Tekst bij bollenschema Natuur



# Het wordt warmer

verandering migratiepatronen trekkende soorten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Een aantal noordelijke soorten overwintert niet meer – of in lager aantal – in Nederland. Tegelijkertijd blijft een groter deel van de Nederlandse broedvogels in Nederland of trekt minder ver weg. De belangrijkste kennisleemte zijn cumulatieve effecten. Voor trekvogels in de Waddenzee zijn dat bijvoorbeeld mogelijke mismatches tussen trekvogel en voedselbron, sterfte van voedselbronnen door hittegolven, etc. Schelpdieren in de Waddenzee zijn een belangrijke voedselbron voor trekvogels. Deze kunnen massaal sterven tijdens een hittegolf. Onderzoek naar migratiepatronen en broedsucces van ruim 100 Europese trekvogels liet zien dat soorten die zich aanpasten aan zachte winters het beter deden dan soorten die zich niet aanpasten (zoals bijv. de grutto).

**Relatie met andere sectoren** -

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Goede bescherming van hoogwatervluchtplaatsen in de Waddenzee en de Delta zorgt voor minder verstoring en daarmee voor minder energieverlies tijdens voorjaars- en najaarstrek.

*Bronnen*[Rijke Waddenzee, effecten klimaatverandering op vogels, maart 2020](https://rijkewaddenzee.nl/wp-content/uploads/2020/04/Effecten-van-klimaatverandering-op-vogels-in-het-Waddengebied.pdf)
[PBL, effecten-van-klimaatverandering, 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Bureau Stroming&WUR, klimaatverandering en natuur, aug 2014](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2017-02/Rapportage%20Klimaatrisico%20Natuur%20def%20140909.pdf)

## Afname gebruik strooizout



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De totale oppervlakte van alle wegbermen in Nederland bedraagt ongeveer 52.000 ha, zo’n 1,24% van ons landoppervlak. Soortenrijke, bloemrijke bermen zijn een leefgebied voor tal van dier- en plantensoorten. Daarnaast spelen bermen een belangrijke rol in de ecologische infrastructuur. Als lintvormig element vormen ze verbindingen tussen natuurgebieden waardoor de migratiemogelijkheden van planten en dieren worden verbeterd. Als zodanig hebben wegbermen een belangrijke functie binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

De effecten van strooizout op de natuur zijn vooral lokaal, in bermen en de directe omgeving. Hoe ver de effecten merkbaar zijn is onzeker; schattingen variëren van 1-2 meter tot 170 meter. Bomen krijgen een vorm van droogteschade. Vogels kunnen bij vorst lastiger water vinden en drinken dan (zout) water langs bestrooide wegen. Daar kunnen ze slecht tegen en er kan zoutvergiftiging optreden. Een ander effect is dat planten van zilte en zoute milieus zich verspreiden langs snelwegen.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding, infrastructuur en gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening. Het zout bereikt op termijn het grondwater. Het wordt gebruikt voor de infrastructuur, om wegen veilig te houden, ook binnen de gebouwde omgeving.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Er lijken geen aantrekkelijke alternatieven voor zout.

*Bronnen*[Vakblad natuur, bos en landschap, stelling strooizout funest voor natuur, feb 2020](https://edepot.wur.nl/132660)
[Eureco advies, bermen, nov 2020](https://eurecoadvies.nl/onderzoek/overige-biotopen/bermen/)

Soortensamenstelling en aantalsverhoudingen veranderen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Zachte winters hebben allerlei effecten. In zijn algemeenheid verschijnen zuidelijke soorten die strenge winters niet overleven en krijgen noordelijke soorten het moeilijker. Zo hebben bepaalde noordelijke planten een winter nodig met temperaturen onder nul voor hun zaden kunnen kiemen. Maar effecten zijn complexer en niet alleen gerelateerd aan de temperatuur. Na een zachte winter zijn bepaalde soorten insecten juist minder talrijk (o.a. vlinders en zweefvliegen), omdat hun poppen en/of eieren zijn beschimmeld door een te hoge luchtvochtigheid. Effecten zijn divers en complex en veel is nog niet bekend.

**Relatie met andere sectoren**Mogelijk vestigen zich nieuwe plaagsoorten met effect op de sector landbouw. Dit is in ieder geval bekend van boktorren in Noord-Amerika die grote schade toebrengen aan de bosbouw. Er is eveneens een relatie met de sector gezondheid. Er kunnen zich nieuwe ziekteverwekkers vestigen, zo heeft het West Nijl virus o.a. zachte winters en hete zomers nodig. Daarnaast profiteren teken (Lyme) en eikenprocessierupsen van zachte winters. Het gevolg op de sectoren gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening staat los van de sector natuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Monitoring van ziekten en plaagorganismen kan helpen in een vroeg stadium een probleem te herkennen. Snelle bestrijding kan helpen, hoewel in veel gevallen bestrijding niet of nauwelijks haalbaar of effectief is.

*Bronnen*[Nemo kennislink, verschuivingen areaalgrenzen insecten, 2003](https://www.nemokennislink.nl/publicaties/verschuivingen-van-areaalgrenzen-van-insecten-onder-invloed-van-een-veranderend-klimaat/)

[Annals of botany, plants and climate change, nov 2015](https://academic.oup.com/aob/article/116/6/849/162145)

[RIVM, presentatie Chantal Reusken](https://www.rivm.nl/sites/default/files/2019-04/Chantal%20Reusken%20-%20Van%20scenario%20naar%20werkelijkheid_belang%20van%20One%20Health%20surveillance.pdf)

[WUR, dossier eikenprocessierups, nov 2020](https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Eikenprocessierups.htm)

[VBNE, klimaatverandering en ziekten en plagen in het bos, dec 2019](https://www.vbne.nl/Uploaded_files/Zelf/werkschuurbijeenkomst-klimaatverandering-en-ziekten-en-plagen-in-het-bos.c9f7ae.pdf)

## Verschuiving, toe- en afnames en uitsterven soorten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Er is heel veel literatuur die laat zien dat planten reageren op het eerder beginnen van het groeiseizoen. Ook het meebewegen van planten met verschuivende klimaatzones is goed gedocumenteerd. Een aantal soorten lijkt weinig last te hebben van verschuiving van klimaatzones, maar dat blijkt te gaan om soorten met een groot adaptief vermogen en het betreft geen genetische aanpassing. Er is berekend dat bij een verdere temperatuurstijging van 3-4 graden Nederland te warm zou worden voor 500 plantensoorten (40% van het totaal) en geschikt zou worden voor 1000 zuidelijke soorten. Een duidelijke kennisleemte is het effect op ontkieming en kiemkracht van planten als gevolg van temperatuursveranderingen (maar ook bijv. neerslagveranderingen) gedurende het jaar.

Verschillende zuidelijke diersoorten hebben hun areaal flink naar het noorden uitgebreid (o.a. wespspin, zuidelijke glazenmaker, zuidelijke keizerlibel, sikkelsprinkhaan, franse veldwesp, eikenprocessierups, etc.). In de meeste gevallen is duidelijk dat deze verschuiving heeft te maken met klimaatverandering, maar vaak is onzeker welk effect (zachte winter, droge zomer, vroeger groeiseizoen, …) welke verschuiving veroorzaakt. Niet elke zuidelijke soort profiteert echter. Zo kunnen hogere temperaturen leiden tot dichtere vegetaties die verrassend genoeg een kouder microklimaat hebben waardoor bijv. eieren van insecten niet uitkomen.

Ruim 7% van de kenmerkende soorten in Nederland is koudeminnend en loopt het risico te verdwijnen, m.n. soorten van natte heide en hoogveen, zandverstuivingen, bos van arme zandgronden en natte graslanden.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector gezondheid: er kunnen zich nieuwe ziekteverwekkers vestigen, zo heeft het West Nijl virus o.a. zachte winters en hete zomers nodig. Ook teken (en Lyme) kunnen profiteren van warme winters en een vroegere start van de lente.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het verbinden van natuurgebieden middels robuuste verbindingszones helpt minder mobiele soorten om mee te bewegen met het verschuiven van klimaatzones. Ook het verbeteren van de milieucondities (herstel hydrologie, verminderen stikstof, etc.) maakt de natuur robuuster. Verder zou onderzocht kunnen worden of het mogelijk is om natuurdoelen, die door klimaatverandering niet haalbaar zijn naar beneden bij te stellen en of uitbreidings- of verbeterdoelen die niet op een andere manier gehaald kunnen worden buiten de Natura 2000-gebieden te realiseren.

*Bronnen*[PBL, effecten van klimaatverandering, 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)

[Nemo kennislink, verschuivingen areaalgrenzen insecten, 2003](https://www.nemokennislink.nl/publicaties/verschuivingen-van-areaalgrenzen-van-insecten-onder-invloed-van-een-veranderend-klimaat/)

[Annals of botany, plants and climate change, nov 2015](https://academic.oup.com/aob/article/116/6/849/162145)

[Nature Today, voor 40% plantensoorten wordt NL te warm, 9 aug 2018](https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24544)

[Nature Today, zuidelijke keizerlibel profiteert, 8 okt 2020](https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?utm_source=newsletter&utm_medium=e-mail&utm_campaign=user-mailing&msg=26769)

[Nu.nl, klimaatvraag gevolgen klimaatverandering op natuur, 10 mei 2019](https://www.nu.nl/weekend/5886039/klimaatvraag-wat-zijn-de-gevolgen-van-klimaatverandering-voor-de-natuur.html)

## Mismatch in de voedselketen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Vaak wordt de bonte vliegenvanger genoemd als voorbeeld van een mismatch. De theorie is als volgt: doordat bomen eerder uitlopen en insectenpieken vroeger optreden is de bonte vliegenvanger te laat terug uit de overwinteringsgebieden in Afrika. De soort blijkt echter eerder terug te keren en eerder te gaan broeden en er is geen sprake van een afname van de aantallen. Toch zijn er wel degelijk mismatches. Zo is de sneeuwhaas perfect gecamoufleerd: wit in de winter en bruin in de zomer. Maar het wisselen van de haren kan het korter worden van de winter niet bijhouden. Ook blijken kool-, pimpel- en zwarte mezen hun broedtijd onvoldoende te kunnen vervroegen om optimaal van de rupsenpiek te kunnen profiteren. Andere voorbeelden betreffen de broedtijd van een aantal zeevogels die de piek van spiering mist en de relatie tussen getijdenschaaldieren en planktonbloei.

**Relatie met andere sectoren**Mismatches kunnen effect hebben of aantallen van soorten. Daarmee is een relatie met de sector landbouw (plaagorganismen worden niet meer in toom gehouden) en visserij (andere soortensamenstelling) voorstelbaar.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het verbinden van natuurgebieden middels robuuste verbindingszones helpt minder mobiele soorten om mee te bewegen met het verschuiven van klimaatzones. Ook het verbeteren van de milieucondities (herstel hydrologie, verminderen stikstof, etc.) maakt de natuur robuuster.

*Bronnen*
[Clo.nl, bonte vliegenvanger en klimaatverandering, 2014](https://www.clo.nl/indicatoren/nl111610-bonte-vliegenvanger-en-klimaatverandering)

[Rijke Waddenzee, effecten klimaatverandering op vogels, maart 2020](https://rijkewaddenzee.nl/wp-content/uploads/2020/04/Effecten-van-klimaatverandering-op-vogels-in-het-Waddengebied.pdf)

[Sciencemag, color changing hare and climatechange, april 2013](https://www.sciencemag.org/news/2013/04/color-changing-hare-cant-keep-climate-change)

[Wikipedia, mismatch, nov 2020](https://en.wikipedia.org/wiki/Match/mismatch)

[PBL, effecten van klimaatverandering, 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)

[Bureau Stroming&WUR, klimaatverandering en natuur, aug 2014](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2017-02/Rapportage%20Klimaatrisico%20Natuur%20def%20140909.pdf)

Mogelijke toename van ziekteverwekkers in water (zoals blauwalg en botulisme)

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
Het aantal klachten over problemen met waterkwaliteit (vissterfte, botulisme en blauwalgen) was in de hete zomers van 2018 en 2019 2-5x zo hoog als in de minder hete jaren 2012-2015. Blauwalg en botulisme ontstaan bij een watertemperatuur boven de 20C. Botulisme zorgt o.a. voor sterfte bij watervogels en vissen. Of deze effecten blijvend op populatieniveau doorwerken is niet duidelijk.

**Relatie met andere sectoren**De sector waterhuishouding kan het risico op blauwalg en botulisme lokaal verkleinen. Botulisme kan in de sector landbouw leiden tot sterfte van koeien, bijv. doordat kadavers van dode vogels in voerkuilen of drinkwaterreservoirs terecht komen. Ook is er een relatie met de sectoren gezondheid en recreatie en toerisme. Zwemmen in water met blauwalgen kan gezondheidsklachten opleveren. Meestal verdwijnen de klachten vanzelf. Dit geldt overigens niet voor honden. Ook recreatievaart kan last hebben van stinkende blauwalgen.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Om het risico op blauwalg te verkleinen kan het nodig zijn inrichting (verdiepen wateren) of het beheer (meer doorstroming) aan te passen.

*Bronnen*[h2owaternetwerk, opwarming stadswateren, mei 2020](https://www.h2owaternetwerk.nl/images/2020/Mei/H2O-Online_200525_Opwarming_stadswateren.pdf)

[Veeteeltvlees.nl, botulisme en rundveesterfte, juli 2020](https://veeteeltvlees.nl/nieuws/gezondheid/2020/botulisme-alweer-oorzaak-van-massale-rundveesterfte)

[Zwemwater.nl, blauwalgen, nov 2020](https://www.zwemwater.nl/blauwalgen)

[Kennis voor Klimaat, kennis & waterkwaliteit, 2011](https://edepot.wur.nl/183409)

[Doggo.nl, is blauwalg gevaarlijk voor hond, nov 2020](https://www.doggo.nl/artikelen/recreatie/is-blauwalg-gevaarlijk-voor-je-hond/)

[Kennisportaal Klimaatadaptatie, waterkwaliteit, nov 2020](https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/waterkwaliteit/)

## Verschuiving richting warmteminnende aquatische soorten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Bij een hogere watertemperatuur kan water minder zuurstof bevatten. Dit gebeurt al langs de kust en in de rivieren, maar heeft nog niet geleid tot kritieke situaties, mogelijk mede doordat de waterkwaliteit in dezelfde periode is verbeterd.

In de Noordzee zijn veel soortengroepen (van zoöplankton tot sommige vissoorten) van gematigde gebieden toegenomen en subarctische soorten afgenomen. Door warmer water en afname van de predatiedruk door intensieve visserij op grotere vissen hebben vooral kleine zuidelijke vissoorten hun leefgebied richting Noordzee kunnen uitbreiden. De effecten van selectieve druk door visserij en die van klimaatverandering zijn niet goed uit elkaar te houden.

Bij een analyse van wateren in Utrecht bleek dat in de hete zomer van 2018 de bedekking door drijvende waterplanten toenam. Het aantal ondergedoken planten nam niet af, maar de soortenrijkdom wel doordat snel groeiende soorten zoals grof hoornblad en smalle waterpest, andere soorten verdrongen. Vermoedelijk is dit een effect van het voedselrijker worden van wateren in hete zomers (o.a. door snellere afbraak).

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector waterhuishouding, want dichte begroeiing kan de doorstroming in watergangen belemmeren.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Om wateren klimaatrobuust te maken zijn bron-, inrichtings- en beheermaatregelen nodig. Een belangrijke bronmaatregel is het voorkomen van het direct inspoelen van hemelwater vanaf wegen en andere vervuilde oppervlakten, omdat de nutriënten die meekomen de snelle groei van woekerende planten versterken.

*Bronnen*
[PBL, effecten van klimaatverandering, 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)

[h2owaternetwerk, opwarming stadswateren, mei 2020](https://www.h2owaternetwerk.nl/images/2020/Mei/H2O-Online_200525_Opwarming_stadswateren.pdf)

Toename overlevingskans exoten in de winter

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De meest gebruikte definitie voor exoten is dat dit door de mens geïntroduceerde soorten zijn die Nederland op eigen kracht niet zouden bereiken. Een deel van deze soorten slaagt er in zich in ons land voort te planten en ontwikkelt zich bij gebrek aan natuurlijke vijanden tot een plaag. Soms worden inheemse soorten verdrongen, zoals de Europese rivierkreeft die niet bestand is tegen ziekten die met Amerikaanse rivierkreeften zijn meegekomen. Er is sprake van een relatie tussen invasieve exoten en hogere temperaturen van het oppervlaktewater. De grote waternavel, een exoot die zo kan woekeren dat hele watergangen dichtgroeien, heeft baat bij hogere temperaturen. Een andere soort die mogelijk zal gaan profiteren is de Aziatische tijgermug. Deze uit Zuidoost-Azië afkomstige soort wordt geïmporteerd met bepaalde soorten kamerplanten en in oude autobanden. Er is nog geen sprake van een zich voortplantende populatie, maar bij verdere opwarming valt dat niet uit te sluiten.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding (grote waternavels kunnen zo massaal voorkomen dat ze de doorstroming belemmeren en inheemse planten verdringen) en gezondheid (tijgermuggen kunnen verschillende tropische ziektes overbrengen). Daarnaast is er een relatie met de handel in kamerplanten. Een verband met de sector landbouw, waarbij ook veel dieren en planten internationaal worden verhandeld, is eveneens denkbaar.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Voor potentieel invasieve exoten geldt dat alleen snel en stevig ingrijpen vestiging zou kunnen voorkomen. Bij veel reeds aanwezige soorten zal het niet lukken deze uit te roeien en kan alleen worden geprobeerd de problemen beheersbaar te houden.

*Bronnen*
[RVO.nl, invasieve exoten, nov 2020](https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/beschermde-planten-dieren-en-natuur/invasieve-exoten)

[RIVM, veelgestelde vragen aziatische tijgermug, nov 2020](https://www.rivm.nl/veelgestelde-vragen-over-aziatische-tijgermug)

[Stadsplanten, grote waternavel, nov 2020](https://www.stadsplanten.nl/tag/grote-waternavel/)

[NVWA.nl, factsheet-grote-waternavel, nov 2020](https://www.nvwa.nl/onderwerpen/invasieve-exoten/documenten/plant/planten-in-de-natuur/exoten/risicobeoordelingen/factsheet-grote-waternavel)

Toename smog

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Smog wordt veroorzaakt door ozon, stikstofoxide, fijnstof en zwaveldioxide. Verhoging van de concentraties fijnstof en ozonvorming vinden vooral plaats op warme, zonnige dagen met weinig wind. Smog heeft negatieve effecten op de gezondheid van mens en natuur. Planten groeien trager en worden vatbaarder voor ziektes. Het voorkomen van smog in Nederland is de afgelopen decennia sterk verminderd.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren gezondheid en landbouw. Smog heeft een negatief effect op de gezondheid van mensen, landbouwgewassen en de natuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Door emissiebeperkende maatregelen is de wintersmog uit Nederland verdwenen en komt ook zomersmog (veroorzaakt door ozon) nauwelijks meer voor. M.n. rond fijnstof is nog weinig bekend van de effecten op mens en natuur en zou meer onderzoek gedaan moeten worden.

*Bronnen*
[KNMI.nl, luchtkwaliteit in een warmer klimaat, nov 2020](https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/luchtkwaliteit-in-een-warmer-klimaat)

[RIVM.nl, smog door ozon, nov 2020](https://www.rivm.nl/smog/smog-door-ozon)

[Worldatlas.com, smog effects on environmental-health, 30 juli 2020](https://www.worldatlas.com/articles/smog-and-its-effects-on-environmental-health.html)

[Nature Communications, plant defences and nitrogen, nov 2018](https://www.nature.com/articles/s41467-018-07134-9)

[PBL.nl, een terugblik op smog in Nederland 1960-2010, april 2012](https://www.pbl.nl/publicaties/smog-de-maat-genomen-een-terugblik-op-smog-in-nederland-1960-2010)

Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijke recreatie ruimte

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Veel vogels die broeden op de grond (op heideterreinen, in duinen en op stranden) zijn erg gevoelig voor verstoring door recreanten. Een toename van de recreatie – zowel in tijd als in intensiteit – zal effect hebben op het broedsucces van deze soorten. Verder zal meer recreatie (op water en vanaf land) negatieve effecten hebben op de rust op hoogwatervluchtplaatsen. Deze zijn zeer belangrijk voor steltlopers tijdens de trek. Verschillende soorten planten (o.a. veel duinplanten) zijn zeer gevoelig voor betreding en de daardoor veroorzaakte verdichting van de bodem.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector gezondheid. Meer buitenactiviteiten zijn gezond. Wel kunnen er ook negatieve effecten zijn, zoals meer smog en een grotere kans op Lyme. De recreatiesector kan profiteren van een langer seizoen en een groter aantal recreanten. In de gebouwde omgeving zal extra behoefte komen aan groen en water in en nabij woonkernen.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Aanleg van meer stedelijk groen en ontwikkeling van meer water- en natuurgebieden, bijv. in klimaatbuffers waarin klimaatdoelen, waterdoelen, natuurontwikkeling en recreatie worden gecombineerd.

*Bronnen*[Krijgsveld et al, verstoringsgevoeligheid van vogels, 2008](https://www.buwa.nl/fileadmin/buwa_upload/Bureau_Waardenburg_rapporten/2008_Krijgsveld_verstoring.pdf)

# Het wordt natter

Verandering ecosysteem/verschuiving soorten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Toename van meerdaagse natte periodes wordt vooral in de winter verwacht, d.w.z. meestal buiten het groeiseizoen. Dit is voor de natuur meer een kans dan een bedreiging. Als de extra (winterse) neerslag niet wordt afgevoerd maar vastgehouden, zullen natuurgebieden minder snel verdrogen (hoog Nederland) en minder afhankelijk worden van wateraanvoer vanuit boezems, sloten en andere oppervlaktewateren (laag Nederland). Omdat neerslagwater een betere kwaliteit heeft dan het oppervlaktewater en minder voedselrijk is, zal dit de waterkwaliteit in natuurgebieden ten goede komen.

**Relatie met andere sectoren**Indien er voor wordt gekozen (extra) neerslag niet af te voeren maar langer vast te houden in bestaande of nieuwe klimaatbuffers (in hoog Nederland inzijggebieden; in laag Nederland bergings- of buffergebieden), is er een relatie met de sector landbouw. Immers, (functieverandering naar dergelijke klimaatbuffers kost areaal maar levert minder verdroging, ook in de landbouw. Er is uiteraard ook een relatie met de sector water en ruimte.. Er is ook een positieve relatie tussen “groen” en gezondheid.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Instellen van flexibeler peilbeheer van het oppervlaktewater en grondwater zodat er meer ruimte is voor resp. opslag en inzijging van neerslagwater.
Aanleg/aanwijzing van klimaatbuffers waardoor nieuwe areaal beschikbaar komt voor (grond)waterconservering, natuur en recreatie.
Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)

## Verdrinken groen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Extreme piekbuien, vooral een zomers verschijnsel, zijn kortdurend en lokaal. Grootschalige en langjarige effecten op de natuur zijn daarom niet te verwachten. In afvoerloze laagtes en beekdalen kan water wel enkele dagen tot in uitzonderlijke gevallen weken blijven staan zodat de vegetatie daar “verdrinkt”. Dit is op zichzelf een natuurlijk verschijnsel en na verloop van tijd zal de natuur zich weer herstellen. In theorie kan een laaggelegen refugium voor een zeer zeldzame soort getroffen worden. In zo’n uitzonderlijke situatie kan een eenmalig event wél grote consequenties hebben voor een soort of (sub)populatie die door andere oorzaken al op de rand van uitsterven is gebracht.

**Relatie met andere sectoren**Het lokaal verdrinken van natuurlijke vegetaties heeft geen directe relatie met andere sectoren in die zin dat het voor andere sectoren geen gevolgen heeft. Vanwege andere aspecten, bijv. op het vlak van maatregelen, is er wel een relatie met de sector waterhuishouding, landbouw en gebouwde omgeving.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)

## Toenemende schade aan woningen, en gebouwen en bomen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door windstoten kunnen bomen omwaaien of takken verliezen. In de bebouwde omgeving kan dat gevaarlijke situaties opleveren. Ook zijn solitaire, vaak monumentale bomen zoals die bijv. in stadsparken en als laanbomen worden gekoesterd, vrij kwetsbaar.
In de natuur is windworp een natuurlijk verschijnsel: bomen met een uitgewaaide top zijn favoriet als broedplaats van spechten, onder volledig omgewaaide bomen krijgen lichtminnende soorten een kans. Als grote delen van een bos omwaaien, is sprake van “cyclische verjonging” waarbij onder natuurlijke omstandigheden de bosontwikkeling van voren af aan begint. Vooral uniforme productiebossen met lagere natuurwaarden zijn hiervoor gevoelig.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met recreatie en toerisme, met gezondheid en met veiligheid omdat ook in bosgebieden het omwaaien van bomen of het verlies van zware takken een risico zijn voor recreanten.

Er is ook een relatie met de bebouwde omgeving omdat vallende bomen en takken een probleem opleveren voor de veiligheid.

Vanwege andere aspecten, bijv. op het vlak van maatregelen, is er ook een relatie met de sector waterhuishouding.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**In de natuur zijn geen beheermaatregelen nodig. Wel is het zinvol om, zoals beheerders ook nu al doen, recreanten bij zware storm te waarschuwen voor de risico’s en na een zware storm controles uit te voeren om gevaarlijke situaties op te heffen.

*Bronnen*[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)

Toename erosie en sedimentatie benedenloop

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**In onze rivieren treedt bovenstrooms erosie op en benedenstrooms sedimentatie. Door een toename in de rivierafvoer worden dit versterkt. Erosie is negatief voor de natuur omdat de rivierbodem en het rivierpeil daardoor dalen. Het overstromen van uiterwaarden, wezenlijk voor karakteristieke riviernatuur, treedt daardoor nu al een factor 5 minder op dan vroeger. Het lagere rivierpeil zorgt ook voor een daling van de grondwaterstanden tot op grote afstand van de rivier. Dit is negatief voor de natuur en voor de landbouw.
Een versterkte sedimentatie in de benedenloop heeft, voor zover zich dat in het zomerbed afspeelt, geen gevolgen voor de natuur, omdat dit met extra baggerwerkzaamheden wordt gecompenseerd. Voor zover de sedimentatie tijdens hoogwaters in het winterbed plaatsvindt wordt de natuur wel geraakt maar dit is niet negatief. Sedimentatie in dit deel van het watersysteem is een natuurlijk proces waaraan het ecosysteem is aangepast. De wisselwerking tussen vegetatie en sedimentatie leidt ook – binnen grenzen – tot het gewenste “meegroeien met de zee” en vergroot de klimaatrobuustheid van ons land.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met landbouw (verdroging) en met water en ruimte inclusief vaarwegbeheer.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Tegengaan van (de gevolgen van) bodemdaling van de rivier door het verlagen van zomerkades zodat uiterwaarden eerder overstromen en de hoeveelheid water in het zomerbed bij hogere afvoeren wordt gereduceerd, wat de erosieve kracht van de rivier gedurende een groter deel van het jaar vermindert.
Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)

Frequenter overstromingen buitendijks

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Bij een toename in de rivierafvoer is het in beginsel mogelijk dat uiterwaarden vaker overstromen. In grote delen van het rivierengebied zal dat echter niet zo zijn omdat door erosie van de rivierbodem het rivierpeil steeds lager komt te liggen. Dit effect is sterker dan het eventuele effect van een toegenomen/grilliger rivierafvoer. Op dit moment overstromen de meer bovenstrooms gelegen uiterwaarden al een factor 5 minder dan voorheen. Benedenstrooms kunnen uiterwaarden wel vaker overstromen en dat is gunstig omdat overstromingsdynamiek wezenlijk is voor karakteristieke riviernatuur. Omdat met het water ook sediment naar het winterbed wordt getransporteerd en afgezet, draagt een wat hogere overstromingsfrequentie ook bij aan het gewenste “meegroeien met de zee” en het vergroten van de klimaatrobuustheid van ons land.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met water en ruimte, inclusief vaarwegbeheer.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Verlagen van zomerkades zodat uiterwaarden eerder overstromen, de erosiekracht eerder wordt gespreid over het hele winterbed en daardoor bodemdaling van het zomerbed wordt geremd.
Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen.

Bronnen
[HKV/Deltares/WWF. Ruimte voor Levende Rivieren. Effect grootschalige rivierverruiming op bodemerosie Waal. 2019.](https://flowsplatform.nl/documents/PR3633.20_eindrapport.pdf)
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)

Kansen voor natte natuur

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Grondwaterstanden zijn een resultante van onttrekkingen uit en aanvulling van grondwatervoorraden. Vooral op de zandgronden, waar er geen wateraanvoer vanuit de rivieren is, wordt momenteel in veel jaren (te) veel aan de voorraad onttrokken en (te) weinig aangevuld. Dit laatste komt niet doordat het te weinig regent. Ons land heeft jaarrond een groot neerslagoverschot van 25 – 30 cm maar in het huidige waterbeheer wordt dat snel afgevoerd en onvoldoende benut voor aanvulling van voorraden.
De relatie tussen neerslag en grondwaterstanden loopt ook via de vegetatie. Door klimaatverandering kan verdroging van vegetaties optreden. Daardoor neemt de gewasverdamping af en kan meer water inzijgen in de bodem. Deze terugkoppeling leidt er bijv. toe dat natte duinvalleien in oppervlakte toenemen. Samenvattend: de relatie tussen klimaatverandering, grondwaterstanden en natuur zijn complex maar in alle gevallen heeft het gevoerde waterbeheer grote invloed op uiteindelijke gevolgen voor de natuur.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector landbouw omdat deze veel grondwater onttrekt voor beregening. Ook het snel afvoeren van neerslagoverschotten vindt vooral plaats vanuit het landbouwbelang (snellere start gewasgroei, sneller met machines het land op kunnen). Er is uiteraard ook een relatie met de sector water en ruimte omdat het (grond)waterbeheer en de ruimtelijke inrichting bepalen in hoeverre de natuurlijke dynamiek – ook t.g.v. een veranderend klimaat – ten goede kan komen aan natuur en duurzaam waterbeheer. In het Deltaprogramma wordt overwogen maatregelen de nemen die voorkomen dat meer grondwater wordt onttrokken dan aangevuld. Dit zou gunstig zijn voor de natuur omdat deze minder snel verdroogt en het de gelegenheid biedt om verloren gegane natte laagtes, kwelgevoede geulen en kwelzones aan de voet van hellingen te herstellen of te ontwikkelen.
Tenslotte is er een relatie met drinkwaterproductie omdat ook drinkwaterbedrijven water uit de ondergrond onttrekken en dus gebaat zijn bij een goed voorraadbeheer.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Aanpassing van het waterbeheer zodanig dat grondwatervoorraden weer worden aangevuld, o.a. door de aanleg/aanwijzing van inzijggebieden (klimaatbuffers) en door een ander grondwaterbeheer. Een dergelijk “actief grondwatervoorraadbeheer” is voor de zandgronden al onderdeel van de nieuwe strategie van het Deltaprogramma zoetwater en wordt in dat kader verder uitgewerkt.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Nationaal Deltaprogramma 2021. Synthesedocument Deltaprogramma Zoetwater. 2020.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2020/09/15/dp2021-h2-synthesedocument-zoetwater/DP2021%2BH2%2BSynthesedocument%2BZoetwater.pdf)
[Atlas Natuurlijk Kapitaal](https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal/waterberging)
[Klimaateffectatlas](https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/)

Verandering van de kwaliteit van oppervlaktewater door afspoeling en overstort van rioolwater

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
Buiten de bebouwde omgeving komen meststoffen en (landbouw)gif tijdens extreme buien versneld in het oppervlaktewater terecht. Waar binnen de bebouwde omgeving nog gemengde rioolstelsels liggen, kan bij extreme regen zoveel water naar een zuiveringsinstallatie stromen dat deze het niet meer aan kan. Dan wordt een overstort geactiveerd waardoor ongezuiverd rioolwater (een mix van regenwater en stedelijk/huishoudelijk afvalwater) ongezuiverd op het oppervlaktewater kan worden geloosd. Dit heeft een negatieve invloed op het leven in en langs het water en kan in extreme gevallen leiden tot zuurstoftekort en vissterfte. Bij gescheiden rioolstelsels wordt het neerslagwater apart afgevoerd naar het oppervlaktewater en treedt dit probleem niet op maar kan bij het begin van een hevige bui het vuil van straten en pleinen in het oppervlaktewater terecht komen (“first flush”).

**Relatie met andere sectoren**Water en ruimte: een slechte waterkwaliteit bemoeilijkt het realiseren van waterkwaliteitsdoelstellingen (Kaderrichtlijn Water, zwemwater, drinkwater)
Landbouw: mest en landbouwgif dragen bij aan een slechte waterkwaliteit en slechte waterkwaliteit kan negatief zijn voor de landbouw indien wordt beregend met oppervlaktewater.
Recreatie: zwemmen en vissen in oppervlaktewater van slechte kwaliteit.
Gezondheid: er kunnen consequenties zijn indien gezwommen wordt in water van slechte kwaliteit.
Bebouwde omgeving: aanpassingen van het rioolstelsel en maatregelen om water zoveel mogelijk lokaal te bufferen met bijv. wadi’s en met groene daken, zullen vooral in de bebouwde omgeving nodig zijn.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Meer infiltratie en buffering van stedelijk hemelwater in inzijggebieden, wadi’s, klimaatbuffers, groene daken. Ook terugdringen verstening tuinen.
Waar nog gemengde rioolstelsels aanwezig zijn deze vervangen door gescheiden en/of verbeterde rioolsystemen.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/natuur/)
<https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/praktijkvoorbeelden/dossier/regenwaterafvoer-in-de-stad>

# Het wordt droger

Verlies soorten en habitats a.g.v. hogere concentraties contaminanten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De waterkwaliteit is de afgelopen decennia flink verbeterd, maar is nog steeds volstrekt onvoldoende: 99% van de KRW-wateren voldoet niet aan de KRW-normen. Een afname van de hoeveelheid neerslag kan ervoor zorgen dat de concentraties van verontreinigende stoffen toenemen, evenals de zoutgehaltes in Rijn en Maas. Deze extra nutriënten/hogere concentraties zullen waarschijnlijk snel groeiende algemene planten bevoordelen boven zeldzamere soorten.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding en gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening. Het behalen van de internationale (KRW-)doelen wordt extra bemoeilijkt door de extra fosfaat- en stikstofbelasting. De kosten voor de productie van drinkwater zullen hoger worden.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**De overheid zal een brongerichte aanpak moeten volgen in plaats van de huidige end-of-pipe aanpak. Daarbij horen minder versnipperde verantwoordelijkheden en betere handhaving.

*Bronnen*[Wetterskip Fryslân, klimaatverandering en waterkwaliteit, 2006](https://docplayer.nl/12801334-Klimaatverandering-en-waterkwaliteit-opdrachtgever-wetterskip-fryslan.html)

[Natuur en milieu, waterkwaliteit-en-biodiversiteit, 2019](https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2019/03/Onderzoeksrapport-Waterkwaliteit-en-biodiversiteit.pdf)

Verlies aan soorten en habitats

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Als de rivierafvoer afneemt, vermindert in open riviermondingen de tegendruk tegen het zoute zeewater en komt dit verder landinwaarts. De waterbeheerder zal indien mogelijk de waterinlaat stoppen, maar als de situatie door aanhoudende droogte nijpend wordt moet soms toch besloten worden brak water in te laten. Dit is negatief omdat dit zoutere water dan natuurgebieden in Laag-Nederland kan bereiken. Sommige plantengemeenschappen, waaronder krabbenscheer, zijn daar zeer gevoelig voor, ook als het chloridegehalte maar kortdurend toeneemt.

Een ander effect is dat bij lage afvoeren de concentratie van alle in het water opgeloste stoffen toeneemt, waaronder naast zout ook chemische verontreinigingen, medicijnresten en bestrijdingsmiddelen. Als de afvoer van de Rijn daalt van 1000 m3/s naar 800 m3/s nemen de concentraties met 20% toe. Nu al worden daardoor innamepunten voor (drink)water tijdelijk gesloten en dit zal in de toekomst vaker voorkomen. Ook de natuur – zowel de riviernatuur als de natuur die voor haar watervoorziening afhankelijk is van rivierwater – zal vaker met deze hogere concentraties worden geconfronteerd. Dit zal zeker tot verlies van soorten en habitats leiden. Omdat het ook gaat ok hogere concentraties van giftige chemische stoffen is de kans groot dat de natuur zich daaraan niet zal aanpassen.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector waterhuishouding omdat alle watergebruikers, waaronder drinkwaterproducenten, geraakt worden door hogere concentraties verontreinigende stoffen.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Van bestaande stoffen emissies bij de bron aanpakken. Bij toelaten van nieuwe chemische stoffen voorwaarden opnemen om residuen in het oppervlaktewater te voorkomen.

*Bronnen*
<https://www.trouw.nl/nieuws/grote-zorgen-om-gevolgen-rijn-vervuiling-voor-het-drinkwater~b14db281/>

[RIWA Rijn, onsRijnwater, feb 2020](https://www.riwa-rijn.org/wp-content/uploads/2020/02/RIWA-Rijn-2020-NL-Ons-Rijnwater.pdf)

[WUR, klimaatgedreven verzilting, 2011](https://edepot.wur.nl/175714)

[Helpdesk Water, verzilting, nov 2020](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verzilting/)

Toename CO2 uitstoot

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Bij het verlagen van waterpeilen in de Nederlandse veenweidegebieden, zoals het Groene Hart, oxideert veen. Daarbij komt jaarlijks 7 megaton CO2 vrij, zo’n 4% van de totale Nederlandse uitstoot. Bovendien daalt de bodem. Bij ongewijzigd beleid naar schatting nog zo’n 34 cm tot 2050. Verhoging van CO2-gehaltes kan zorgen voor een snellere plantengroei, zowel in de landbouw als in de natuur. In de landbouw kan dat gepaard gaan met hogere opbrengsten. Overigens kan het voedsel wel minder voedzaam worden en resulteren in deficiënties. In de natuur zou de snellere plantengroei door de belasting met stikstof mogelijk kunnen worden versterkt, waardoor met name voedselarme systemen nog verder onder druk zouden kunnen komen. Hierover is echter nog weinig bekend. Een ander mogelijk effect waar pas recent onderzoek naar wordt gedaan, is verzuring van zoetwatersystemen. Onderzoek laat zien dat watervlooien, een belangrijke soort in het voedselweb, last hebben van verzuring. Over verzuring van de oceanen is al meer bekend.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding en landbouw. De bodemdaling in veenweidegebieden is een direct resultaat van waterbeheer ten behoeve van de landbouw.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Verhoging van het waterpeil in veenweidegebieden. Dat kan alleen als landbouw extensiveert en de inkomsten dus omlaag gaan. Hiervoor moet een oplossing worden gevonden.

*Bronnen*
[Scientific American, ask the experts; does rising co2 benefit plants, 2018](https://www.scientificamerican.com/article/ask-the-experts-does-rising-co2-benefit-plants1/)

[h2owaternetwerk, d66 en groenlinks pleiten voor hoger grondwaterpeil in veenweidegebieden, 2019](https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/d66-en-groenlinks-pleiten-voor-hoger-grondwaterpeil-in-veenweidegebieden)

[Phys.org, rising CO2 is causing trouble in freshwater too, study suggests, 2018](https://phys.org/news/2018-01-co2-freshwaters.html)

verandering hydrologie natuurgebieden

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Een aantal bedreigde soorten dagvlinders van droge zandgronden en hoogvenen neemt sterk in aantal af en sommige dreigen uit te sterven. Dit geldt ook voor droogtegevoelige, veengebonden libellen. Zeldzame macrofauna in ecologisch goed ontwikkelde laaglandbeken lijdt onder droogte. Vooral droogval, maar ook het stilvallen van de stroom, resulteren in afnames. Ook beekvissen en kamsalamanders gaan hard achteruit; 50-60% van de populaties beekprikken en rivierdonderpadden in beken werd in de droge jaren 2018 en 2019 acuut bedreigd door droogval.

De veranderingen in ecosystemen zijn complex en grotendeels onbekend, zoals de volgende voorbeelden illustreren. In bossen is als gevolg van de stikstofproblematiek een gebrek aan kalk in de voedselketen. Het gevolg is dat eischalen van mezen te dun zijn en kapot gaan en dat jonge mezen zulke broze botten hebben dat hun pootjes breken. Droogte maakt het probleem erger: de meest kalkrijke prooien (een aantal geleedpotigen) kunnen slecht tegen droogte en kruipen weg waardoor ze niet langer beschikbaar zijn voor de mezen. Iets vergelijkbaars speelt bij het gentiaanblauwtje: extreem droge omstandigheden verminderen de geschiktheid van klokjesgentiaan als waardplant van het gentiaanblauwtje. Ook in dit geval verergert stikstof dit effect.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector waterhuishouding. De verdroging op hoge zandgronden wordt deels veroorzaakt doordat de waterhuishouding is ingericht op het voorkomen van wateroverlast in natte perioden. De bodemdaling in veengebieden is het gevolg van bemaling, meestal ten behoeve van de landbouw. Het waterbeheer is vaak primair gericht op de landbouw. In de praktijk gaan landbouwdoelen en natuurdoelen op dit vlak niet goed samen.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Bodemdaling van veengebieden kan worden vertraagd of gestopt, m.n. door op de meest kwetsbare locaties water langer vast te houden en over te gaan van intensieve landbouw naar extensieve landbouw of ander landgebruik. Verder kunnen beken, die in het verleden verdiept zijn om wateroverlast tegen te gaan, weer teruggebracht worden tot hun oorspronkelijke diepte.

*Bronnen*
[Nature Today, droogtecrisis funest voor fauna, 11 mei 2020](https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=26165)

[h2owaternetwerk, droogte en macrofauna, 2 juni 2020](https://www.h2owaternetwerk.nl/images/2020/Mei/H2O-Online_200602_Droogte_en_macrofauna.pdf)

[Nature Today, droogte en vlinders, 25 aug 2020](https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=26605)

[Vlinderstichting&WUR, klimaatextremen en gentiaanblauwtje, mei 2020](https://assets.vlinderstichting.nl/docs/2dd80d31-617f-47d4-a2a4-8db295d9bfa6.pdf)

[Ecologica nieuwsbrief, bijzondere vondsten, okt 2020](https://www.ecologica.eu/uploads/files/HOlGBnjAqkEeNnkB5rj0LXvtLxzoeqJa.pdf)

[WUR, letterzetter, nov 2020](https://www.wur.nl/nl/show/Letterzetter.htm)

toename kans op natuurbranden / bermbranden

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De kans op een grote natuurbrand wordt geschat op eens in de 25 jaar en een keer per twee jaar in hele droge jaren. Een dergelijke brand kan in bijv. een groot bosgebied als de Veluwe, de Utrechtse heuvelrug en de Sallandse heuvelrug optreden en onbeheersbaar worden waardoor grootschalige evacuatie noodzakelijk kan zijn. De schade aan de natuur kan enorm zijn. Tegelijkertijd kan een lokale brand ook een kans bieden. Bijv. als er brand uitbreekt op een vergrassende heide is het mogelijk met het juiste beheer dat heidegebied weer te herstellen. Ook zou brand in naaldbos een kans kunnen bieden aan snelle omzetting in loofbos. Omdat ook bermen een rol spelen als habitat en ecologische verbindingszones, kunnen ook bermbranden schadelijk zijn voor de natuur.

**Relatie met andere sectoren**Er zijn relaties met een serie sectoren. Infrastructuur: bij een grote natuurbrand zal infrastructuur tijdelijk onbruikbaar worden en mogelijk deels beschadigen. Gezondheid: een brand kan negatieve effecten hebben op mensen met luchtwegproblemen en zelfs resulteren in het overlijden van mensen. Ook zijn er langjarige effecten op sector recreatie. Een oncontroleerbare brand kan bovendien overslaan naar de gebouwde omgeving en resulteren in (grote) lokale schade.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het verdient aanbeveling afspraken te maken over een heldere verantwoordelijkheidsverdeling. Verder kan overwogen worden bredere brandgangen te maken tussen droge natuurgebieden en bebouwing. In het buitenland is er goede ervaring met het aansteken en controleren van branden om de opbouw van dood organisch materiaal te voorkomen.

*Bronnen*
[PBL, effecten van klimaatverandering, 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)

[Nature Today, na de brand, 29 sept 2020](https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?utm_source=newsletter&utm_medium=e-mail&utm_campaign=user-mailing&msg=26656)

Verandering ecosysteem / verschuiving soorten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Verzilting in Nederland biedt grote kansen op herstel van natuur. Het bekendste voorbeeld betreft het Haringvliet, waarbij een gedeeltelijk opengaan zoet-zoutovergangen kan helpen herstellen, ruimte geeft aan trekvissen en waar allerlei soorten van profiteren.

Uit een studie in opdracht van Natuurmonumenten bleek dat vrijwel geen van hun terreinen risico liep op schade door verzilting. In de meeste gevallen omdat verzilting – al dan niet met technische maatregelen – wordt voorkomen. In andere gevallen omdat de natuur weinig gevoelig is voor verzilting. Uit een andere studie kwam echter naar voren dat chloride (naast fosfaat) een sturende parameter is voor o.a. de Nieuwkoopse plassen, de Reeuwijkse plassen en polder Steijn/polder Oukoop. Van de Rode Lijst plantensoort Krabbenscheer is bekend dat deze erg gevoelig is voor zout.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding en landbouw. Binnen de landbouw zijn m.n. bloembollen en boomteelt gevoelig voor verzilting. Verzilting wordt bestreden met het huidige waterbeheer. Zeker als er drinkwater wordt gewonnen is verzilting van het “bronmateriaal” een groot probleem. De vraag is of verzilting bestrijden altijd de beste oplossing is of dat de bijkomende negatieve effecten groter zijn dan de winst.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het herstel van zoet-zoutovergangen in de Delta, het IJsselmeer en elders biedt een enorme kans voor natuurherstel. Overwogen kan worden om het innamepunt voor zoet water voor het Groene Hart te verplaatsen naar het oosten. In dat geval is er veel minder zoet water nodig om verzilting vanuit de Nieuwe Waterweg te voorkomen; zoet water dat goed gebruikt kan worden voor een aantal andere doelen zoals verbetering van de waterkwaliteit in de Delta.

*Bronnen*
[WUR, klimaatgedreven verzilting, 2011](https://edepot.wur.nl/175714)

[Waterforum, extreem lage Rijnafvoer voedt pleidooi permanente oostelijke aanvoer, 11 okt 2018](https://www.waterforum.net/extreem-lage-rijnafvoer-voedt-pleidooi-voor-permanente-oostelijke-aanvoer/?utm_source=Waterforum%20Nieuwsbrief&utm_campaign=ed99a6a998-WaterForum%20Nieuwsbrief%20803_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_92a303b9df-ed99a6a998-54289889)

[Bureau Stroming, laagwaterbeheer in laag Nederland, sept 2011](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2017-02/laagwaterbeheer.pdf)

[Helpdesk Water, verzilting, nov 2020](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verzilting/)

Watertekort stedelijk groen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Behalve hoge grondwaterstanden kunnen ook lage grondwaterstanden in steden tot problemen leiden. De waterhuishouding in steden is ingewikkeld. Hogere temperaturen in de stad in de zomer zorgen voor meer verdamping dan in het buitengebied, harde oppervlakten voor minder. Daarnaast zorgen die harde oppervlakten er voor dat regen wordt afgevoerd en het grondwater niet bereikt. Een drogere bodem resulteert in watertekort voor stedelijk groen. Bladen kunnen eerder uitvallen en stedelijk groen kan gevoeliger worden voor plagen. Uiteindelijk kunnen bomen sterven. Over de effecten hiervan op de overige natuur in de stad (vogels, vleermuizen, insecten, etc.) is weinig bekend.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sectoren waterhuishouding en gebouwde omgeving en ruimtelijke ordening. Waterbeheer kan op veel verschillende manieren invloed hebben op het grondwaterniveau.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**De bijpassende strategie bestaat uit preventie (grondwaterpeilbeheer), ruimtelijke ordening (toepassing juiste functies en constructies) en crisisbeheer. Grondwaterpeilbeheer bestaat uit vasthouden (o.a. zorgen dat regen het grondwater kan bereiken i.p.v. in het riool terecht komt), bergen en waar mogelijk aanvoeren.

*Bronnen*
[Stowa deltafacts, kimaatverandering en grondwaterbeheer, nov 2020](https://www.stowa.nl/deltafacts/ruimtelijke-adaptatie/stedelijk-waterbeheer/klimaatverandering-en-grondwaterbeheer)

[Stowa deltafacts, droogte en hitte in de stad, nov 2020](https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/aanpassen-aan-klimaatverandering/droogte-en-hitte-de-stad)

[Kennisportaal Klimaatadaptatie, uitzakken-grondwaterstand, nov 2020](https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/)

# De zeespiegel stijgt

Verlies soorten en habitats zoet water

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door zeespiegelstijging zal zout zeewater via open riviermonden en lekkende sluizen steeds verder het binnenland indringen. Omdat alle natuurgebieden in Laag-Nederland afhankelijk zijn van de aanvoer van boezemwater bereiken (en bedreigen) de hogere zoutgehaltes ook de zoetwaternatuurgebieden. Onder andere krabbescheervegetaties zijn daar zeer gevoelig voor: zelfs een kortdurende piek in het zoutgehalte kan jarenlange schade veroorzaken.

Door de hogere zeespiegel neemt ook de opwaartse kweldruk toe. Met het in diepe polders opwellende water komt ook (oud) zeezout dat in de ondergrond aanwezig is naar boven. Alle gebruikers, waaronder de natuurgebieden in de omgeving (zie boven), worden met die verhoogde zoutgehaltes geconfronteerd. Voor de natuur in de polders zelf heeft dit niet veel gevolgen omdat de natuurwaarde over het algemeen beperkt is vanwege het intensieve landbouwkundig gebruik van de polders.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector landbouw omdat ook die – met name de boomteelt – te lijden heeft van hogere zoutgehaltes in het water. Er is ook een sterke relatie met de sector water en ruimte, o.a. omdat bijv. enkele waterleidingduinen worden geïnfiltreerd met rivierwater. Ook elders liggen gevoelige innamepunten voor drinkwater. Tenslotte wordt binnen het waterbeheer en de ruimtelijke inrichting (en toekenning van functies) in hoge mate bepaalt in hoeverre toenemende verzilting tot expressie komt.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Door zoetwaterinnamepunten verder landinwaarts te verplaatsen worden ze ongevoelig voor verzilting. Dit komt de waterkwaliteit in heel West-Nederland ten goede. Niet alleen de zoutgehaltes dalen daardoor maar ook de gehaltes van bijv. fosfaat en nitraat omdat de kwaliteit van rivierwater stroomopwaarts beter is dan benedenstrooms. Daarnaast ontstaat door de landinwaartse verplaatsing meer ruimte om zout- en brakwater in het Haringvliet te laten stromen, wat de kansen vergroot voor estuariene natuur.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Hydrologic. Vervolgonderzoek kosten en effecten permanente oostelijke zoetwateraanvoer voor West-Nederland. 2018.](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2020-11/Eindversie%20Joint%20Fact%20Finding%20POA%20P950%20Vervolgonderzoek%20zoetwateraanvoer%20West-Nederland%20D03.pdf)
[Hydrologic. Optimalisatie Wateraanvoer West-Nederland. 2019.](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2020-11/3.%20Rapport%20Hydrologic%20-%20P1073%20Wateraanvoer%20West-NL%20Eindrapportage%2020191028.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/natuur/)

## Meer kansen soorten en habitats brak water

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door zeespiegelstijging zal zout zeewater via open riviermonden en lekkende sluizen steeds verder het binnenland indringen. Omdat de zoetwatervoorziening in Laag-Nederland wordt verzorgd met rivierwater zal ook het water in boezems, sloten, plassen en natuurgebieden steeds zouter worden.

Kansen voor brakwaterhabitats en -soorten liggen er in diepe polders. Door de hogere zeespiegel neemt de opwaartse kweldruk toe. Met het opwellende water komt ook oud zeezout uit de ondergrond naar boven. Dit wordt, met het weggemalen polderwater, uitgeslagen op de boezems. Dit “doorspoelen” blijkt weinig effectief, vraagt veel zoetwater en verhoogt het zoutgehalte van de boezem. Door in enkele goedgekozen polders het doorspoelen te staken kunnen daar brakwaterhabitats worden ontwikkeld.
Een andere kans voor meer brakwatermilieus is gelegen in het meer landinwaarts verplaatsen van innamepunten/aanvoerroutes van zoetwater. Daardoor is minder zoet water nodig voor het terugdringen van zout zeewater bij de open zeearmen en ontstaat er ruimte voor meer estuariene dynamiek in o.a. het Haringvliet, wat zeer gunstig is voor de (brakwater)natuur.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de landbouw omdat een reductie van het doorspoelen zal leiden tot een hoger zoutgehalte in de betreffende polder. Afhankelijk van de teelt zal dit opbrengstvermindering geven. Vanzelfsprekend is er ook een sterke relatie met de sector water en ruimte omdat het waterbeheer en de ruimtelijke inrichting (en toekenning van functies) in hoge mate bepaalt of en waar de voordelen van een verminderd doorspoelregime benut zullen worden.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Door in enkele goedgekozen polders het doorspoelen te staken kunnen daar brakwaterhabitats worden ontwikkeld, wordt de zoetwatervraag van de regio verminderd en het zoutgehalte van boezems verlaagd. Dit vergt wel een functieverandering in de betreffende polders.

Door zoetwaterinnamepunten landinwaarts te verplaatsen ontstaat door de landinwaartse verplaatsing meer ruimte voor brakwaterhabitats in o.a. het Haringvliet, wat zeer gunstig is voor de natuur.

*Bronnen*
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Hydrologic. Vervolgonderzoek kosten en effecten permanente oostelijke zoetwateraanvoer voor West-Nederland. 2018.](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2020-11/Eindversie%20Joint%20Fact%20Finding%20POA%20P950%20Vervolgonderzoek%20zoetwateraanvoer%20West-Nederland%20D03.pdf)
[Hydrologic. Optimalisatie Wateraanvoer West-Nederland. 2019.](https://www.stroming.nl/sites/default/files/2020-11/3.%20Rapport%20Hydrologic%20-%20P1073%20Wateraanvoer%20West-NL%20Eindrapportage%2020191028.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/natuur/)

Mogelijke toename erosie kust

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door de stijgende zeespiegel zal, zeker in combinatie met meer storm, de afslag van duinen en stranden toenemen. Onder natuurlijke omstandigheden verplaatst een kustlijn zich daardoor landinwaarts. Omdat dit niet wordt toegestaan wordt de kustlijn d.m.v. zandsuppleties op de huidige locatie gehouden. Dit is tot nu toe effectief en kan dat ook bij grote zeespiegelstijging nog lange tijd zijn. Ook kwelders blijken tot nu toe in staat om de zeespiegelstijging bij te houden; het areaal is de afgelopen tijd zelfs toegenomen als gevolg van een hogere overstromingsfrequentie. Kwelders kunnen tot 10 mm/jaar hoger worden. Voor de Waddenzee is berekend dat verdrinking zal optreden bij een zeespiegelstijging van 6 tot 10 mm/jaar voor resp. het westelijke en oostelijke deel. Dit is ruim meer dan het gemiddelde van 2 mm/jaar zeespiegelstijging over de afgelopen eeuw. Lokaal treedt door zout- en gaswinning bodemdaling op waardoor op die locaties het bereiken van kritische grenzen wordt versneld.

**Relatie met andere sectoren**De kustzone is cruciaal voor de veiligheid en voor de sector water en ruimte, inclusief waterwinning.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Zandsuppleties, direct op geërodeerde delen of in de vorm van grote zandmotoren. Het lijkt er op dat de laatste benadering het bodemleven meer kans biedt zich goed te ontwikkelen.
Ondersteuning van de ontwikkeling en aangroei van (nieuwe) kwelders door ontpoldering.
Ondersteuning van de ontwikkeling van schelpdierbanken en zeegrasvelden zodat wadplaten beter meegroeien met de zeespiegelstijging.
Extra monitoring van locaties waar naast zeespiegelstijging ook bodemdaling optreedt.

Zodra nodig: beperken gas- en zoutwinning in het Waddengebied. Hiertoe adaptatiepaden ontwikkelen en aan de hand daarvan vaststellen onder welke omstandigheden in de toekomst een dergelijke ingreep nodig is.

*Bronnen*
[Deltares. Verkenning naar adaptatie strategieën voor aan hoge en versnelde zeespiegelstijging. 2019.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2019/09/30/verkenning-deltares---strategieen-voor-adaptatie-aan-hoge-en-versnelde-zeespiegelstijging/Strategie%C3%ABn%2Bvoor%2Badaptatie%2Baan%2Bhoge%2Ben%2Bversnelde%2Bzeespiegelstijging.pdf)
[Deltaprogramma. Synthesedocument Waddengebied. 2015](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiRoc6M1e3sAhVI6aQKHVmMCaUQFjAEegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.deltacommissaris.nl%2Fbinaries%2Fdeltacommissaris%2Fdocumenten%2Fpublicaties%2F2014%2F09%2F16%2Fdeltaprogramma-2015-achtergronddocument-b10%2FDP2015%2BB10%2BSynthesedocument%2BWaddengebied_tcm309-358061.pdf&usg=AOvVaw3RuNzJ9cnx7R75gwBM_URJ)
[Deltaprogramma 2021. Synthesedocument Waddengebied. z.j.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2020/09/15/dp2021-h9-synthesedocument-waddengebied.pdf/DP2021%2BH9%2BSynthesedocument%2BWaddengebied.pdf)
[WUR. Lange-termijn ontwikkeling van kwelders in de Waddenzee (1960-2018). 2020.](https://www.wur.nl/upload_mm/0/a/f/5ad27f17-82fe-44c8-a423-3e6092aed734_WOt-technical%20report%20182%20webversie.pdf)
[Imares/WUR. Biobouwers als onderdeel van een kansrijke waterveiligheidsstrategie voor Deltaprogramma Waddengebied. 2014.](https://edepot.wur.nl/280407)
[WUR. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2120. 2019.](https://doi.org/10.18174/512240)
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/natuur/)

Minder spuien en meer pompen IJsselmeer

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door zeespiegelstijging wordt het steeds moeilijker om water via het IJsselmeer onder vrij verval te spuien op de Waddenzee. Er zal daarom steeds vaker gebruik gemaakt moeten worden van de pompcapaciteit bij den Oever. Een nadeel daarvan is dat bij spuien een visvriendelijk spui- en sluisbeheer kan worden gevolgd. Bij pompen vervalt die mogelijkheid en zullen, om de vismigratie tussen Waddenzee en IJsselmeer te faciliteren, vispassages moeten worden ingezet. De aanleg van de vismigratierivier bij Kornwerderzand is daar een voorbeeld van. Onderzoek zal moeten uitwijzen hoe effectief deze aanpak is.

**Relatie met andere sectoren**Er is vanzelfsprekend een relatie met de sector water en ruimte. Omdat vismigratie bijdraagt aan gezonde visbestanden in IJsselmeer en Waddenzee is er ook een relatie met de sector visserij. Verbetering van de visbestanden is ook van belang voor de sportvisserij en er is dus ook een relatie met recreatie en toerisme. Er is ook een relatie met de sector landbouw: bij droogte moet water kunnen worden ingenomen vanuit het IJsselmeer, in natte periodes wordt neerslagwater vanuit binnendijkse gebieden afgevoerd naar het IJsselmeer.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Voor zover er nog gespuid wordt de toepassing van visvriendelijk spui- en sluisbeheer.

Aanleg van voorzieningen als de vismigratierivier.

Aanleg van een systeem van binnendijkse wetlands langs de randen van het meer, die daarmee t.b.v.de uitwisseling van vis hydrologisch verbonden zijn (zgn. achteroevers).

*Bronnen*
[Mulder, R. De vismigratierivier: het ecoduct door de Afsluitdijk. 2017.](https://edepot.wur.nl/420565)
[Winter, E. Vismigratie tussen Waddenzee en IJsselmeer. 2016.](https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2016/01/Presentatie-Erwin-Winter.pdf)
[De Nieuwe Afsluitdijk. Notitie Reikwijdte en Detailniveau Vismigratierivier Afsluitdijk. 2014.](https://deafsluitdijk.nl/wp-content/uploads/2019/08/Notitie-Reikwijdte-en-Detailniveau-Vismigratierivier-Afsluitdijk.pdf)
[Vismigratierivier Afsluitdijk](http://www.vismigratierivier.nl/)

Toename problemen waterafvoer

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door de stijgende zeespiegel zullen rivieren steeds moeilijker hun water kunnen afvoeren naar zee: het zoete rivierwater “stuit” op een steeds hogere zeespiegel. Dit wordt vooral dicht bij zee merkbaar: in die regio zullen vaker hogere waterstanden gaan optreden. Daardoor overstromen oeverzones en uiterwaarden vaker, ook al omdat eb en vloed door de gestegen zeespiegel verder landinwaarts doordringen, nl. met ca 10 km per meter zeespiegelstijging. Verwacht mag worden dat de natuur, die hier reeds is ingesteld op dynamische omstandigheden, deze ontwikkelingen kan volgen.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met water en ruimte. Als gekozen zou worden voor afsluiting van riviermondingen en de bouw van gemalen om water uit te malen is er ook een relatie met (sport)visserij, recreatie en toerisme (verlies van open vaarverbindingen). Er is ook een relatie met de sector landbouw, o.a. omdat nieuwe ruimte voor waterberging op landbouwgrond gezocht kan worden.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen. Daaronder het proces van waterberging zodat dergelijke (nieuwe) natuurgebieden kunnen fungeren als waterberging.

Aanleg van grote buffergebieden om water tijdelijk op te slaan, waarna het later onder vrij verval kan afstromen naar zee. Analoog aan hoe nu het Volkerak is ingericht (bergen van water op water) en de Noordwaard (bergen van water op land). Wat betreft het waterbeheer geldt verder dat maatregelen die uitgaan van open (of afsluitbare keringen in) riviermondingen en zeearmen te verkiezen zijn boven maatregelen met permanente afsluitingen en gemalen.

*Bronnen*
[Luctor et Emergo. Zeespiegelstijging/Stijgend water: kan de Nederlandse Delta standhouden? 2007.](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8s8XlwtTsAhVE3KQKHXhOBNsQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.leovanrijn-sediment.com%2Fpapers%2FZeespiegelstijging.pdf&usg=AOvVaw3wZubQVNMgC-eSQrmvQAdO)
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)

Frequenter overstromingen buitendijks

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door de stijgende zeespiegel kunnen rivieren steeds moeilijker hun water afvoeren naar zee: het zoete rivierwater “stuit” op een steeds hogere zeespiegel. Dit wordt vooral dicht bij zee merkbaar: in die regio zullen vaker hogere waterstanden gaan optreden. Daardoor overstromen oeverzones en uiterwaarden vaker, ook al omdat eb en vloed door de gestegen zeespiegel verder landinwaarts doordringen, nl. met ca 10 km per meter zeespiegelstijging. Verwacht mag worden dat de natuur, die hier reeds is ingesteld op dynamische omstandigheden, deze ontwikkelingen kan volgen. In gebieden met een volwaardig getij, zoals Oude en Nieuwe Maas, kan dat ook via het proces van “meegroeien met de zee”. Met het water wordt dan immers ook sediment op de oevers afgezet waardoor ze op natuurlijke wijze meegroeien met het waterpeil.

Als ervoor gekozen wordt een groter deel van het rivierwater via de brede monding van het Haringvliet af te voeren biedt dit kansen voor het extra natuurherstel in dit estuarium. Hoe de relatie tussen dit klimaateffect en de natuur zich ontwikkelt zal sterk afhangen van de strategie die binnen het waterbeheer wordt gekozen.

**Relatie met andere sectoren**Er zijn relaties met Water en Ruimte en Veiligheid. Als gekozen zou worden voor afsluiting van riviermondingen en de bouw van gemalen om water uit te malen is er ook een (negatieve) relatie met (sport)visserij, recreatie en toerisme (verlies van open vaarverbindingen). Als gekozen wordt voor een ruimtelijke strategie (tijdelijke, horizontale berging, dus meer ruimte voor de rivier) ontstaan nieuwe mogelijkheden voor natuur en recreatie en toerisme.
Landbouw: als gekozen wordt voor een ruimtelijke strategie zal deze bijna zeker worden gerealiseerd op gronden die nu voor landbouw worden gebruikt en krimpt het agrarisch areaal.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Aanleg van grote buffergebieden om water tijdelijk op te slaan, waarna het later onder vrij verval kan afstromen naar zee. Analoog aan hoe nu het Volkerak is ingericht (bergen van water op water) en de Noordwaard (bergen van water op land). Zeker de berging op land kan goed worden gecombineerd met natuurontwikkeling. Robuuster maken van natuur door areaalvergroting, verbindingszones, het verbeteren van milieukwaliteit en meer ruimte laten aan natuurlijke processen.

Waar nodig kiezen voor afsluitbare, open keringen, die alleen gesloten worden als het nodig is. Dit in plaats van permanente afsluitingen.

*Bronnen*
[Luctor et Emergo. Zeespiegelstijging/Stijgend water: kan de Nederlandse Delta standhouden? 2007.](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8s8XlwtTsAhVE3KQKHXhOBNsQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.leovanrijn-sediment.com%2Fpapers%2FZeespiegelstijging.pdf&usg=AOvVaw3wZubQVNMgC-eSQrmvQAdO)
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/natuur/)

## Achteruitgang ecosysteem en soorten

##

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door de stijgende zeespiegel zal, zeker in combinatie met meer storm, de afslag van duinen en stranden toenemen. Onder natuurlijke omstandigheden verplaatst een kustlijn zich daardoor landinwaarts. Omdat dit niet wordt toegestaan zal de kustlijn d.m.v. zandsuppleties op de huidige locatie worden gehouden. Dit is tot nu toe een effectief gebleken. Ook kwelders blijken tot nu toe in staat om de zeespiegelstijging bij te houden; het areaal is de afgelopen tijd zelfs toegenomen als gevolg van een hogere overstromingsfrequentie. Kwelders kunnen tot 10 mm/jaar hoger worden. Voor de Waddenzee is berekend dat verdrinking zal optreden bij een zeespiegelstijging van 6 tot 10 mm/jaar voor resp. het westelijke en oostelijke deel. Dit is ruim meer dan het gemiddelde van 2 mm zeespiegelstijging over de afgelopen eeuw. Lokaal treedt door zout- en gaswinning bodemdaling op waardoor op die locaties het bereiken van kritische grenzen wordt versneld.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met de sector water en ruimte, inclusief waterwinning.. De kustzone heeft ook een belangrijke functie voor recreatie en toerisme.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Zandsuppleties, direct op geërodeerde delen of in de vorm van grote zandmotoren. Het lijkt er op de laatste benadering het bodemleven meer kans biedt zich goed te ontwikkelen.

Ondersteuning van de ontwikkeling en aangroei van (nieuwe) kwelders door ontpoldering.

Ondersteuning van de ontwikkeling van schelpdierbanken en zeegrasvelden zodat wadplaten beter meegroeien met de zeespiegelstijging.

Zodra nodig: beperken gas- en zoutwinning in het Waddengebied. Hiertoe adaptatiepaden ontwikkelen en aan de hand daarvan vaststellen onder welke omstandigheden in de toekomst een dergelijke ingreep nodig is.

*Bronnen*
[Deltares. Verkenning naar adaptatie strategieën voor aan hoge en versnelde zeespiegelstijging. 2019.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2019/09/30/verkenning-deltares---strategieen-voor-adaptatie-aan-hoge-en-versnelde-zeespiegelstijging/Strategie%C3%ABn%2Bvoor%2Badaptatie%2Baan%2Bhoge%2Ben%2Bversnelde%2Bzeespiegelstijging.pdf)
[Deltaprogramma. Synthesedocument Waddengebied. 2015](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiRoc6M1e3sAhVI6aQKHVmMCaUQFjAEegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.deltacommissaris.nl%2Fbinaries%2Fdeltacommissaris%2Fdocumenten%2Fpublicaties%2F2014%2F09%2F16%2Fdeltaprogramma-2015-achtergronddocument-b10%2FDP2015%2BB10%2BSynthesedocument%2BWaddengebied_tcm309-358061.pdf&usg=AOvVaw3RuNzJ9cnx7R75gwBM_URJ)
[Deltaprogramma 2021. Synthesedocument Waddengebied. z.j.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2020/09/15/dp2021-h9-synthesedocument-waddengebied.pdf/DP2021%2BH9%2BSynthesedocument%2BWaddengebied.pdf)
[WUR. Lange-termijn ontwikkeling van kwelders in de Waddenzee (1960-2018). 2020.](https://www.wur.nl/upload_mm/0/a/f/5ad27f17-82fe-44c8-a423-3e6092aed734_WOt-technical%20report%20182%20webversie.pdf)
[Imares/WUR. Biobouwers als onderdeel van een kansrijke waterveiligheidsstrategie voor Deltaprogramma Waddengebied. 2014.](https://edepot.wur.nl/280407)
[WUR. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2120. 2019.](https://doi.org/10.18174/512240)
[PBL. Effecten van Klimaatverandering in Nederland. 2012](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL_2012_Effecten-van-klimaatverandering_500193003_0.pdf)
[Stroming&WUR. Klimaatverandering en natuur. 2014.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/121806/klimaatverandering_en_natuur.pdf)
[Kennisportaal Klimaatadaptatie, sectorpagina natuur.](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/natuur/)

## Afname zoetwaterbeschikbaarheid voor West-Nederland

##

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door zeespiegelstijging zullen riviermondingen verder verzilten. Omdat de zoetwatervoorziening in Laag-Nederland wordt verzorgd met rivierwater nemen bij de innamepunten de tijdvensters af dat zoet water ingelaten kan worden. In sommige omstandigheden en steeds vaker zal de waterbeheerder water met een verhoogd zoutgehalte moeten inlaten. Daardoor zal ook het water in boezems, sloten, plassen en natuurgebieden vaker met zoute influxen te maken krijgen. Dit is een bedreiging voor de aanwezige natuurwaarden maar ook voor zoutgevoelige teelten.

Binnen het Deltaprogramma wordt daarom gewerkt aan een strategie waarbij verziltingsgevoelige, cruciale innamepunten worden gevoed via alternatieve aanvoerroutes die ongevoelig zijn voor verzilting. Met zo’n “stuurbaar buffernetwerk” zou de bedreiging voor de natuur worden omgezet in een kans. Enerzijds omdat de waterkwaliteit in West-Nederland daarbij omhoog gaat, zowel wat betreft chloridegehalte als voor fosfaat en nitraat. Alle natuurgebieden in West-Nederland profiteren daarvan. Anderzijds kan deze nieuwe strategie de weg vrijmaken voor meer estuariene dynamiek (grotere Kier) in het Haringvliet.

**Relatie met andere sectoren**Water en ruimte: vanuit dit domein (Deltaprogramma) wordt besloten of en wanneer innamepunten en aanvoerroutes worden verplaatst en hoe functies worden afgestemd op de waterbeschikbaarheid.
Landbouw heeft last van hogere zoutgehaltes in het boezemwater (met name boom- en bollenteelt en glastuinbouw ) en profiteert dus mee van de structurele oplossing die het verplaatsen van innamepunten en aanvoerroutes biedt. Dit geld ook voor drinkwaterproductiebedrijven die gebruik maken van oppervlaktewater.
Recreatie: sportvissers profiteren van meer visintrek op Haringvliet en betere waterkwaliteit in boezemwateren.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Verplaatsen van (aanvoerroutes naar) zoetwater innamepunten, zodanig dat die routes niet door de versterkte zoutindringing worden geraakt.

*Bronnen*
[Nationaal Deltaprogramma 2021. Synthesedocument Deltaprogramma Zoetwater. 2020.](https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2020/09/15/dp2021-h2-synthesedocument-zoetwater/DP2021%2BH2%2BSynthesedocument%2BZoetwater.pdf)
[Hydrologic. Nadere verkenning Stuurbaar Buffernetwerk. 2019.](https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2019/10/01/nadere-verkenning-stuurbaar-buffernetwerk)

## verandering ecosysteem/verschuiving soorten

##

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**In de laag gelegen delen van Nederland komt veelal brak grondwater aan het oppervlak. Deze brakke kwel zorgt voor verzilting van de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Dit fenomeen wordt interne verzilting genoemd. Verder landinwaarts komt interne verzilting vooral voor in diepe polders en droogmakerijen. Als gevolg van eeuwenlange bodemdaling komt het zoute grondwater uit diepere lagen nu als kwel aan de oppervlakte. Door zeespiegelstijging in combinatie met het verder inklinken van de bodem versnelt dit proces. Voor de natuur betekent dit dat brakwatergemeenschappen zich zullen ontwikkelen ten koste van zoetwatergemeenschappen.

**Relatie met andere sectoren**Er is een relatie met Water en Ruimte want er zal vooral binnen die domeinen worden bepaald of, waar en hoe het verschijnsel van de brakke kwel gedempt zal worden, bijv. door het instellen van zoetwaterlenzen in de bodem die drijven op het zout water.

Er is ook een relatie met de landbouw omdat sommige teelten (zoals bloembollen) erg gevoelig zijn voor zout. Anderzijds is er ook ruimte voor een ontwikkeling naar teelten die daarvoor juist minder gevoelig zijn. Tenslotte is er een relatie met de sector gezondheid.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Accepteren van het verschijnsel en zowel binnen het natuur- als landbouwbeleid inzetten op passende natuurtypen resp. teelten.

Dempen van de verschijnselen door het aanbrengen en in stand houden van zoetwaterlenzen die drijven op het zoute water, waardoor het zout de wortelzone niet bereikt.

*Bronnen*
[Helpdesk Water, pagina verzilting](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verzilting/)