst vaker te maken krijgen met extreme weersomstandigheden. Meer droogte, hitte en wateroverlast zullen er onvermijdelijk toe leiden dat bepaalde populaties achteruitgaan of zelfs uit Nederland verdwijnen. Het veranderende klimaat is op termijn ongeschikt voor 15 procent van alle hier voorkomende dier- en plantensoorten. Andere soorten krijgen echter de kans zich hier te vestigen. Zij kunnen de rol van de verdwijnende soorten overnemen. Bij een veranderend klimaat kan de biodiversiteit dus op peil blijven. De natuur moet dan wel voldoende in staat zijn zich aan te passen aan de verstoringen, stelt het PBL. Tegelijk zorgen de veranderingen in de verschillende kringlopen voor veranderingen in de bodem en waterkwaliteit, wat ook zijn weerslag heeft op de weerbaarheid van de natuur.

Wat gebeurt er met de verschillende ecosystemen en ketens?

Hoewel balans niet helemaal een concept is waar strikt genomen in de natuur over kan worden gesproken, neemt de dynamiek door de veranderingen in klimaat en stoffenkringlopen toe. De stikstofbelasting en de bij tijden overvloedige beschikbaarheid van fosfor leiden mede door de afnemende beschikbaarheid van andere stoffen (mineralen en zuurstof) tot een verhoogde kwetsbaarheid van de plant en diersoorten in het gebied. Tevens verandert dit de samenstelling van de verschillende ecosystemen, daar soorten die juist bij hoge waarden gedijen, zoals bijvoorbeeld bramen en brandnetels de plek kunnen overwoekeren.

Daarbij zorgt klimaatverandering voor veranderende geschiktheid van leef-

gebieden en verschuivingen die soms sneller verlopen dan de keten kan opvangen. De effecten op de natuur zijn al zichtbaar en de verwachting is dat deze zullen toenemen.

Sommige soorten zullen in aantal achteruitgaan of mogelijk zelfs uit Nederland verdwijnen. Andere soorten krijgen echter de kans zich hier te vestigen. De natuur zal te maken krijgen met continue veranderingen in soortensamenstelling en condities in het leefgebied. Dit betekent risico's voor de biodiversiteit in Nederland. Bij een veranderend klimaat kan de biodiversiteit op peil blijven, mits de natuur voldoende in staat is zich aan te passen aan de veranderingen. Door stikstofbelasting, gebruik van bestrijdingsmiddelen en verdroging gaat het aandeel wormen, bacteriën, schimmels en algen achteruit en dat beïnvloedt de laag daarboven: Het leven in en op de bovengrond (het maaiveld). Dit is de bodem waarop iedereen loopt en vanaf waar het landschap wordt beleefd. Maar het is ook de kruidlaag met larven, insecten en kleine zoogdieren die direct afhankelijk is van de ondergrond. Om die reden staat ook het maaiveld onder druk (zie het PBL rapport van Frank van Dam hierboven).

Verder leidt de versnippering van natuurgebieden ertoe dat soorten minder makkelijk mee kunnen bewegen met het veranderde klimaat. Gebieden met ongunstige stofconcentraties kunnen daarbij nog een additionele barrière vormen voor kwetsbare soorten.

Wat merken we in de leefomgeving en voedselvoorziening?

De veranderingen het milieu veroorzaken een verstoring die zich in

Lees meer over de klimaateffecten op de natuur in [Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur](#)
Vonk M, Vos C, Van der Hoek D
Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), (2010)

WAT KUNNEN WE VERWACHTEN? - KNMI - [Klimaat signaal '21: hoe staat het ervoor met het klimaat in Nederland?](#)

LUISTEREN - podcast: Louise Vet, strijder voor biodiversiteit - VPRO <https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/kijk/podcast/2021/Louise-Vet-strijder-voor-biodiversiteit.html>

Een korte inleiding: [Kleine kansen, grote gevolgen](#)
[Een betere bescherming tegen overstromingen na de Watersnoodramp van 1953](#)

Eind januari schreef Correspondent-medewerker Rutger Bregman de brief 'Het water komt'. Deze is gericht aan alle Nederlanders. Hij wil de Nederlandse bevolking wakker schudden. Er moet iets gebeuren en wel nu! Een nieuwe kaart op de Atlas geeft een beeld van de waterkeringen die Nederland beschermen tegen het water. [Hoe goed is Nederland beschermd tegen het water?](#)

MUST READ - [Deltascenario's voor 2050 en 2100: nadere uitwerking 2012-2013](#)

de gehele keten kan manifesteren en het web van afhankelijkheden in ecosystemen verstoort. Zo kunnen exotische of schadelijke soorten door gebrek aan, of het wegvallen van concurrentie of natuurlijke vijanden ecosystemen drastisch wijzigen. In het geval van bepaalde soorten kan ook de leefbaarheid voor mensen negatief worden beïnvloed, bijvoorbeeld soorten die ziekteverwekkers bij zich dragen. Ook de menselijke voedselproductie (en die van ons vee en huisdieren) wordt minder weerbaar door klimaatverandering en de toename aan plagen, afname van biodiversiteit en bestuiving.

Wateroverlast

Klimaatverandering beïnvloedt weliswaar de leefomgeving, maar de inrichting van de leefomgeving kan die effecten wel verminderen of ons handvatten bieden om de leefkwaliteit te waarborgen in een veranderend klimaat – dit heet klimaatadaptatie. Hieronder bekijken we enkele ontwrichtende invloeden, waar adaptieve maatregelen tegen mogelijk zijn: wateroverlast, droogte, en de versterking van hitte en droogte in de leefomgeving.

Wat voor typen wateroverlast zijn er?

Wateroverlast is een redelijk breed begrip. Daarom verdelen we het hieronder in drie verschillende categorieën, namelijk overvloedige regenval (het zogeheten pluvial flooding), overstroming door rivieren (het zogeheten fluvial flooding) en overstroming vanuit de zee (marine flooding). Deze verschillende typen wateroverlast verschillen in de scope van hun gevolgen, al zijn ze vaak wel met elkaar verbonden. Zo waren de overstromingen in de zomer van 2021 het gevolg van een overvloedige regenval, maar ontstond de schade met name door overstromende rivieren. Daarbij is de kwaliteit van het water ook een bedreiging. Bij overstromingen op plekken met een gekoppelde riolering (regen- en afvalwater) kan vervuild rioolwater vrijkomen op straat en ook binnen de woningen opborrelen vanuit de toiletten. Dit kan bij het vervangen van de rioleringen worden aangepakt door zogeheten afkoppeling. Ook kunnen er schadelijke stoffen vrijkomen bij het overstromen van industriële locaties met een hoge milieucategorie.

In het geval van wateroverlast vanuit

de zee betreft het niet alleen overstromingen, maar ook verzilting die op kan treden door een stijgende zeespiegel. Dit is met name een risico in de kustgebieden en de delta. Aan de hand van elk van de uitgewerkte scenario's toont het Deltascenario consortium voor welke uitdagingen Nederland in de toekomst kan komen te staan als het gaat om zoetwatervoorziening, de ruimtelijke inrichting van stad en land en bescherming tegen overstromingen.

Waar gaat het water nu naartoe?

Veel is nog ingericht op het zo snel en efficiënt mogelijk laten wegstromen van water. Dit leek in het verleden de juiste weg, maar nu merken we dat er te grote hoeveelheden water moeten worden verwerkt in korte tijd – het systeem kan het op piekmomenten niet meer aan, en dan richt het water grote schade aan. Ook hebben we steeds vaker een tekort aan water, bijvoorbeeld voor de landbouw en de scheepvaart op de Rijn, die minder smeltwater krijgt uit de Alpen. Dan balen we ervan dat we het water zo snel hebben geloosd op zee. Tevens wordt het steeds lastiger om het overtollige water op zee te lozen de stijgende zeespiegel.

Wat zijn de gevolgen hiervan voor de leefomgeving?

Eerder is al aangegeven dat verschillende typen wateroverschot op verschillende schalen werken. Lokaal kan een wateroverschot leiden tot overstromingen met gerelateerde schade aan vastgoed, maar ook aan gewassen. Naarmate de duur, mate en/of schaal van de overstromingen toeneemt, kan dit ook gevolgen hebben voor de gezondheid, cruciale infrastructuur en de economie. Zo neemt de kans op ziekten toe door een te hoge vochtigheid en kunnen systemen zoals GWL+ (gas, water, licht en communicatie) uitvallen, waardoor mensen op zichzelf kunnen zijn aangewezen. Het introduceren van zogeheten meerlaagse veiligheid kan daarbij de gevolgeffecten bij een overstroming beperken, het herstel beter mogelijk maken en de klimaatrobustheid verbeteren, volgens het Deltaprogramma.

Het lokale bodem-watersysteem is hierbij bepalend voor de mogelijkheden die er zijn om op wateroverlast te reageren. Zo verschillen, zand, klei en veenbodems in hun infiltratiecapaciteit.

Achtergronden en kaartmateriaal met informatie over de gevolgen voor de leefomgeving, betreffende droogte, hitte, wateroverlast, maar ook met informatie aangaande de huidige situatie en de projectie van de KNMI scenario's voor het klimaat van 2050 op de kaart en in tabellen: [Klimaat-effectatlas](#)

MUST LISTEN -

Wetenschap podcast Onbehaarde Apen (NRC) vertelde de effecten van klimaatverandering heel duidelijk aan de hand van een eik, die zich anders is gaan gedragen: <https://open.spotify.com/episode/6BsTYK-gFcddoXd49Aco2EE?si=4527adcbe713409c>

ACHTERGROND - Er is al veel informatie over klimaatadaptatie en het bodem-watersysteem beschikbaar in Nederland, o.a. op onderstaande website. Daarop vindt je bijvoorbeeld het onderzoek met geschiedskaarten 'Op Waterbasis' (Deltares en Bosch Slabbers, 2020). <https://klimaatadaptatienederland.nl/ken-nisdossiers/water-bodem-basis/publicaties/>

Het Deltaprogramma besteedt hier ook aandacht aan: [Ruimtelijke adaptatie - Deltaprogramma 2021](#)

Hoe gaat afkoppeling van de riolering in zijn werk? [Afkoppeling](#)
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Meer informatie over overstromingsrisico's en het principe van meerlaagse veiligheid:

[Kleine kansen, grote gevolgen](#)
[Een betere bescherming tegen overstromingen na de Watersnoodramp van 1953](#)

[PBL](#)

teit en biedt het watersysteem (gesloten polder- of open watersysteem) en de drooglegging (afstand van het grondwatervniveau tot het maaiveld) verschillende mogelijkheden. Er is bij al deze omstandigheden behoefte aan bergingscapaciteit en een eigen uitwerking van meerlaagse veiligheid. De uitwerking daarvan is opnieuw afhankelijk van het bodemwatersysteem. Het bodem-watersysteem kan lokaal verschillen en is een samenspel tussen de bodemtypes en het type watersysteem.

Droogte

Net als wateroverlast werkt droogte ook lokaal en regionaal door. Door klimaatverandering is de totale hoeveelheid regenval in Nederland weliswaar toegenomen, maar tegelijk is er een sterker seizoenseffect ontstaan, met minder regenval in de warme maanden. De kans op droogte wordt daarbij versterkt doordat bij hogere temperaturen een hogere verdamping optreedt. De gevolgen hiervan verschillen, net als bij wateroverlast, afhankelijk van het bodem-watersysteem.

Net als bij wateroverlast kunnen we hier verschillende typen onderscheiden. De eerste en meest in het oog springende is de zogeheten acute droogte. Hiervan is sprake als er absoluut onvoldoende water beschikbaar is voor verschillende functies. Om dit te voorkomen hanteert de overheid verschillende niveaus, waarbij steeds meer typen gebruik worden ontmoedigd, zoals het oppompen van grondwater voor besproeiing van gewassen, en worden bepaalde functies zoals natuur en drinkwatervoorziening geprioriteerd. Dit heeft naast voor de landbouw ook gevolgen voor de scheepvaart en industrie. Door combinatie van droogte en hitte kan er veel sterfte onder planten en dieren plaatsvinden en neemt de kans op natuurbranden toe.

Er bestaat ook chronische droogte, die ook kan worden gezien als een voorstadium van acute droogte. Door een langdurig neerslagtekort neemt het grondwaterpeil af en wordt de buffer steeds kleiner. Tijdens dit proces kunnen er al grote gevolgen zijn voor vegetatie en gewassen, omdat het grondwaterpeil dieper kan zakken dan de wortels kunnen bereiken.

Wat zijn de gevolgen hiervan voor de ruimte en voor de mens? (bebouwde en onbebouwde omgeving, drinkwatervoorziening)

In de bebouwde omgeving, vooral in gebieden waar op houten palen is gefundeerd, treedt door droogte niet alleen een daling in het grondwaterpeil op, maar daarmee ook een verhoogd risico op schade. De droogvallende palen kunnen hierdoor namelijk gaan rotten en zo de draagkracht verliezen. Het kan ook de toekomstige bruikbaarheid van de grond aantasten door toegenomen inklinking en het deels waterdicht worden van de klei of veenbodem. Bij veen neemt door droogte, net als bij bemaling, door drooglegging de oxidatie toe, met bodemdaling tot gevolg.

Droogte levert ook problemen op in het grondwater. Zoute kwel (oprijzend zout grondwater in de bodem) neemt in kustgebieden maar ook tientallen kilometers landinwaarts toe door het wegvallen van de druk van het zoete water. Dit kan leiden tot verzilting van de bodem en het oppervlaktewater met gevolgen voor natuur en landbouw.

Wat is de oorzaak van de droogte? Hoe hangt het oppervlaktewater samen met het grondwater?

Hoewel Nederland meer regen ontvangt (en de verwachting is dat dit zal toenemen), treedt er een toenemend seizoenseffect op, waarbij de zomers over het algemeen droger worden en de winters natter. In combinatie met hogere temperaturen neemt zo ook de verdamping toe, waardoor bij gelijke hoeveelheid regenval verdroging op kan treden. Wanneer dit chronisch is kan het infiltratievermogen van de bodem (vooral bij klei en veen) afnemen, waardoor het grondwaterpeil minder wordt aangevuld. Deze uitdaging speelt ook bij buien van een grote intensiteit. Daarbij vallen er namelijk zulke grote hoeveelheden dat infiltratie in de bodem langer kan duren.

In combinatie met bepaalde typen landgebruik, zoals bewerking van de bodem met zware machines, of het bebouwen of bestraten, neemt het infiltratievermogen van de bodem verder af. Met name bij kleibodems kan landbewerking met zware machines leiden tot inklinking. Dit kan leiden tot een afnemend grondwaterpeil bij een gelijke of toenemende regenval. Om voorbereid te zijn op toenemende

Bodemkaart van Nederland
[Alle bodemgegevens van Nederland gratis als open data beschikbaar](#)
WU+R
2017

Kijk op [de kaartverhalen van de Klimaat-effectatlas](#) voor de gevolgen van klimaatverandering op verschillende bodemwatersystemen en de leefomgeving.

Wat doet de overheid om droogte aan te pakken?
[Maatregelen bij droogte](#)

In het nieuws:

[Officieel watertekort in Nederland, droogte houdt ook komende weken aan](#)

[Onderzoek naar effecten van chronische droogte op de Veluwe natuur](#)
Natuurmonumenten
2020

De effecten van langdurige droogte op de natuur:
[Droogte onder en boven de grond](#)
Nature Today
2022

MUST READ: Op waterbasis. Het gebruik en de ruimtelijke ordening in Nederland is van zodanige invloed op de beschikbaarheid van water dat er een omslag nodig is.
<https://www.deltares.nl/nl/nieuws/grenzen-bereikt-aan-de-maakbaarheid-van-ons-water-en-bodemstelsel/>

Relatie ecosysteemdiensten en maatschappelijke opgaven



Bron: Worldbank; EEA

Ecosysteemdiensten kunnen bijdragen aan het realiseren van maatschappelijke opgaven (Bron: People and the Earth, PBL (2017)).

droogte moeten we daarom werken aan het verhogen van de buffercapaciteit van zoet water.

Het versterkende effect van droogte en hitte op de leefomgeving

Dier- en plantensoorten passen zich zoveel mogelijk aan het veranderende klimaat aan. Dit is zichtbaar in gewijzigde migratiepatronen, vroegere bloeiseizoenen, later winterslapen, en opkomst van andere plant- en diersoorten in een bepaald gebied. Hierdoor ontstaan ook risico's voor de menselijke leefomgeving: plaagdieren, nieuwe ziekten of grotere verspreiding van bestaande ziekten via muggen, wantsen en teken. We kennen nu allemaal de zoönose virussen zoals corona door toenemen

de nabijheid van mensen en wilde dieren.

Er zijn er nog veel meer veranderingen in de natuur die de menselijke leefomgeving beïnvloeden. Veel van de zogenaamde ecosysteemdiensten waar we van afhankelijk zijn staan onder druk. Zie het beeld hieronder van het Planbureau voor de Leefomgeving. Voorbeelden van sturing op ecosysteemdiensten in de leefomgeving zijn klimaat mitigerende maatregelen, inrichting voor wateroverlast en droogte, maar ook het aanpakken van de ontregelde stoffenkringlopen.

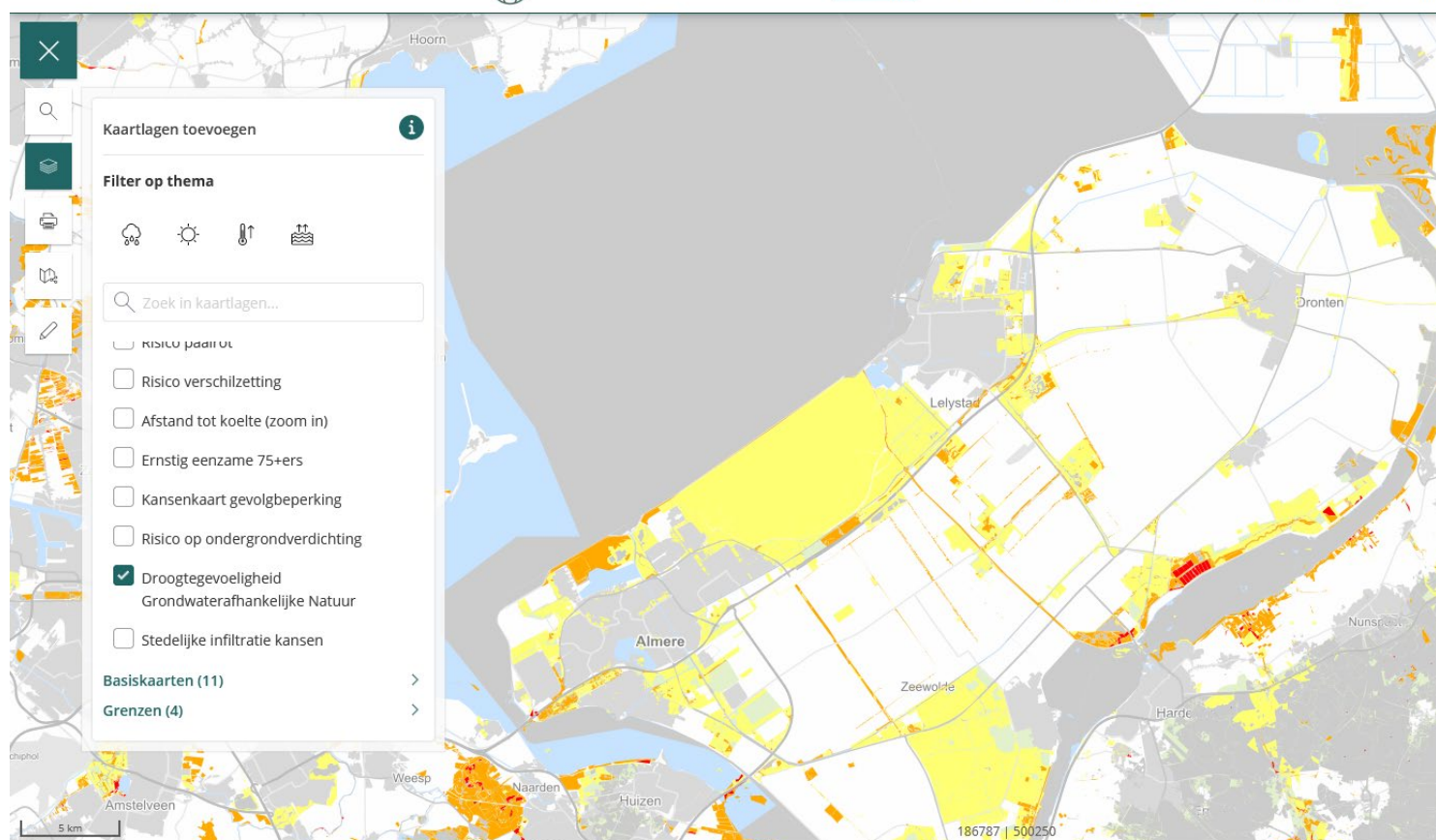
Welke problemen ontstaan door hitte en droogte in de leefomgeving?

Bij de opwarming van het klimaat begint hittestress een steeds groter

Ecosysteemdiensten en de wijze waarop ze bijdragen aan een kwalitatieve leefomgeving

Meer informatie over hittestress:
[Wat is hittestress?](#)

VERDIEPING - Hogeschool van Amsterdam doet veel onderzoek naar hittebestendige steden, o.a. in Almere (2022). I.s.m. KuiperCompagnons ontwikkelde de HvA de CoolKit (2020). <https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/content-groep/klimaatbestendige-stad/publicaties/publicaties.html>



probleem te worden. Bij dieren (en dus ook mensen) uit zich dat in een breed scala aan lichamelijke klachten (vooral bij ouderen, zieken en kinderen) en hogere kans op overlijden. Mensen worden minder actief en productief. Bij planten uit het zich in een ontregeld metabolisme en een groeistop. Dat laatste kan grote gevolgen hebben voor de landbouw. Daarbij heeft hitte een negatieve impact op de afweersystemen van plant en dier. In het geval van waterleven is er een verhoogd risico op botulisme in combinatie met zuurstofarme omstandigheden (warm water houdt minder zuurstof vast), blauwalgen en verhoogde methaanproductie. In stedelijke regio's neemt hittestress extra toe. In dichtbebouwde gebieden ontstaan hitte-eilanden die tot wel 10 graden Celsius warmer zijn dan licht/onbebouwde gebieden, door de sterke absorptie van warmte in de bebouwing en bestrating (sterker wanneer deze donker van kleur zijn). Gebrekkige ventilatie op stads of regionaal niveau verergeren hitte-eilanden, terwijl vegetatie juist verkoelt door de verdamping van water voor fotosynthese. Dit koeleffect is er dus alleen wanneer voldoende water

aanwezig is. Bij droogte kan vegetatie zelfs de temperatuur verhogen door absorptie van warmte.

Wat betekent dit voor klimaatadaptatie in het ontwerp van de leefomgeving?

Door de negatieve ervaring en effecten van hitte verwacht men dat de Europese energievraag voor koeling ruim zal verdubbelen bij een efficiënt scenario tot wel verviervoudigen bij een minder efficiënt scenario. Dat betekent nogal wat voor het elektriciteitsnet en andere processen waarvoor we de energie nodig zullen hebben. Kansrijker is daarom een aanpak waarbij het geheel van de betrokken stoffenkringlopen, droogte, wateroverlast en gebruik geïntegreerd worden meegenomen. De ventilatiecorridors naar de bebouwde gebieden kunnen bijvoorbeeld in stand worden gehouden of verbeterd, maar ook landgebruik en gebiedsinrichting kunnen bijdragen aan voldoende waterbeschikbaarheid en daarmee ook koeling.

Hoewel de echt binnenstedelijke hitteproblematiek niet typisch is voor de Eo-Wijers prijsvraag, wordt deze

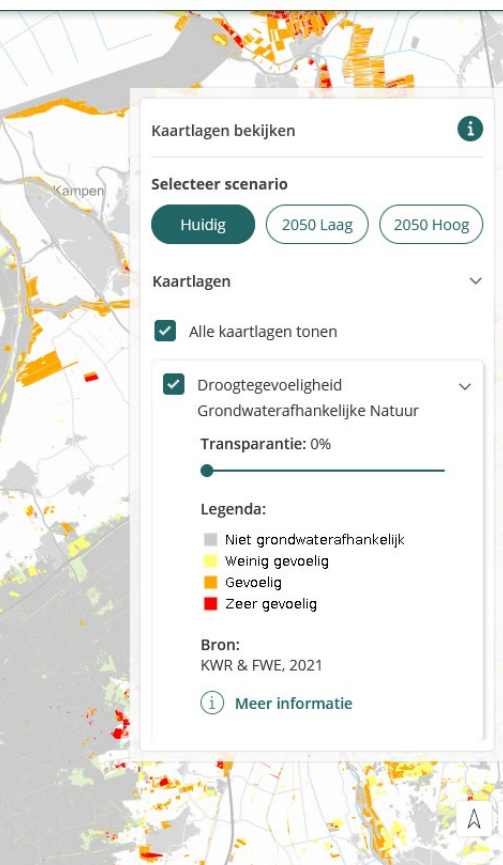
KAART – Bekijk hier hoe hittestress, droogte en wateroverlast verschillen per gebied in Amsterdam
<https://maps.amsterdam.nl/klimaatadaptatie/>

Op landsniveau's zijn er verschillende indicatieve kaarten te vinden binnen de klimaat-effectatlas.

[Kaartverhaal Warme nachten](#)

[Kaartverhaal Hittekaart gevoelstemperatuur](#)

Goed om te lezen informatie over hitte in de stad. En dan met name vergeleken met de aanwezige bebouwing. Dit is ook te gebruiken voor de relatie tussen stad en land: Lenzholzer, S. (2015). *Weather in the City-how design shapes the urban climate*. Nai 010 Uitgevers/Publishers.



Gemeente Amsterdam

wel sterk beïnvloed door het landelijk gebied rond de steden, waar de prijsvraag zich op richt. Het maakt nogal uit of daar akkerbouw is of bos, zowel wat wind en verkoelende vegetatie betreft. De Hogeschool van Amsterdam ontwikkelt ontwerprichtlijnen voor hittebestendige steden en dorpen.

De mate waarin we ons aan het nieuwe klimaat kunnen aanpassen – klimaatadaptatie – verschilt van gebied tot gebied, en hangt ook af van de sociale groep. Internationaal wordt al veel gesproken over klimaatrechtvaardigheid, bijvoorbeeld in het geval van ontwikkelende landen die hard worden getroffen door de voornamelijk door rijke landen veroorzaakte klimaatverandering. Binnen Nederland kunnen ook onrechtvaardige situaties ontstaan, omdat bepaalde groepen meer middelen hebben voor adaptieve maatregelen in openbare ruimte en tuinen, of mechanische koeling. Juist het landelijke gebied nabij wijken met een sociaaleconomische uitdaging kan hierop een mitigerend effect hebben.

De effecten van hitte en droogte op het beschikbare drinkwater

Een belangrijke functie van het oppervlaktewater is drinkwaterproductie. Miljoenen Nederlanders zijn hiervan afhankelijk. Bij een combinatie van verzilting en lage aanvoer vanuit de rivieren zijn hier maatregelen nodig, zoals grotere buffers of aanvoer uit alternatieve bronnen.

De toename van droogte en hitte heeft ook effecten op de beschikbaarheid van schoon drinkwater. Zeker wanneer een geplande toename van het aantal woningen wordt meegenomen. Tegelijk gebruiken we drinkwater voor een grote verscheidenheid aan doelen waar mogelijk geen water van consumptiekwaliteit voor benodigd is. Het Eindhovens Dagblad stelt het al treffend met de vergelijking met champagne om de wc mee door te spoelen. Echter wordt het ook veelvuldig gebruikt voor beregening van tuinen, schoonmaak en ook industriële processen. Allemaal met kostbaar water.

Nu is het realiseren van een tweede leiding voor water dat niet voor consumptie bestemd is een grote financiële uitdaging, maar andere oplossingen zoals lokale opslag en hergebruik van grijs water kunnen mogelijk een grote bijdrage leveren. Allen belangrijke vragen voor de ontwerper.

Het potentieel voor klimaatadaptieve maatregelen en andere ingrepen om de kwaliteit van de leefomgeving te waarborgen hangt sterk samen met de identiteit van het gebied: hoe het is ontgonnen, welke economische en ecologische bases daarbij een rol speelden, en hoe het gebied zich heeft ontwikkeld in de laatste eeuw.

De potentiële effecten van de koudevraag op het elektriciteitsnet.

[Koudevraag in Nederland en Europa](#)

Voor de effecten van droogte op vegetatieve koeling:

Schwaab, J., Meier, R., Mussetti, G. et al. The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. Nat Commun 12, 6763 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>

Om eens terug te kijken: Hitte in de bebouwde omgeving

[CODE ROOD](#)

MUST READ: Drinkwaterbedrijven slaan alarm over toekomstige beschikbaarheid van drinkwater: Waterbedrijven: binnen enkele jaren dreigt tekort aan drinkwater

<https://www.nrc.nl/nieuws/2022/09/25/waterbedrijven-te-kort-aan-drinkwater-dreigt-a4143156>

Waterbedrijven: 'Laat drinkwater niet de volgende crisis worden' <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/09/25/laat-drinkwater-niet-de-volgende-crisis-worden-2-a4143134>

IN DE MEDIA:

[Tekort drinkwater uit Maas dreigt](#)

Waarom spoelen we de wc door met kraanwater?

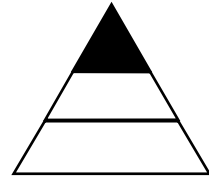
<https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/waarom-spoelen-we-de-wc-door-met-kraanwater/>

Je toilet doorspoelen met drinkwater, kan dat nog anno 2022? 'Het is als tandenpoetsen met champagne'

<https://www.ed.nl/eindhoven/je-toilet-doorspoelen-met-drinkwater-kan-dat-nog-an-no-2022-het-is-als-tandenpoetsen-met-champagne-af2e479d/>

Inspiratie- <http://climatelier.net/>

Hoe kan gebiedsidentiteit bijdragen aan een toekomstbestendige leefomgeving?



In deze Eo Wijers Prijsvraag is nadruk gelegd op het ‘waar wij willen wonen’ – kortom, onze relatie met de landschappen waarin wij wonen. Voelen we ons verbonden? Hoe kan met alle aanstaande veranderingen het landschap nog steeds als ons thuis blijven voelen? Welke nieuwe kansen zijn er en wat is de relatie met de historie van een gebied?

Het menselijke landgebruik in Nederland laat al meer dan duizend jaar sporen na in de bodem- en watersystemen, heeft ‘woeste gronden’ met vooral een ecologische functie ‘nuttig gemaakt’ voor landbouw, veeteelt en andere economische activiteiten. De ontginningen, mensgemaakte landschappen, zijn heel bepalend voor de Nederlandse (gebieds)identiteiten. Ze hebben in hun huidige intensief gebruikte vorm soms een desastreuze invloed op bovengenoemde veranderingen van het leefklimaat, maar vaak bieden ze ook juist inspirerende aanknopingspunten voor oplossen van de huidige problemen, bijvoorbeeld op gebied van watermanagement met watermolens op de zandgronden.

Een essentieel gegeven is hierbij dat verandering de enige constante factor is in het Nederlandse landschap. Daarom is het niet mogelijk en wenselijk om historische landschappen te beschermen door er een kaasstolp overheen te plaatsen, maar wel om ze juist op een weloverwogen manier te transformeren en mee te nemen in veranderingen, of ze als leidraad te nemen. Zoals Staatsbosbeheer in 2002 in samenwerking met het Frans

Hals museum schreef “is het landschap geen stillevens”.

Welke inzichten geeft cultuurhistorie voor aanpassing van gebieden?

De praktijk van landschapskarakterisering helpt om het cultuurlandschap te lezen en begrijpen en is daarmee ook een instrument voor ruimtelijke planvorming. Panorama Landschap, georganiseerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), geeft iedereen de gelegenheid om mee te praten over de kwaliteiten van de eigen leefomgeving in relatie tot toekomstige ontwikkelingen. De gebruikers zijn erfgoedprofessionals, maar ook planologen, bestuurders en beleidsmakers, burgers en eigenaren van gebouwen en grond. Voor 78 regio's is er daar een korte karakterstschets te vinden van de geschiedenis van het landschap, vanuit het perspectief van eeuwenlange veranderingen.

Daarbij kan het werk van Auke van het Woud helpen om te begrijpen hoe de huidige inrichting sinds de industriële revolutie tot stand is gekomen. Toen vond de omslag plaats van de ondergrond die sturend optrad naar

ACHTERGROND – De boeken van Auke van der Woud geven een goed beeld van de ingrijpende menselijke ingrepen in het Nederlandse landschap, bijvoorbeeld: ‘Het lege land’ (1987), ‘Een nieuwe wereld’ (2006) en ‘Het landschap De mensen’ (2020).

MUST READ – Panorama Landschap (met intro-video):

<https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/panorama-landschap>

MUST READ – Het werk van Auke van het Woud Het Lege Land (1987) Een Nieuwe Wereld (2006)

KAARTENSET – Histland

<https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/histland>

KAARTENSET – Agrarische landschappenkaart

<https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/agrarische-landschappenkaart>

het heden waarin de ligging van netwerken en occupatie voornamelijk op basis van economische en technologische logica plaatsvond. Deze toen nieuwe logica zou de ruimtelijke groei van het land structureel bepalen, inclusief het ontstaan van de Randstad, en de ontwikkeling van de regio's die 'vol' werden of die 'leeg' bleven. De infrastructuur die in de negentiende eeuw werd aangelegd, legde de basis voor onze massacommunicatie en massamobiliteit.

Biografieën en tijdlijnen helpen ruimtelijke professionals het verleden in het heden te plaatsen en te begrijpen. Zo veranderde Nederland van een agrarische samenleving naar een industrieel land. De winning van turf leidde tot grote veenplassen en nieuwe nederzettingen langs kanalen en vaarten. Met de uitvinding van de windmolen kwamen er in het open landschap duizenden nieuwe bouwwerken bij. De snelheid waarmee het landschap verandert is enorm toege-

nomen. We deden er vierhonderd jaar over om het veenlandschap te ontginnen en polders te maken. Vervolgens kostte het minder dan een eeuw om de agrarische samenleving te transformeren tot een industrieel land dat afhankelijk werd van steenkool, aardolie en gas.

In de voorgaande hoofdstukken hebben we kunnen zien dat deze handelswijze, zeker in combinatie met een veranderend klimaat, sterke negatieve effecten heeft op de leefomgeving. Maar hoe kunnen we verder? Daarvoor is het van belang om het begrip van het verleden van het landschap te vergroten. Daarvoor kan gebruik gemaakt worden van de verschillende kaartensets die RCE aanbiedt. Histland bevat gegevens over de ontginning van het Nederlandse landschap tot 1980 en laat zien hoe dit landschap aan verandering onderhevig is. "Het Nederlandse cultuurlandschap is rijk aan elementen en sporen die het resultaat zijn van ontginnings- en bewoningsgeschiedenis. Deze informatie is in

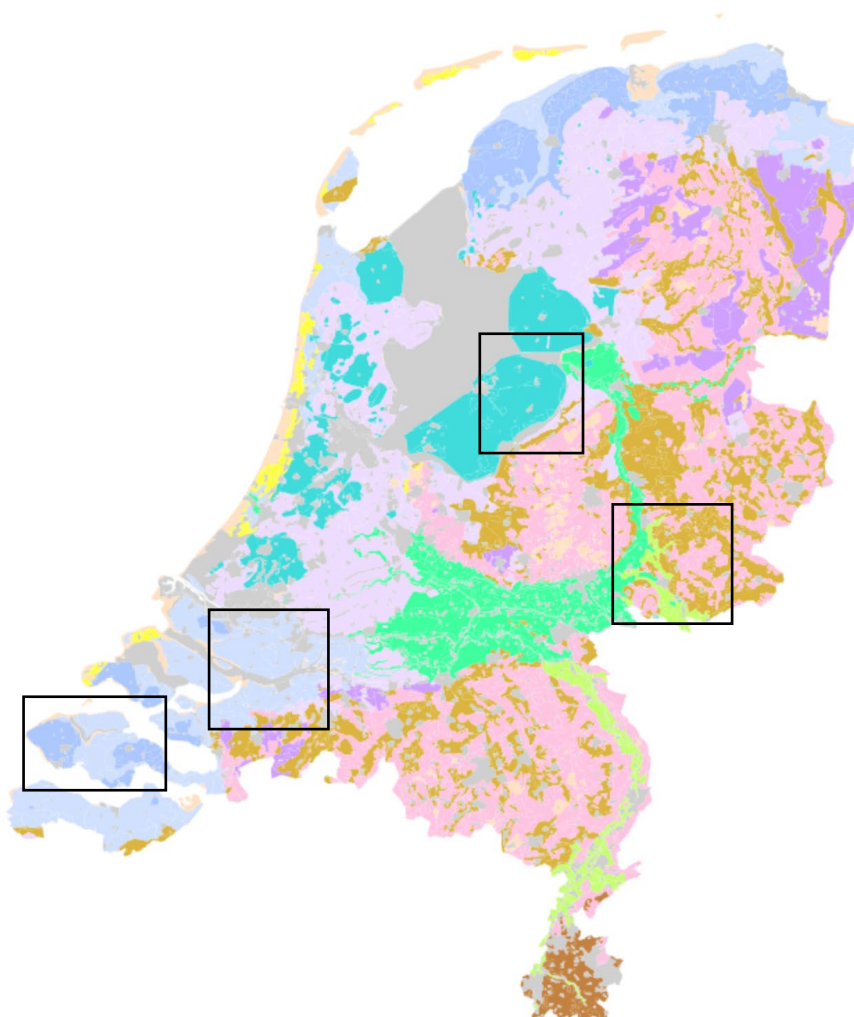
MUST READ – Voor klimaatadaptatie zijn Water en Klimaat (RCE) en Programma Stads- en Landgebruik (RCE) zeer relevant
<https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/water-en-klimaat>
 en
www.stadsgenese.nl

IN DE MEDIA – Joks Jansen beschouwt de stikstofcrisis in Brabant vanuit historisch perspectief in het Financieel Dagblad. Een discussie ontspaan zich o.a. op LinkedIn:
<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6946377644196171777/>

IN DE MEDIA – Onderzoeker Menne Kosian legt uit op EenVandaag hoe historische kaarten kunnen helpen bij het oplossen van wateroverlast.
<https://eenvandaag.avrotros.nl/item/hoe-een-middeleeuws-genie-ons-kan-helpen-droge-voeten-te-houden/>

MUST READ: Op waterbasis. Het gebruik en de ruimtelijke ordening in Nederland is van zodanige invloed op de beschikbaarheid van water dat er een omslag nodig is.
<https://www.deltares.nl/nl/nieuws/grenzen-bereikt-aan-de-maakbaarheid-van-ons-water-en-bodemsysteem/>

MUST READ - Naar een ontspannen Nederland
<https://ontspannenederland.nl/>
 Naast een analyse van de uitdagingen die samenhangen met stikstof worden in deze publicatie ook voorstellen gedaan voor een proces waarmee hieraan gewerkt zou kunnen worden.



Kaart van Histland

Histland door middel van 45 landschapstypen in kaart gebracht.”

In de Agrarische Landschappenkaart is daarnaast te zien hoe Nederlanders door de eeuwen heen het landschap voor agrarisch gebruik in cultuur brachten. Met de droogmakerijen, de agrarische veenontginningen, 20-eeuwse landinrichting en diverse historische kaarten.

Deze historische kennis is soms direct toepasbaar op actuele thema's zoals het stikstofoverschot gerelateerd aan de veeteelt. In een artikel en daaruit voortkomende discussie op sociale media bespreken Joks Janssen en vakgenoten de mogelijkheid om met kleinschaliger gemengde bedrijven weer circulair te produceren: 'Past Forward'. Het rapport Naar een ontspannen Nederland relateert de uitdagingen namelijk sterk aan de geschiedenis en transformatie van het in cultuur gebrachte landschap. Ook op gebied van waterbeheer kunnen we soms ruimtelijke ontwerpfouten herstellen door naar het verleden te kijken (bijvoorbeeld aan de hand van de Middeleeuwse Deventer kaarten). Ook op gebied van klimaatadaptatie biedt cultuurhistorie niet alleen inspiratie, maar ook aanknopingspunten. Onderzoek naar circulariteit raakt ook vaak aan cultuurhistorie, bijvoorbeeld oplossingen voor de landbouw in het veenweidegebied, waterbeheer in de droogmakerijen en droogte op de zandgronden.

Het rapport op waterbasis en de toekomstverkenningen onder leiding van het College van Rijksadviseurs laten zien welke mogelijkheden er liggen om het gebied te ontwerpen vanuit de natuurlijke systemen. Juist met een transformatie naar een systeem waar bodem en water weer leidend zijn is de geschiedenis ervan van groot belang.

Natuurinclusieve ontwerp-oplossingen in een gebied

Het werken vanuit gebiedsidentiteit gaat uit van de culturele en cultuurhistorische gebiedskenmerken om het gebied te begrijpen en aan te passen aan nieuwe vormen van gebruik of een veranderend klimaat. Hierbij zijn technische oplossingen mogelijk niet altijd toereikend. Een tegenhanger is het benutten van

de in de natuur aanwezige mechanismen. Deze natuurinclusieve oplossingen worden internationaal meestal Nature Based Solutions (NBS) genoemd, bijvoorbeeld door de Wereldbank. Afhankelijk van het gebied sluiten deze NBS vaak ook goed aan op de cultuurhistorische gebiedsidentiteit, die vanzelfsprekend gebaseerd is op de mogelijkheden van het lokale ecosysteem, wat betreft teelten en waterhuishouding.

Het combineren van zulke natuurinclusieve oplossingsrichtingen met hoogwaardige ruimtelijke kwaliteit wordt gezien als een sleutelinstrument in regionaal ontwerp en beleid in Nederland. Voorbeelden van zo'n integrale aanpak zijn programma Ruimte voor de Rivier, Resilience by Design en Natuurinclusief Bouwen (bijvoorbeeld Green Blue grids).

In de literatuur worden natuurinclusieve oplossingen vaak aangeduid als groen-blauwe oplossingen, of Low Impact Development - als tegenhanger van High Impact Development waar juist technische infrastructuure werken in de menselijke behoeften voorzien. Toch stellen ook natuurinclusieve oplossingen hun eigen eisen aan de ruimte en de stoffenstromen (zie de informatie van de Wereldbank). Hoe beter we de onderliggende systemen begrijpen, hoe meer positieve effecten van ecosystemendiensten we kunnen bereiken of versterken in de leefomgeving. Sociaal-ecologische case-studies, onderzoek naar klimaatmaatregelen en online ontwerp tools, zoals de Klimaatbestendige Stad Toolbox, kunnen helpen om alternatieven te ontwikkelen.

Om dit tot een succes te brengen is deelname van uiteenlopende belanghebbenden nodig, zeker daar dit een fundamentele transformatie betreft. En er zal waarschijnlijk een uitwisseling van kosten en baten plaatsvinden, waarbij de rol en mogelijke combinatie van technische en natuurinclusieve oplossingen per context steeds zal verschillen. Hierin liggen grote kansen, maar ook een verantwoordelijkheid voor de ontwerper.

MUST READ – World Bank. 2021. A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36507> License: CC BY 3.0 IGO.

VOORBEELDEN - Atelier Groen-Blauw website met maatregelen en voorbeelden voor klimaatbestendige steden <https://www.urbangreenbluegrids.com/>

Een catalogus met inspirerende voorbeelden: [Urban Nature Atlas](#)

PRINCIPES – uit een case study in Stockholm Barthel, S., et al. (2013). Principles of Social-Ecological Urbanism - Case Study: Albano Campus, Stockholm. https://www.researchgate.net/publication/261031967_Principles_of_Social-Ecological_Urbanism_-_Case_Study_Alban_Campus_Stockholm

TOOL – Klimaatbestendige Stad Toolbox, door Deltares, Bosch-Slabbers en Atelier Groen-Blauw <https://kbstoolbox.nl/>

MAATREGELEN – Rapport over maatregelen die het mogelijk maken om de natuurdoelen te halen; onderdeel van Natuurverkenning 2050. PBL Planbureau voor de Leefomgeving (2020) Referentiescenario's Natuur <https://www.pbl.nl/publicaties/referentiescenario's-natuur>

Diversiteit

De grote diversiteit aan biotopen en cultuurlandschappen in Nederland is misschien wel het grootste kapitaal dat we beschikbaar hebben om ons land aan te passen aan de nieuwe omstandigheden. De ontwerpteams gaan in de Eo Wijers prijsvraag aan de slag in vier heel verschillende gebieden, elk met hun eigen potentieel, uitdagingen en randvoorwaarden. De projecten kunnen hierbij leren uit het verleden, uit onderzoek, van elkaar en van ontwerpen in andere delen van de wereld.

INSPIRATIE -

In een serie werksessies is onder leiding van het College van Rijksadviseurs samen met een brede selectie aan wetenschappelijke experts, per stroom in beeld gebracht wat de mogelijke en waarschijnlijke toekomsten op de lange termijn zijn, en welke factoren daarop van invloed zijn.

<https://nl2100.nl/>



Klimaatbestendige Stad Toolbox

Regionale opgaveschets

De deelnemende regio's van de Eo Wijers prijsvraag hebben elk een eigen reader met informatie en opgave gemaakt. Deze kennisreader geeft daarnaast ingangen om zelf de regionale opgave te benaderen vanuit de drie hoofdstukken. We geven hieronder alvast een korte voorzet.

Hoofdstuk 1: Welke grote veranderingen ondergaan de natuurlijke systemen? En welke stofstromen zijn dan relevant voor de regio?

Hoofdstuk 2: Wat zijn de gevolgen voor de leefomgeving? En welke uitdagingen leveren veranderend klimaat en stofstromen op voor de regio?

Hoofdstuk 3: Hoe kan gebiedsidentiteit bijdragen aan een toekomstbestendige leefomgeving? En welke aanknopingspunten bieden de landschappen in de regio?

De Achterhoek

Stofstromen: CO₂ uitstoot door mobiliteit en industriële processen versterkt klimaatverandering. Uitstoot van stikstofverbindingen door landbouw en mobiliteit hopen op in de bodem, terwijl methaan kan vrijkomen via lekken en fosfaatuitspoeling voorkomt in landbouwgebieden. Dit alles heeft gevolgen voor de geschiktheid voor bepaalde soorten en kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van cruciale mineralen, waterkwaliteit en geschiktheid voor bepaalde soorten.

Leefomgeving: Er is in deze regio risico op wateroverlast door overvloedige regenval. Tegelijk is hier sprake van een open watersysteem, met natuurlijke afwatering i.t.t. bemaalde polders. Deze regio is meer ingericht op het afvoeren van water en heeft tegelijk een toenemend watertekort door grote afhankelijkheid van regenwater. Bij droogte zijn er daardoor grote risico's voor de landbouw en de waterkwaliteit. In combinatie met hitte neemt de waterkwaliteit verder af en wordt de droogte versterkt. Dit vereist ook een aanpak met wateropslag, om meer continuïteit te kunnen garanderen. Verschillende ecosystemendiensten kunnen minder goed worden geleverd.

Gebiedsidentiteit: De stroomruggen, rivierterrassen, kampongtinningen, essen en heideontginningen met bossen kenmerken zich door een karakteristiek divers vestigingspa-

troon. Door eeuwenlange menselijke interventie en veranderingen aan de bodem zijn vruchtbare plekken ontstaan door accumulatie van voedingsstoffen. De inrichting van het cultuurlandschap kan aanknopingspunten bieden voor verdere ontwikkeling, zoals het terugdringen van stikstof en droogte, verwelkomen van Randstad-ontvluchters, thuiswerkers en recreanten, energietransitie, en versterken van de innovatieve saamhorige cultuur van de Achterhoekers.

Rijn-Maasmonding

Stofstromen: CO₂ uitstoot door mobiliteit en industriële processen versterkt klimaatverandering. Uitstoot van stikstofverbindingen door landbouw en mobiliteit hopen op in de bodem, terwijl methaan kan vrijkomen via lekken en fosfaatuitspoeling voorkomt in landbouwgebieden. Dit alles heeft gevolgen voor de geschiktheid voor bepaalde soorten en kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van cruciale mineralen, waterkwaliteit en geschiktheid voor bepaalde soorten. Tegelijk komt hier de uitspoeling uit de bovenstroomse gebieden aan.

Leefomgeving: Deze regio loopt risico op wateroverlast vanuit de zee, de rivieren, regen, en op verschillende plekken zelfs vanuit het grondwater. Doordat het veelal een poldersysteem betreft waar in geval van wateroverlast afvoer niet altijd mogelijk is, vereist dit een aanpak waar berging

REGIOREADER ACHTERHOEK

In dit document vind je relevante achtergrondinformatie gebundeld door de regionale coalitie. Het zijn belangrijke documenten die zij aan jullie willen meegeven, als randvoorwaarde of inspiratie. In dit document zitten [hyperlinks](#) naar de bronbestanden, zoals beleidsstukken en onderzoeken.



REGIOREADER RIJN-MAASMONDING

In dit document vind je relevante achtergrondinformatie gebundeld door de regionale coalitie. Het zijn belangrijke documenten die zij aan jullie willen meegeven, als randvoorwaarde of inspiratie. In dit document zitten [hyperlinks](#) naar de bronbestanden, zoals beleidsstukken en onderzoeken.



een optie is. De regio is voor water afhankelijk van de aanvoer vanuit de grote rivieren. Bij droogte zijn er daarvoor grote risico's voor de landbouw en de waterkwaliteit. Hierdoor kan de indringing van zout zeewater over de rivierbodems steeds verder reiken en tegelijk kan de zoute kwel toenemen. Hitte is een grote uitdaging voor stad en land, met het hitte-eiland in de steden en industriële gebieden en afnemende waterkwaliteit en natuurwaarde daarbuiten. Verschillende ecosysteemdiensten kunnen dan minder goed worden geleverd.

Gebiedsidentiteit: De Maasmonding kenmerkt zich door een sterk verstedelijkt landschap gebouwd op klei- en veenpolders en zand met sterk menselijk ingrijpen. Waar de dynamiek van de rivier lange tijd een vormende kracht was, en een bron van internationale handel en diensten op gebied van waterbeheer, is dat nu wat minder het geval. Er liggen grote uitdagingen richting de toekomst van deze sterk verstedelijkte regio in de delta, die wellicht met een nieuwe aandacht voor de getijden en het water het hoofd kunnen worden geboden.

Oostelijk Flevoland

Stofstromen: CO₂ uitstoot door mobiliteit en industriële processen versterkt klimaatverandering. Uitstoot van stikstofverbindingen door landbouw en mobiliteit hopen op in de bodem, terwijl methaan kan vrijkomen via lekken en fosfaatuitspoeling voorkomt in landbouwgebieden. Dit alles heeft gevolgen voor de geschiktheid voor bepaalde soorten en kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van cruciale mineralen, waterkwaliteit en geschiktheid voor bepaalde soorten.

Leefomgeving: Deze regio loopt met name risico op wateroverlast vanuit regen en grondwater. (mogelijk ook vanuit de rivieren, via het IJsselmeer en het Markermeer) Als droogmakerij met hoofdzakelijk een klei en zandbodem betreft ook dit een poldersysteem, waar water niet via vrij verval kan worden afgevoerd, wat weer eisen stelt aan de bergingscapaciteit bij hoge regenval. Verzilting is op termijn een bedreiging voor deze vruchtbare grond.

Hoofdstuk 3: Deze 20e eeuwse droogmakerij is ingericht op rationele wijze, heeft de vruchtbaarste landbouwgrond van Nederland en is nog steeds voor een groot deel Rijkseigendom. Het gebied kent een sterke pionierscultuur, waarbij men nooit terugschrikt voor het opnieuw inrichten en inzetten van de ruimte voor nieuwe doelen, of dit nu nieuwe natuur is of de volgende generatie woningen of landbouwinnovatie.

Midden Zeeland

Stofstromen: CO₂ uitstoot door mobiliteit en industriële processen versterkt klimaatverandering. Uitstoot van stikstofverbindingen door landbouw en mobiliteit hopen op in de bodem, terwijl methaan kan vrijkomen via lekken en fosfaatuitspoeling voorkomt in landbouwgebieden. Dit alles heeft gevolgen voor de geschiktheid voor bepaalde soorten en kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van cruciale mineralen, waterkwaliteit en geschiktheid voor bepaalde soorten. Tegelijk komt hier de uitspoeling uit de bovenstroomse gebieden aan. Omdat de Zeeuwse landbouw grotendeels uit akkerbouw bestaat i.p.v. veeteelt, zijn hier andere stikstofmaatregelen nodig dan in veel andere delen van Nederland.

Leefomgeving: Deze regio loopt risico op wateroverlast vanuit de zee, de rivieren, regen, en op verschillende plekken zelfs vanuit het grondwater. Doordat het veelal een poldersysteem betreft waar in geval van wateroverlast afvoer niet altijd mogelijk is, vereist dit een aanpak waar berging een optie is. Bij droogte zijn er grote risico's voor de landbouw en de waterkwaliteit. Hierdoor kan de indringing van zout zeewater steeds verder reiken en tegelijk kan de zoute kwel toenemen. Dit vereist ook een aanpak met wateropslag, om meer continuïteit te kunnen garanderen. Hitte is een uitdaging met het hitte-eiland effect in de bebouwde gebieden en afnemende waterkwaliteit daarbuiten. Verschillende ecosysteemdiensten kunnen minder goed worden geleverd.

Gebiedsidentiteit: Het schiereiland Midden-Zeeland ontstond door

gaandeweg inpolderen van droogvallende gebieden van jonge zeeklei tussen de oude eilanden in, zoals Walcheren. De akkerbouw en fruitteelt is sterk vertegenwoordigd in de regio, waar verzilting en droogte ook steeds meer optreedt. In andere delen van Zeeland experimenteert men al met zilte teelten. Daarnaast is de regio ook al lange tijd sterk in chemie en toerisme. Karakteristieke elementen in het landschap zijn zeearmen, zandplaten, slikken, schorren, dijken, duinen, polders en kreken.



Bibliografie

Aan de Brugh, M. & Wassens, R. (2022, July 24). Een volgende crisis dient zich aan: de kwaliteit van Nederlandse wateren is slecht en verbetert amper. NRC. <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/07/24/na-de-stikstofcrisis-volgt-straks-ook-de-waterkwaliteitscrisis-a4137254>

Atelier-Groenblauw. (n.d.). Urban green-blue grids for sustainable and resilient cities. Retrieved July 28, 2022, from <https://www.urbangreenbluegrids.com/>

Atlas Leefomgeving. (n.d.). Hoe goed is Nederland beschermd tegen het water? | Atlas Leefomgeving. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.atlasleefomgeving.nl/nieuws/hoe-goed-is-Nederland-beschermd-tegen-het-water%3F#:~:text=De%20zeespiegelstijging%20langs%20de%20Nederlandse,al%20bereikt%20worden%20rond%202050>

Bakker, M. (2021a, May 21). Hoe zelfs de machtigste eiken door stikstof en droogte ten onder dreigen te gaan. 'Het is alsof ze leven op McDonald's-eten.' De Volkskrant. <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/hoe-zelfs-de-machtigste-eiken-door-stikstof-en-droogte-ten-onder-dreigen-te-gaan-het-is-alsof-ze-leven-op-mcdonald-s-eten~bcb21c8f/>

Bakker, M. (2021b, May 21). Hoe zelfs de machtigste eiken door stikstof en droogte ten onder dreigen te gaan. 'Het is alsof ze leven op McDonald's-eten.' De Volkskrant. <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/hoe-zelfs-de-machtigste-eiken-door-stikstof-en-droogte-ten-onder-dreigen-te-gaan-het-is-alsof-ze-leven-op-mcdonald-s-eten~bcb21c8f/>

Barthel, S., Colding, J., Ernstson, H., Erixon, H., Grahn, S., Kärsten, C., Marcus, L., & Torsvall, J. (2013). Principles of Social-Ecological Urbanism - Case Study: Albano Campus, Stockholm.

Bijleveld, M. M., Bergsma, G. C., & Nusselder, S. (2016). Circulaire economie: een belangrijk instrument voor CO2-reductie. CE Delft.

Bodelier, R. (n.d.). Oneindige groei op een eindige planeet – het kan | De Volkskrant. Retrieved August 7, 2022, from <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/oneindige-groei-op-een-eindige-planeet-het-kan-b3eb21e4/>

Braakman, J. (2020). Landbouwgerelateerde lachgas-uitstoot stijgt - Food & Agribusiness. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.foodagribusiness.nl/landbouwgerelateerde-lachgas-uitstoot-stijgt/>

Breman, B., Nieuwenhuizen, W., Dirkx, J., Pouwels, R., de Knecht, B., de Wit, E., Roelofsen, H., van Hinsberg, A., van Egmond, P., & Maas, G. (2022). Natuurverkenning 2050–Scenario Natuurinclusief. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

Bruggemann, W., Dammers, E., van den Born, G. J., Rijkens, B., van Bommel, B., Bouwman, A., Nabielek, K., Beersma, J., van den Hurk, B., & Polman, N. B. P. (2013). Deltascenario's voor 2050 en 2100: nadere uitwerking 2012-2013. Deltares.

CASA. (n.d.). CODE ROOD – CASA. Retrieved August 2, 2022, from <https://casa-arnhem.nl/event/code-rood/>
CBS. (n.d.). Hoe groot is onze broeikasgasuitstoot? Retrieved September 28, 2022, from <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot-wat-is-het-doel>

College van Rijksadviseurs. (n.d.). NL2100. Retrieved September 28, 2022, from <https://nl2100.nl/>

Climatelier. (n.d.). Climatelier. Retrieved September 8, 2022, from <http://climatelier.net/>

Deltares. (n.d.). Klimaatbestendige Stad Toolbox. Retrieved July 28, 2022, from <https://kbstoolbox.nl/nl/>

Deltares, BoschSlabbers, Sweco (2021), Op waterbasis: grenzen aan de maakbaarheid van ons water-en bodem-systeem. Delft: BoschSlabbers & Sweco.

Erismann, J. W., Strootman, B., Bastmeijer, K., Jongeneel, R., Poppe, K., van den Wittenboer, S., & van Dorp, M. (2021). Naar een ontspannen Nederland: hoe het oplossen van de stikstofproblematiek via een ruimtelijke benadering een hefboom kan zijn voor het aanpakken van andere grote opgaven en zo een nieuw perspectief kan opleveren voor het landelijk gebied.

European Commission. (n.d.). F.A.Q. - Environment - European Commission. Retrieved August 2, 2022, from https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/faq_nl.htm

Gemeente Amsterdam. (n.d.). Klimaatadaptatie. Retrieved August 2, 2022, from <https://maps.amsterdam.nl/klimaatadaptatie/>

Gemeente Midden-Delfland. (2022). Duurzaam Boer Blijven by Gemeente Midden-Delfland - Issuu. https://issuu.com/gemeentemiddendelfland/docs/duurzaam_boer_blijven

Geissler, B., Hermann, L., Mew, M. C., & Steiner, G. (2018). Striving toward a circular economy for phosphorus: The role of phosphate rock mining. *Minerals*, 8(9), 395.

Hamilton, C. (2017). *Defiant earth: The fate of humans in the Anthropocene*. John Wiley & Sons.

Heerink, M. (2021, December 11). Milieuvvervuilers wees gewaarschuwd, daar komen de methaanjagers | RTL Nieuws. RTL Nieuws. <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/5272890/methaanjagers-uitstoot-klimaat-methaan-co2-sterker-broeikas>

Hoenders, J. (n.d.). Hoe een middeleeuws genie ons kan helpen droge voeten te houden - EenVandaag. Retrieved August 28, 2022, from <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/hoe-een-middeleeuws-genie-ons-kan-helpen-droge-voeten-te-houden/>

Hofman, L. (2013, October 23). Waarom wachten de Saharanen zo lang op een referendum? - De Correspondent. De Correspondent. <https://decorrespondent.nl/225/waarom-wachten-de-saharanen-zo-lang-op-een-referendum/10652917275-7a2266d9>

Hoogheemraadschap van Delfland. (n.d.). Fosfaat terugwinnen uit afvalwater - Delfland. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.hhdelfland.nl/ontdek-werk/water-zuiveren/grondstoffen/fosfaat-terugwinnen/>

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. (n.d.). Afkoppelen - HDSR. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.hdsr.nl/werk/werken-we-samen/rioolwaterzuivering/afkoppelen/>

HvA. (n.d.). Publicatielijst - HvA. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/contentgroep/klimaatbestendige-stad/publicaties/publicaties.html>

IEA. (2019). 2019 global status report for buildings and construction. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>

Jansen, H. (n.d.). Waarom spoelen we de wc door met kraanwater? - OneWorld. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/waarom-spoelen-we-de-wc-door-met-kraanwater/>

Janssen, J. (n.d.). (22) Post | Feed | LinkedIn. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6946377644196171777/>

Klimaat-effectatlas. (n.d.). Kaartviewer - Klimaat-effectatlas. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>

KNMI. (n.d.). KNMI - Broeikasgas methaan. Retrieved August 3, 2022, from <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/broeikasgas-methaan>

KNMI. (2021). KNMI - KNMI Klimaatsignaal'21. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>

KNMI. (n.d.). KNMI - Klimaat-effecten van methaan. Retrieved August 9, 2022, from <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/klimaat-effecten-van-methaan>

KNMI. (n.d.). KNMI - Lachgas – niet alleen om te lachen. Retrieved August 9, 2022, from <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/lachgas-niet-alleen-om-te-lachen>

Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., & Okem, A. (2022). Climate Change 2022 Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. www.ipcc.ch

Latour, B. (2017). *Facing Gaia: Eight lectures on the new climatic regime*. John Wiley & Sons.

Lenzholzer, S. (2015). *Weather in the City-how design shapes the urban climate*. Nai 010 Uitgevers/Publishers.

Lovelock, J. (2019). *Novacene: The coming age of hyperintelligence*. Mit Press.

Nature Today. (n.d.). Nature Today | Droogte onder en boven de grond. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=29213>

Natuurmonumenten. (n.d.). Onderzoek naar effecten van chronische droogte op de Veluwe natuur | Natuurmonumenten. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/nationaal-park-veluwezoom/nieuws/onderzoek-naar-effecten-van-chronische-droogte-op>

NRC. (n.d.). #182 Wat bomen ons over het klimaat vertellen - NRC Onbehaarde Apen | Podcast op Spotify. Retrieved September 28, 2022, from <https://open.spotify.com/episode/6BsTYKgFcddoXd49Aco2EE?si=4527adcb-713409c&nd=1>

PBL. (n.d.-a). Kleine kansen, grote gevolgen | PBL Planbureau voor de Leefomgeving. Retrieved August 28, 2022, from <https://themasites.pbl.nl/o/risico-overstromingen/>

PBL. (n.d.-b). Stikstof: ruimte voor perspectief | PBL Planbureau voor de Leefomgeving. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.pbl.nl/publicaties/stikstof-ruimte-voor-perspectief>

Provincie Noord-Brabant. (n.d.). Wat is hittestress? - Klimaatadaptatie Provincie Noord-Brabant. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.klimaatadaptatiebrabant.nl/k/n442/news/view/2849/2775/wat-is-hittestress.html>

Rijksdienst-voor-het-Cultureel-Erfgoed. (n.d.-a). Agrarische landschappenkaart | Bronnen en kaarten | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/agrarische-landschappenkaart>

Rijksdienst-voor-het-Cultureel-Erfgoed. (n.d.-b). Histland | Bronnen en kaarten | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/histland>

Rijksdienst-voor-het-Cultureel-Erfgoed. (n.d.-c). Panorama Landschap | Bronnen en kaarten | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/panorama-landschap>

Rijksdienst-voor-het-Cultureel-Erfgoed. (n.d.-d). Water en klimaat | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Retrieved August 2, 2022, from <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/water-en-klimaat>

Rijksoverheid. (n.d.). Maatregelen bij droogte | Droogte en hitte | Rijksoverheid.nl. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/droogte-en-hitte/maatregelen-watertekort-droogte>

RTL Nieuws. (n.d.). Officieel watertekort in Nederland, droogte houdt ook komende weken aan | RTL Nieuws. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/politiek/artikel/5324835/officieel-watertekort-nederland-droogte-houdt-ook-komende-weken-aan>

RIVM. (n.d.-a). Luchtverontreiniging | RIVM. Retrieved August 3, 2022, from <https://www.rivm.nl/klimaat-en-gezondheid/luchtverontreiniging>

RIVM. (n.d.). Stikstof. Retrieved July 26, 2022, from <https://www.rivm.nl/stikstof>

RIVM. (n.d.-b). Stikstof - Stikstofoxiden (NOx). Retrieved July 26, 2022, from <https://www.rivm.nl/stikstof/stikstofoxiden-nox>

Schreuder, A. (n.d.-a). Tekort aan drinkwater uit de Maas dreigt - NRC. Retrieved July 28, 2022, from <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/06/23/tekort-drinkwater-uit-maas-dreigt-a4134542>

Schreuder, A. (2022, July 12 -b). Hier kun je zien wat stikstof doet. Over het Diemberbos, een nachtmerrie voor ecologen. NRC. <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/07/12/hier-kun-je-zien-wat-stikstof-doet-over-het-diemberbos-een-nachtmerrie-voor-ecologen-a4136294>

Schreuder, A. (n.d.-c). Waterbedrijven: binnen enkele jaren dreigt tekort aan drinkwater - NRC. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/09/25/waterbedrijven-tekort-aan-drinkwater-dreigt-a4143156>

Schreuder, A. (n.d.-d). Waterbedrijven: 'Laat drinkwater niet de volgende crisis worden' - NRC. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/09/25/laat-drinkwater-niet-de-volgende-crisis-worden-2-a4143134>

Siegmund, P. Overbeek, B. Van Oldenborgh, G.J., De Vries, H., Haarsma, R., Bloemendaal, N., Dullaart, J., Van Dorland, R., Drijfhout, S., Le Bars, D., Bintanja, R., Pot, C., Skyllas, N., Lenderink, G., Groenland, R., Haklander, A., Van der Wiel, K., Wichers Schreur, B.. (2021). KNMI Klimaatsignaal '21 - Hoe het klimaat in Nederland snel verandert.

Stadsgenese. (n.d.). Home -. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.stadsgenese.nl/>

STOWA. (2020, August 26). Chemisch verwijderd fosfaat terugwinnen via magnetische scheiding | STOWA. <https://www.stowa.nl/nieuws/chemisch-verwijderd-fosfaat-terugwinnen-magnetische-scheiding>

Tian, H., Xu, R., Canadell, J. G., Thompson, R. L., Winiwarter, W., Suntharalingam, P., Davidson, E. A., Ciais, P., Jackson, R. B., & Janssens-Maenhout, G. (2020). A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature*, 586(7828), 248–256.

Tielbeke, J., & de Vos, E. (n.d.). Vervuilde vennen en boerende koeien – De Groene Amsterdammer. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.groene.nl/artikel/vervuilde-vennen-en-boerende-koeien>

Tönjes, J. (2019). Topbodem › ‘Terugwinnen fosfaat uit rioolwater maakt import kunstmest bijna overbodig’ | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers. <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/192115-terugwinnen-fosfaat-uit-rioolwater-maakt-import-kunstmest-bijna-overbodig/>

Topsector Energie. (n.d.). Koudevraag in Nederland en Europa | Topsector Energie. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/factsheets-koudetechnieken/koudevraag-in-Nederland>

Urban Nature Atlas. (n.d.). Urban Nature Atlas. Retrieved July 28, 2022, from <https://una.city/>

Van den Born, G. J., Kragt, F., Henkens, D., Rijken, B., van Bommel, B., van der Sluis, S., Polman, N., Bos, E. J., Kuhlman, T., & Kwakernaak, C. (2016). Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied: beleidsstudie. Planbureau voor de Leefomgeving.

Van Dam, F., Pols, L. & Elzenga. (2019). Zorg voor landschap Naar een landschapsinclusief omgevingsbeleid. <https://www.pbl.nl/publicaties/zorg-voor-landschap>

van den Heuvel, F. (n.d.). Je toilet doorspoelen met drinkwater, kan dat nog anno 2022? ‘Het is als tandenpoetsen met champagne’ | Eindhoven | ed.nl. Retrieved September 28, 2022, from <https://www.ed.nl/eindhoven/je-toilet-doorspoelen-met-drinkwater-kan-dat-nog-anno-2022-het-is-als-tandenpoetsen-met-champagne-af2e479d/>

Van Duinen, G.-J., Fritz, C., & Couwenberg, J. (2015). Effecten van herstelmaatregelen op vastlegging en emissie van broeikasgassen in de Deurnsche Peel en Mariapeel Monitoring ecosysteemdiensten Life+ Peelvenen.

van Heusden W, Sluiter H, Tijnagel M, Vercrujssse W, & Zuidhof A. (2021). ECOLOGISCHE SYSTEEMOPGAVE PAGW-RIVIEREN Naar klimaatbestendige robuuste riviernatuur in 2050.

Van Hinsberg, A., van Egmond, P., Pouwels, R., Dirkx, G. H. P., & Breman, B. C. (2020). Referentiescenario's Natuur: Tussenrapportage Natuurverkenning 2050. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Van der Stelt, M. (n.d.). HU Stories: Biovergister | Hogeschool Utrecht. Retrieved August 3, 2022, from <https://www.hu.nl/hustories/biovergister>

Vellinga, T. (n.d.). Methaan - WUR. Retrieved August 3, 2022, from <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Methaan-1.htm>

Vink, M., & van Hinsberg, A. (2019). STIKSTOF IN PERSPECTIEF Policy Brief-Martijn Vink en Arjen van Hinsberg.

Vonk, M., Vos, C. C., & van der Hoek, D. C. J. (2010). Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur (Issue 500078002). Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

VPRO. (n.d.). Louise Vet, strijder voor biodiversiteit - tegenlicht - VPRO. Retrieved August 28, 2022, from <https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/kijk/podcast/2021/Louise-Vet--strijder-voor-biodiversiteit.html>

Wolters, H. A., van den Born, G. J., Dammers, E., & Reinhard, S. (2018). Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017. Utrecht: Deltares.

World Bank. (2021). A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience. World Bank.

WUR. (n.d.). Alle bodemgegevens van Nederland gratis als open data beschikbaar - WUR. Retrieved August 5, 2022, from <https://www.wur.nl/nl/nieuws/alle-bodemgegevens-van-nederland-gratis-als-open-data-beschikbaar.htm>

Vereniging Deltametropool
Museumpark 25
3015 CB Rotterdam

Postbus 600
3000 AP Rotterdam

+3110 737 0340
www.deltametropool.nl
mariana.faver@deltametropool.nl

**vereniging
delta —
metropool**