

Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen?

A. Corporaal
A.H.F. Stortelder
J.H.J. Schaminée
H.P.J. Huiskes

r a p p o r t e n



wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR

For quality of life

Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen?

Dit rapport is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

Het rapport is beoordeeld door Dr. J.A.M. Jansen (Centrum Ecosystemen, Alterra).

Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen?

A. Corporaal

A.H.F. Stortelder

J.H.J. Schaminée

H.P.J. Huiskes.

Rapport 51

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, december 2007

Referaat

Corporaal, A., A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée en H.P.J. Huisjes, 2007. *Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen?* Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 51. 70 blz.; 10 fig.; 12 tab.; 114 ref.; . bijl.

De landschappen in ons land zijn 'man made' en tot enkele decennia geleden nog met een geheel eigen 'gezicht'. De afgelopen halve eeuw zijn er telkens schoksgewijs grote landschappelijke veranderingen aan de orde geweest door veranderingen in het landgebruik, en de effecten van klimaatverandering komen daar nog bovenop. Dit rapport gaat in op de effecten die optreden door de 'mediterranisatie' en zeespiegelrijzing en hoe dat doorwerkt in de identiteit van het landschap. Landschappelijke verandering mondt uit in het verloren gaan van kenmerken, maar er ontstaan ook weer nieuwe. De balans is voor het laagveenlandschap negatief en ook de buitendijkse gebieden komen er slecht af; binnendijks komen er veel nieuwe kansen, maar de feitelijke ontwikkelingen zijn nog onzeker. Internationale en integrale aanpak per stroomgebied is noodzakelijk. Als de autonome ontwikkeling doorgaat en als het beleid niet bijgesteld wordt, zal het oer-Hollandse landschap, vooral in West Nederland, verdwijnen. Door te investeren in spongeteit, omhoog boeren en cyclisch polderen kan het tij in belangrijke mate gekeerd worden.

Trefwoorden: brongericht rivierbeheer, cyclisch polderen klimaatverandering, kustgebied, laagland-landschap, laagveengebied, mediterranisatie, omhoog-boeren, , rivierengebied, spongeteit

Abstract

Corporaal, A., A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée en H.P.J. Huisjes, 2007. *Climate change: a new crisis for Dutch landscapes?* Wageningen, Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-rapport 51. 70 p.; 10 Fig.; 12 Tab.; 114 Ref.

Although Dutch landscapes are all 'man-made', they had a highly characteristic appearance until a few decades ago. Over the past century, however, various changes in land-use have led to sudden, large-scale changes in the appearance of landscapes, changes which are expected to be compounded by the effects of climate change. The report discusses the effects of the expected 'mediterransation' of the Dutch climate and rising sea levels, and the consequences of these changes for the identity of the Dutch landscape. Landscape changes imply the loss of some characteristics and the appearance of new ones. The balance will be unfavourable for the Dutch marshland landscape, and areas unprotected by dikes will also deteriorate. By contrast, the changes will provide many new opportunities for areas protected by dikes, although precise developments remain uncertain. Landscape management will require an international, integrated approach based on river basins. If the current autonomous developments continue and policies are not adjusted, much of the characteristic Dutch landscape will disappear, especially in the western part of the country. This can still be avoided by investing in measures such as increasing the water retention capacity of soils, 'upwards farming' and cyclic land reclamation.

Key words: coastal areas, climate change, cyclic land reclamation, low-lying landscapes, marshland areas, mediterransation, riverine areas, soil water retention capacity, source-oriented river management strategy, 'upwards farming'

ISSN 1871-028X

©2007 **Alterra**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen.

Tel: (0317) 47 47 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

De reeks WOt-rapporten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit rapport is verkrijgbaar bij het secretariaat . **Het rapport is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 47 78 44; Fax: (0317) 42 49 88; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	15
1 Inleiding	17
2 Klimaatveranderingen	19
2.1 Het klimaatsysteem	19
2.2 Klimaatverandering in Nederland	19
2.3 Klimaatverwachtingen voor de 21 ^e eeuw: mondiaal	20
2.4 Klimaatverwachtingen voor Nederland	20
3 Landschap en klimaat	21
3.1 Drie Laagland-landschappen	21
3.2 Relatie klimaat en landschap	24
3.3 Laagland-landschappen in de toekomst	31
4 Bestuurlijke uitdagingen	33
4.1 Reacties en gevolgen	33
4.2 Strategische denkrichting	33
4.3 Vervolg vragen	35
5 Het kustlandschap	37
5.1 Geografie	37
5.2 Kenmerken	38
5.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen	40
5.4 Nieuwe kenmerken	40
5.5 Voorlopige balans	41
6 Het rivierenlandschap	43
6.1 Geografie	43
6.2 Kenmerken	44
6.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen	46
6.4 Nieuwe kenmerken	47
6.5 Voorlopige balans	48
7 Het laagveenlandschap	51
7.1 Geografie	51
7.2 Kenmerken	53
7.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen	55
7.4 Nieuwe kenmerken	56
7.5 Voorlopige balans	57

8 Samenvattend	59
8.1 Algemeen	59
8.2 Specifieke ontwikkelingen	59
8.3 Consequenties voor maatschappelijke omgeving	62
Geraadpleegde bronnen	65

Woord vooraf

Dit rapport verkent de gevolgen van klimaatverandering voor drie Nederlandse laagland-landschappen: het kustgebied, het rivierengebied en het laagveengebied. Het Milieu- en Natuurplanbureau heeft daartoe opdracht gegeven, omdat de verwachte klimaatveranderingen niet zonder effect zal blijven voor de landschappen; dit geldt in het bijzonder voor het lage deel van ons land.

De verkenning toont aan dat klimaatverandering grote gevolgen zal kunnen hebben. Maar er is grote onzekerheid over de toestand op langere termijn, laten we zeggen die van over 50 jaar. De uitdaging is om redelijk inzicht te krijgen in de toekomst van het landschap zodat, wanneer de ontwikkelingen ongewenst zijn, daarop geanticipeerd kan worden. We dragen immers grote verantwoordelijk voor onze landschappen vanwege hun nationale en internationale betekenis.

De veranderingen blijken echter niet alléén negatief te zijn. De klimaatverandering is net zo goed een nieuwe kans om te blijven werken aan landschappelijke vernieuwing, zoals dat door de eeuwen heen altijd gebeurd is.

Deze opgaven overstijgen onze landsgrenzen en door internationale samenwerking zullen de gevolgen naar onze verwachting beter te beperken zijn.

Albert Corporaal, Anton Stortelder, Joop Schaminée en Rik Huiskes.



Samenvatting

Onze landschappen zijn ontstaan uit de relatie tussen de mens als bewoner en bewerker van de ondergrond. In de millenniumlange relatie is het gehele oerlandschap van woestijnen, wouden en wateren omgevormd tot een geordend patroon. Op de hoge gronden ontstond een ander stramien dan in laag-Nederland. In dat lage deel zijn door ingenieuze waterstaatswerken en landbouwkundige ingrepen drie laagland-landschappen ontstaan: het kustlandschap, het rivierenlandschap en het laagveenlandschap.

De natuurlijke processen in onze landschappen verlopen traag met zo af en toe een lokale schok; denk aan overstromingen, plagen en oorlogen. Het traditionele antwoord van bewoners en landgebruikers was meestal heftig, massaal en grootschalig. Zo is ons land geworden tot één groot, kunstmatig, uit compartimenten en fragmenten opgebouwd geheel: het *man made* nederlandschap.

In de drie laagland-landschappen zijn bij uitstek de sporen van zulk schoksgewijs handelen te zien: de kust is ingenieus tot op de rand met de zee bedijkt en voorzien van technische hoogstandjes; het rivierengebied is omgetoverd tot een geheel bedijkt gebied met strakke afvoergoten voor de scheepvaart; het laagveengebied is vroeger op de meeste plekken ontgraven en wordt zo massaal bemalen dat de bodem in sneltreinvaart wegzakt.

De huidige klimaatverandering is aanleiding tot bezinning. 'Waterdeskundigen' lopen wederom voorop en hebben hun ideeën gevat in wat WB21e eeuw genoemd wordt, met als strategie het 'vasthouden, vertraagd transporteren, bergen en afvoeren van water. Menigeen staat al weer te trappelen om snel en massaal te reageren: ruimte voor water, waar en hoe dan ook, en vooral groots..... . Dergelijke reacties hebben plaats temidden van de voortgaande processen van de urbanisatie, intensivering van het wegennet en het steeds weer veranderend landgebruik.

In die kluwen van gebeurtenissen is er voor de drie laagland-landschappen een interpretatie gemaakt van de klimaateffecten in twee scenario's. Men verwacht meer neerslag in grilliger en heftiger buien, meer verdamping, hoger zeeniveau, grillige rivierafvoeren en sterke grondwaterstandwisselingen.

Het eerste scenario maakt de vertaalslag naar het landschap met het huidige beleid als uitgangspunt (Nederland als bovengrens); het tweede scenario gaat ervan uit dat op stroomgebiedniveau (fluviaal en internationaal) maatregelen genomen worden.

In die landschappen leiden nieuwe klimaatcondities tot nieuwe kenmerken. Kenmerken die op den duur kunnen uitgroeien tot landschapselementen die dan weer karakteristiek en typerend de identiteit van de drie landschappen zullen bepalen.

In tabel 1 wordt een resumé gegevens van de kenmerken per landschap die af- of toenemen.

Tabel 1: Afname en toename van veranderende landschapskenmerken als gevolg van klimaatverandering

Type laagland-landschap	Afname	Neutraal	Toename
<i>Kustlandschap</i>	Weidsheid Akkerbouwareaal Traditionele akkerbouwgewassen Kwaliteit binnendijkse moerassen Areaal wadden en schorren Areaal kwelders en gorzen Kreekranden Strandareaal Areaal groen strand	Perceelsvormen Laagliggende delen Dijken, slaperdijken en kaden Grote traditionele gebouwen Terpen en vluchtheuvels Duinmorfologie Areaal oude duinen Areaal oude strandvlakten Kroften en schurvelingen	Grote nieuwe gebouwen Poelen Inlagen Ruigten Bossen Zilte graslanden, ook voor weidevogels Waterbergingsruimten ook voor riet en moeras Vochtige-natte duinvaleien Initiële duin- en veenvorming Areaal zilte landbouwgewassen
<i>Rivierenland-schap</i>	Seizoensmatig fluctuerende waterbeeld Begroeide rustige wateren Formeel geordende elementen (bomen, heggen, bos) Natuurlijk struweel en bos Terreinhoogten met gebouwen Oude dijkbebouwing (komt achter de dijk) Kaden en lage dijkes Hooggelegen en matig laaggelegen graslanden Afwisseling in aard landbouw en kleinschaligheid daarvan Gevarieerde vegetaties in stromende wateren Moeras met helofyten Begroeide slik- en zandplaten Buitendijkse maasteelt Grazige terreinen voor herbivore vogels (o.a. voor ganzen en smienten)	Stads- en dorpsfronten Dijken Binnendijkse kolken en wielen Tichelgaten Weidsheid binnendijkse graslanden en groeperen Populierenbossen Occupatie langs dijken Maasteelt in binnendijkse gebieden	Binnendijkse kwelplekken Stromende kwelsloten met begroeiing Grofzandige platen (Zee)biesgorzen Uitdrogend grasland met kale plekken Onbegroeide water en rivierlopen Grazige stroombanen Extreem verdrogende terreinhoogten Begraasde ruigten Soortenarme rietgras- en liesgrasvelden Kale slik- en zandplaten Aan dynamiek en warmte aangepaste korte begroeiingen Alternatieve akkergewassen Wijnbouw Niet-Nederlandse runderrassen Experimenten met andere soorten vee
<i>Laagveen-landschap</i>	Weids polderlandschap Permanent hoge waterstanden in oppervlaktewateren Graslandcomplexen van hooiland, hooiweiden en weiden Graduele overgangen Vaarpolderstructuur Monotone rietvelden en dito rietstroken Verschijningsvorm gevarieerde moerassen Kwaliteit moerasbegroeiingen Rietlandareaal Groei en aanwas van veen (CO ₂ -vastlegging) Knotwilgenrijen Gevarieerdheid en streekeigenheid landbouw Weidevogelrijkdom Functies voor herbivore vogelsoorten	Opstreckende percelen Land-waterafwisseling Recreatiemogelijkheden Kaden, houtkaden, veldwegen en dijkes Dargen met toemaakland Lokale bosjes Streektypische boerderijvormen en occupatiepatronen Urbanisatie aan de horizon	Bosareaal en verbossing Kroosdekken Soortenarme water- en moerasbegroeiingen Contrasten in plaats van overgangen Water zonder plantengroei Verrommeld land zonder eenduidig gebruiksdoel Opvallende schade aan begroeiing door extreme stress (overstroming en uitdroging) endoordaar voor vertrapping

Uit het overzicht komt naar voren dat het aantal landschapselementen onderhevig is aan negatieve (afname) dan wel positieve (toename) ontwikkelingen. Het minst aan de klimaateffecten onderhevig is een breed scala aan waterstaatshistorische bebouwing. In grote gebiedsonderdelen voltrekken zich talrijke veranderingen. De afname treft veel archetypische fenomenen die niet zomaar opnieuw gecreëerd of vervangen kunnen worden.

De kwaliteit van veel nieuwe elementen neemt vermoedelijk geleidelijk toe. Weidevogels kunnen in binnendijks verziltende gebieden een alternatief vinden voor hun 'vlucht uit het veengebied'. Naar verwachting zal in westelijk Nederland het effect van de urbanisatie groter zijn dan de effecten van de klimaatverandering; in noordelijk Nederland blijft er binnen de beschouwde periode relatief veel van de huidige landschappelijke kwaliteiten behouden.

In het kort komen de verwachte gevolgen van klimaatverandering neer op het volgende.

Het kustlandschap

Binnendijkse ontwikkelingen, die naar verwachting aan het veranderende klimaat zijn toe te schrijven, zijn overwegend positief en de belevingswaarde neemt zelfs enigszins toe, met name de recreatieve betekenis. Buitendijks zijn de gevolgen minder gunstig. Langs de zeekant van de duinen zullen zowel de landschaps-, natuur- en recreatiewaarden gaan afnemen.

Het rivierenlandschap

In het binnendijkse landschap zal de landschappelijke waarde toenemen. Buitendijks zijn de gevolgen minder gunstig. Het landschap nivelleert daar wel, maar verandert in grote lijnen niet. De natuurwaarde neemt in overwegende mate af en de recreatiewaarde neemt voor de ene gebruikersgroep toe en voor de andere af. De eindbalans is per saldo negatief.

Het laagveenlandschap

Het laagveenlandschap lijkt de grote verliezer te worden: in het westen van Nederland zullen zowel de landschaps- als natuurwaarde vrij sterk afnemen. De recreatieve waarde blijft op peil voor de 'algemeen en op gebiedsniveau' ingestelde bezoeker; bezoekers die gaan voor het archetypische en de unieke natuur zullen steeds minder te beleven hebben.

Een gezamenlijk offensief op het niveau van stroomgebieden: brongericht rivierbeheer

Aanpak op stroomgebiedniveau vertraagt allerlei risico's die met klimaatverandering samenhangen, waarbij het centrale waterprobleem van 'overvloed en schaarste' bij de bron aangepakt moet worden. Dat betekent wel dat men over bestuurlijke grenzen heen moet kijken: nationaal én internationaal. De hoogste prioriteit zou men moeten toekennen aan het laagveenlandschap en aan de buitendijkse gebieden, want daar staat het oer-Hollandse landschap het meest op de tocht.

Bestuurders moeten 'met het water meedenken': men moet brongerichte maatregelen oppakken en dat is goed voor de waterstaatkundige veiligheid, goed tegen wateroverlast en watertekorten, beter voor de waterkwaliteit. Internationaal waterbeheer biedt sterke pluspunten voor watergebonden economie en scheepvaart, en past bij de ecologische doelstellingen. In het nieuwe denken over water past creatief omgaan met het watersysteem: creatiever kustbeheer, "cyclisch polderen" en "omhoog boeren", en investering in brongericht rivierbeheer en duurzaam grondgebruik, genaamd "spongiteit". (Voor een uitleg van de begrippen zie de teksten van kader 1 tot en met 3 op de volgende pagina's).

Hier vloeien een aantal vragen uit voort die het beleid heeft.

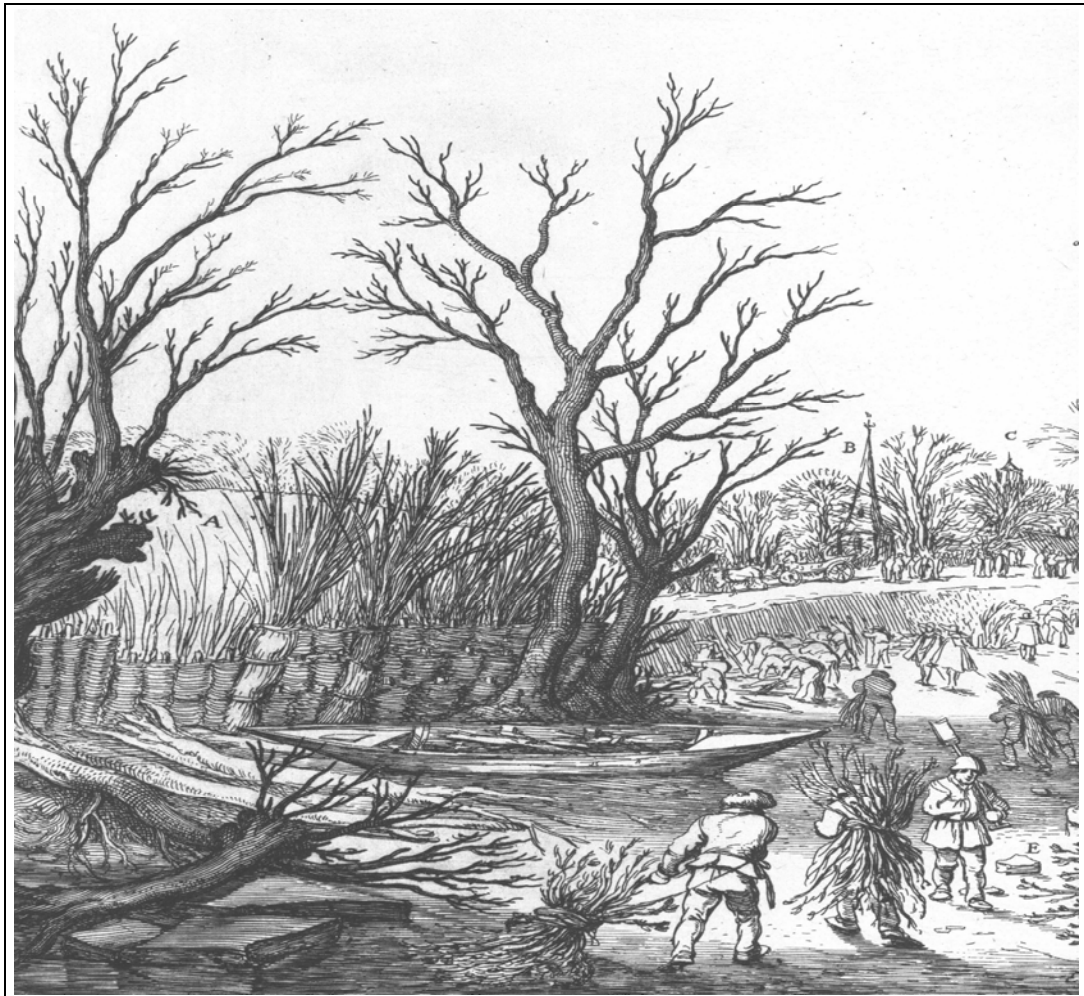


Foto 1: Schilderij van 'een Hollandse meester' van een oer-Hollands landschap. Met takkenbossen wordt de dijk langs de rivier versterkt.

Vervolgfragen

Belangrijk is dat we inzicht krijgen in de landschappelijke samenhang en de kwaliteit van de streek-eigen identiteit in relatie tot het waterbeheer op stroomgebiedniveau (1) en hoe de doorwerking van regionaal waterbeleid precies is op het regionale landschap (2). Welke combinaties van gebiedsfuncties passen in welke mate bij elkaar als er bovenstrooms meer op ruimte voor vasthouden van water en voorraadvorming wordt ingezet (3)? Hoe kan het beheer van zulke gebieden het beste geschieden gelet op kansen voor publiek-private-samenwerking (4)? Kan er een landbouw-gebruiksmodel ontwikkeld worden dat op het niveau van een stroomgebied meervoudig grondgebruik mogelijk maakt en economisch duurzaam is (5)? Wat betekent brongericht rivierbeheer voor de kwaliteit van de natuur in onze (laagland-)landschappen (6)? Hoe kunnen regionale watersysteemontwikkelingen door de afzonderlijke waterschappen of provincies de kwaliteit van de laagland-landschappen en de daarin voorkomende ecosystemen behouden en versterken (7)?, en welke link moet er dan vanuit de regio's naar één gemeenschappelijk brongerichte strategie gelegd worden (8)?

In kaders 1 tot en met 3 worden enkele begrippen toegelicht. Ze worden hier gebruikt om nieuwe strategieën in het water- en landbeheer mee te duiden, strategieën die in de huidige praktijk van veel waterbeheerders en plannenmakers niet of nauwelijks van pas komen. De strategieën omvatten veel meer dan alleen technische waterbeheermaatregelen en ze doen

een beroep op zowel de traditionele kennis als op inzichten in de ecologie en natuurtechniek. Bovendien sluiten ze veel beter aan op tal van sociaal-maatschappelijke en economische mogelijkheden.

Kader 1: Spongiteit

Spongiteit = eigenschap van het landschap om neerslag op te vangen, vast te houden en weer af te geven

Ieder landschap heeft wat betreft de waterhuishouding drie compartimenten: het bovenstroomse, het middenstroomse en het benedenstroomse gebied. Als de spongiteit in het boven- en middenstroomse deel groot is, kan veel neerslag vastgehouden worden. Daarmee wordt voorkomen dat het benedenstroomse gebied wateroverlast krijgt nadat het in die andere delen hard en dus veel geregend heeft.

In de laatste eeuwen is de spongiteit bovenstrooms erg afgenomen door ontbossing en rivierregulatie, door drainage op het niveau van de haarvaten van de rivier en het vergroten van het verharde oppervlak in dorpen en steden. Herstel ervan draagt sterk bij aan het opvangen van nadelige gevolgen van klimaatverandering en werkt door op een heel breed terrein van aspecten, waaronder natuur, waterstaatkundige veiligheid, milieu, enz. Ook economische belangen zijn gediend met herstel van de spongiteit, denk aan de bevaarbaarheid van de waterwegen.

Maatregelen om de spongiteit te vergroten zijn talrijk: eerdere studies duiden op ruim 80 elkaar aanvullende en versterkende manieren om dat te doen. Er is veel internationale samenwerking nodig om deze effectieve strategie te realiseren, al is er wel veel onbekendheid met deze kans, door het gebrek aan inzicht in de coöperatie bij de verschillende overheden en belangengroepen.

Kader 2: Omhoog-boeren

Omhoog-boeren = landbouwsysteem op veengrond dat op den duur leidt tot maaiveldstijging in plaats van bodemdaling, door periodiek inlaat van slibrijk water gevolgd door verlandings- en opnieuw in gebruik nemen door de landbouw (vnl. graslanden).

Alle Nederlandse veengebieden zijn sinds ze als landbouwgrond in gebruik zijn genomen onderhevig aan bodemdaling. Door een combinatie van processen neemt de dikte van het veenpakket steeds meer af en verdwijnt het organische materiaal goeddeels als CO₂ in de lucht (een niet geringe bron van CO₂). We proberen het proces van bodemdaling wel te remmen door zo hoog mogelijke grondwaterstanden voor te schrijven, maar veel zoden zet het niet aan de dijk. Op lange duur zal bijna de helft van ons land ontdaan zijn van het veenpakket zoals dat eertijds met de hoogvenen geschiedde. Daarmee verdwijnen ook de unieke en typische landschappen als de veenpolders, de vaarpolders, de plassen en het weidevogelland.

Door “omhoog te boeren” doet de landbouw periodiek een stap terug en laat ze het op een uitgekende wijze aan de natuur over om zich weer te herstellen. Daartoe wordt een poldergebied in blokken verdeeld die in een verschillende ontwikkelingsfase van gebruik en herstel komen te verkeren. In het ene blok ontstaat door nieuw moeras weer veengrond, in een ander blok is er grootschalige rietteelt en snelle verlandings-, weer elders is het gebied net ondiep ontwaterd. De ontwikkelingsfasen monden uit in geleidelijke bodemophoging met slib en organisch materiaal. Het onttrekt daarbij CO₂ aan de atmosfeer. Binnen één polder ontstaat ruimtelijke en temporele afwisseling die aantrekkelijk is en kansen biedt voor de biodiversiteit (veel Rode Lijst-soorten zijn gebonden aan jonge moerasfasen).

Omhoog-boeren is niet een snelle, tijdelijke en locale activiteit. Het is een toekomstig structurele activiteit die in het hele lage deel van Nederland toegepast zal moeten worden. Afhankelijk van de exacte manier van omhoog-boeren, bijvoorbeeld door combinatie met rietteelt of productie van biomassa, zal het NIET-ontwaterde maaiveld met één of meer centimeters per jaar omhoog kunnen groeien. Op dat punt is onderzoek en evaluatie van relevante productiewijzen en of successie in moerassen noodzakelijk.

Kader 3 Cyclisch polderen

Bij cyclisch polderen ontwikkelt een polder zich via ondiep open water naar veenland om daarna weer ingepolderd te worden.

Wat met “omhoog-boeren” binnen één polder gebeurt, gebeurt met cyclisch polderen met een hele groep polders op regionaal niveau. De ene polder wordt onder water gezet, weer een andere is aan het verlanden of in gebruik voor rietproductie, weer een andere verkeert in een recente drooglegging van slechts enkele decimeters, enz. Er ontstaat een gevarieerd geheel met veel ruimtelijke en temporele afwisseling die aantrekkelijk is en goed voor de biodiversiteit.

Wat voor de ‘omhooggroeisnelheid’ onder omhoog-boeren geldt, is uiteraard ook van toepassing voor cyclisch polderen. Voorkomen moet worden dat de grootte en waterdiepte van de ontpoldering negatief uitwerkt op de omhooggroeiprocessen die men nastreeft.

Summary

Effects and opportunities relating to the 'mediterraneanisation' of three low-lying Dutch landscapes

Most of today's Dutch landscapes have resulted from historic land use by humans. In the low-lying parts of the Netherlands, human intervention has created three new types of low-lying landscape (sometimes referred to as 'lowlandscapes') by means of ingenious land reclamation schemes, hydrological interventions and agricultural activities: the coastal landscape, the riverine landscape and the marshland landscape.

These landscapes show traces of sudden and large-scale local human interventions: the coast and rivers are now entirely surrounded by dikes, the main rivers have been canalised to become rigid waterways and the marshland landscape has been intensively drained, causing large-scale land subsidence.

This study estimated the expected effects of climate change on these three low-lying landscape types. Expected climate changes include more precipitation and severe storms, more evaporation, a rising sea level, unpredictable river discharges and extreme water level changes in all water systems.

The report discusses the effects by means of two scenarios. The first scenario translates the current Dutch water policy into future landscapes (changes on a national scale), while the second scenario is based on a fluvial, i.e. international scale (the scale of international river basins or stream corridors).

In the three low-lying landscapes, new climate conditions will result in new landscape qualities and new landscape elements, which may become characteristic of these '*lowlandscapes*'.

The study points out that certain landscape elements will suffer severely from changing climate conditions, while others will not. The variety of historical hydrological constructions will remain, but the great variety of typical and local landscape structures will disappear and cannot be replaced.

The quality of new elements will gradually increase. Farmland birds (birds of meadow habitats) breeding in the marshland landscapes may find alternative habitats in the existing reclaimed areas, which will become brackish as a result of indirect changes. The effects of the urbanisation of the western part of the Netherlands will be greater than the effects of climate change there. Changes over the next 50 years will be less dramatic in the northern part of the Netherlands.

The expected consequences of climate change on the Dutch low-lying landscapes are summarised below.

The coastal landscape

Developments as result of climate changes in those coastal regions protected by dikes tend to result in a positive balance. Developments in areas not protected by dikes will be more dramatic, and the quality of the landscape along the seaside and in the dune areas will decrease in terms of ecological and tourist values.

The riverine landscape

The ecological and tourist values of the parts of the landscape situated behind the embankments will increase, but developments in the parts between river and dike will be less favourable, as landscape variety will decrease. Ecological and tourist values will increase from the point of view of one group of stakeholders (mass tourism) but decrease for other groups (those seeking high-quality landscape and wildlife); the overall balance is negative.

The marshland landscape

In the western part of the Netherlands, the value of nature and the landscape will decrease. Although the tourist value will remain unchanged for those visitors who prefer the more common qualities, the specific archetypical landscape and unique ecological qualities will decrease ever more.

Towards a joint water policy: source-oriented river management strategy (SOS)

The government and other administrative bodies will face the challenge of developing a new policy, based on the source-oriented river management strategy (SOS), which creates more hydrological safety, prevents extreme floods as well as water shortages in the dry season, and improves water quality. The new international SOS policy will be effective for the water-related economy (shipping trade, port activities, transport, waterside industries) and fits in with ecological objectives and many rural goals. The new approach anticipates efforts to address the variety of water systems in the Netherlands. Examples of this new water-land management include 'cyclic land reclamation', 'upwards farming', 'source-oriented water management' and investing in increased water retention by soils throughout the watershed.

1 Inleiding

Probleemsituatie en achtergrond

De Nederlandse landschappen stonden de afgelopen halve eeuw onder sterke druk. Hierover heen gaat zich de klimaatverandering voltrekken. Voor de verkenningen die het Milieu- en Natuurplanbureau uitvoert, is het van belang inzicht te krijgen in het effect dat klimaatverandering zal hebben op de kwaliteit van onze omgeving. Hoe zal klimaatverandering doorwerken op de identiteit van het Nederlandse landschap? Wat zijn ingrijpende directe en indirecte gevolgen van klimaatverandering?

Met andere woorden: zal de 'mediterranisatie' (= korte aanduiding voor het proces van geleidelijke opwarming, toenemende extremen ingeval van neerslag, langere drogere perioden en relatief meer verdamping) een nieuwe identiteitscrisis van onze landschappen veroorzaken, en zo ja, hoe spelen we daar vervolgens op in?

Projectdoelstelling

We willen met de studie verkennen wat we – met als horizon 2040 - mogen verwachten aan belangrijke veranderingen in het klimaat en de effecten die dit heeft op de kwaliteit van onze, internationaal gezien zeer bijzondere landschappen.

Kennisvraag en onderzoeksvragen

De kennisvraag luidt: wat is het effect van de 'mediterranisatie' op de kwaliteit van het Nederlandse landschap?

De onderzoeksvragen zijn:

- Welke relevante klimatologische veranderingen treden op en welke landschapskenmerken en – eigenschappen zijn daar in principe 'vatbaar' voor;
- Wat is de nationale en internationale betekenis van onze landschappen – in het bijzonder van het Laagveen-, Rivier- en Kustlandschap - in termen van identiteit en fysieke (structuur)kenmerken;
- Welke gevolgen of implicaties heeft klimaatverandering voor relevant het nationaal en internationaal beleid inzake natuur, landschap en water.

Projectresultaat

Het project levert een eerste antwoord op de kennis- en onderzoeksvragen dat beeldend gedocumenteerd is. Centraal in het rapport staat een overzicht waarin per landschapstype de belangrijkste kwaliteiten en gevoeligheden voor de veranderingen van de mediterranisatie zijn aangegeven. Er wordt een ruimtelijke schets gegeven van de verwachte situatie in 2050.

Raakvlakken en afbakening

Tot het project behoort niet allerlei feitelijk onderzoek aan buitenlandse landschappen. Wel komt de Europese landschappelijke context aan de orde en wordt naar parallellen gezocht met mediterrane gebieden.

Toepassingsmogelijkheden voor de WOT Natuur & Milieu

De projectresultaten geven inzicht in het effect dat klimaatverandering op de identiteit van het Nederlandse laaggelegen landschap heeft: het laagveen-, rivieren- en kustgebied. Dat inzicht kan worden ingebracht in nieuwe verkenningen. De verwachte veranderingen bieden tevens input voor maatschappelijke discussie en de daaruit voortvloeiende bestuurlijke meningsvorming en beleidsopties.

Leeswijzer

De lezer wordt in hoofdstuk 2 geïnformeerd over hoe het klimaat werkt en in hoofdstuk 3 over welke landschappen in deze studie betrokken zijn (par. 3.1), welke relatie er tussen klimaat en landschap is (par. 3.2) en hoe deze doorwerkt op deze landschappen (par. 3.3).

In hoofdstuk 4 wordt de bestuurlijke uitdaging, evenals een aantal belangrijke vervolgvragen neergezet. Tevens wordt hier de nieuwe strategische denkrichting opgetekend.

De geïnteresseerde lezer kan in de hoofdstukken 5, 6 en 7 de details per laagland-landschap van de verwachte veranderingen nalezen, waarbij systematisch de relevante kenmerken, de feitelijke doorwerking en de eindbalans aan veranderingen benoemd zijn.

In hoofdstuk 8 ten slotte worden de besproken veranderingen bijeen geplaatst en worden consequenties voor de maatschappelijke omgeving aangegeven.

2 Klimaatveranderingen

2.1 Het klimaatsysteem

Het klimaatsysteem speelt zich af in de atmosfeer, en wordt op mondiaal niveau vooral bepaald door de oceaan, de ijsbedekking en het land. We weten dat via veranderingen in de energiehuishouding van ons klimaatsysteem de samenstelling van de dampkring beïnvloed wordt. Die energie komt van de zon, maar die komt slechts ten dele op de aarde omdat een deel (30%) door wolken, gassen, aërosolen en het aardoppervlak wordt teruggekaatst. Het resterende deel - 70% - wordt door het aardoppervlak opgenomen en omgezet in warmte. Het aardoppervlak zendt een deel hiervan weer uit in de vorm van infraroodstraling. Deze wordt door wolken (waterdamp) en gassen (bijvoorbeeld CO₂) geabsorbeerd en ook daar weer omgezet in warmte. Daardoor treedt extra opwarming op. Zo is er een balans tussen de energie die ingestraald en uitgestraald wordt.

Door broeikasgassen in de atmosfeer is de oppervlaktetemperatuur hoger dan in een situatie zonder broeikasgassen. Dat is van nature zo, want zonder die gassen zou de aardtemperatuur zo'n achttien graden onder nul zijn en door hun werking is dat vijftien graden boven nul.

Klimaatschommelingen zijn er sinds het ontstaan van de aarde, denk aan de ijstijden en de warmere interglacialen. Na de laatste ijstijd, 12000 jaar geleden, zijn er condities met een min of meer stabiel klimaat ontstaan waarin zich landbouw ontwikkeld heeft, allerlei beschavingen zijn ontstaan en ten slotte de moderne maatschappij heeft vorm gekregen.

De aarde is de afgelopen eeuw, in het bijzonder in de perioden 1920-1945 en 1980-2000, relatief sterk opgewarmd, maar liefst met 0,7 graad Celcius. De concentratie broeikasgas, vooral CO₂ en daarnaast CH₄ en N₂O, blijft groeien. Door de menging van de gassen in de atmosfeer verlaten ze snel het emissiegebied; ze hebben een lange verblijftijd, wat per saldo dus tot een versterkt broeikaseffect leidt, dus tot toename van de gemiddelde temperatuur van het aardoppervlak.

De recente klimaatveranderingen zijn te verklaren door een combinatie van natuurlijke en menselijke oorzaken. De meest dominante natuurlijke oorzaken zijn: vulkaanuitbarstingen, variatie in zonneactiviteit en El Nino. Tussen 1950 en begin jaren negentig van de vorige eeuw hadden de aërosolen een koelende invloed op het klimaat. Toch is de temperatuur sindsdien gestegen, wat komt doordat door verminderde luchtverontreiniging het aandeel aërosolen afnam en daarmee ook hun bijdrage aan het overwegend koelende effect.

2.2 Klimaatverandering in Nederland

De afgelopen decennia is er ook in ons land een beduidend warmere situatie ontstaan, ook wanneer we dit vergelijken met de mondiaal gemiddelde opwarming. Na 1980 is er sprake van relatief veel korte winters en vroege lentes, samenhangend met overheersende zuidwestelijke luchtstromingen. Maar of die warmere luchtstroming samenhangt met de menselijke invloed op het klimaat is nog niet duidelijk. We zien een afname aan het aantal koude winterse dagen, juist vanaf 1975. Per saldo neemt het aantal warmere dagen toe.

De van nature grillige neerslag laat zien dat er een opgaande trend is in de jaarlijkse hoeveelheid neerslag, die vooral in het winterhalfjaar heel manifest is. Extreme neerslag heeft, meer nog dan de extreme temperatuur, grote 'operationele' effecten. Het KNMI stelt dat het zeer waarschijnlijk is dat ook de extreme neerslag in ons land is toegenomen.

Verder neemt het aantal stormen wellicht toe, maar hoe dit samenhangt met de andere klimaatveranderingen is nog niet duidelijk.

2.3 Klimaatverwachtingen voor de 21^e eeuw: mondiaal

De verwachtingen over de klimaatveranderingen zijn onzeker. De IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) stelt dat de wereldgemiddelde temperatuur binnen een eeuw met enkele graden zal stijgen. Nederlands onderzoek (Centrum voor Klimaatonderzoek) berekende op basis van een gedetailleerd onderzoek dat het eerder om een opwarming van 1,5 °C zal gaan. Beide onderzoeken wijzen echter in dezelfde richting.

2.4 Klimaatverwachtingen voor Nederland

In de IPCC-studie en latere KNMI-studies doet men aannames over de veranderingen van het klimaat. Deze worden vervolgens ook door het nationale waterbeleid (WB 2100) als uitgangspunt genomen. En dat komt neer op: toename van winter- en zomerneerslag, zomerdroogte door extreme hitte en circulatieveranderingen; de buiige heftige neerslag blijft. In de KNMI-scenario's en allerlei modelstudies wordt Nederland naar verwachting netto droger wat vooral door de sterk toenemende verdamping wordt veroorzaakt.

Er blijft voorsnog veel onzekerheid inzake de te verwachten toename aan stormen en men is toe op heden erg onzeker of er superstormen verwacht mogen worden.

Studies wijzen, ondanks de onzekerheden, op meer klimaatextremen met meer hittegolven en minder kou. Zo zal, volgens het Britse Hadley Centre, al rond het midden van deze eeuw (over 40 jaar dus) een extreem warme zomer (zoals in 2003) heel normaal zijn.

3 Landschap en klimaat

3.1 Drie Laagland-landschappen

Ons land kent een diagonale hoog-laagdeling: noordwestelijk het lage en zuidoostelijk het hoge deel, doorsneden door het rivierenlandschap en de talrijke beekdalen. Zonder bedijking zou het lage deel en een belangrijk deel van deze landschappen onder zee verdwenen zijn en zou er een kustlijn ontstaan die strak om Drenthe, hoog Overijssel, Gelderland, Utrecht en Brabant heen loopt, met een diep landinwaarts lopend 'estuarium' van het Rijnsysteem tot de omgeving van Arnhem-Zevenaar-Nijmegen. Veel van de duinen en alle huidige buitendijkse slikken en platen zouden verdrinken of tot onder de waterlijn eroderen (figuur 1).



Figuur 1. Het areaal van de laagland-landschappen

Het kustlandschap is in de loop der eeuwen door te leven met de grilligheid van de zee vormgegeven, afhankelijk van de technische mogelijkheden en creativiteit van de kustbewoners. Onder het kustlandschap verstaan we de feitelijke Noordzeekust¹ en de hierop aansluitende 'klei-landschappen' van het Zeeuwse estuarium, de West-Friese, Friese en Groningse gebieden die vanuit de zee ontgonnen zijn (foto 2). Het kustlandschap wordt binnendijks vrijwel helemaal bemalen.

¹ In deze rapportage wordt het landschap van het Waddengebied niet behandeld.



Foto 2: Kustlandschap met natte duinvallei achter de zeereep; deze zal in de toekomst nog natter worden.

Het tweede type landschap betreft het landschap van de grote rivieren, het al dan niet ingepolderde overstromingsgebied van het Rijnstelsel (Rijn, Waal en IJssel) en de Maas (foto 3). Deze landschappen gaan in het westen of noorden over in het kustgebied van het Zeeuwse estuarium respectievelijk de Overijsselse delta. Het rivierenlandschap wordt grotendeels bemalen. Alleen delen van de onbedijkte uiterwaarden zijn vrij afwaterend of ondergaan de invloed van de rivier direct.



Foto 3: Het rivierengebied met de Rijn bij Wageningen, kijkend in westelijke richting. Om de grotere waterstromen in de toekomst op te kunnen vangen is voor de rivier meer ruimte nodig.

Het laagveenlandschap is grotendeels ingeklemd tussen het kustlandschap, het rivierenlandschap en de hogere zandgronden. Het laagveenlandschap is zonder uitzondering een polderlandschap dat door zeespiegelrijzing en bodemdaling overal lager is komen te liggen dan de regionale drainagebasis: het moet daarom geheel bemalen worden (foto 4).



Foto 4: Laagveengebied in Noordwest-Overijssel met recent gemaaid rietland; op de achtergrond broekbos. Is dit het toekomstbeeld van onze nu nog open veenweiden ?

Laagland-landschappen door de tijd heen

De laagland-landschappen zijn 'boom- en bosarme' gebieden: buitendijks zijn ze min of meer natuurlijk en worden ze bepaald door het getij en de hoge zoutconcentratie. De openheid van het landschap is in de Middeleeuwen versterkt door ongebreidelde houtkap. De laagland-landschappen zijn daardoor al lang zeer weids. De geringe urbanisatiegraad deed vroeger nog vrijwel geen afbreuk aan de openheid.

Onze laagland-landschappen doorlopen na de Middeleeuwen karakteristieke fasen.

1. Door zeespiegelrijzing ondervindt de lokale bevolking steeds meer dat hun 'vrij afwaterende landschap' natter en ongenaakbaarder wordt. Vele overstromingen en zeedoorbraken leiden tot wegspoelen van veenland en het waterrijke landschap ontstaat. Boeren kunnen alleen met kleine bekadingen of door te bouwen op terpen redelijk de grillen van het water te trotseren. Hun boerenland kan men alleen door 'zijlen, rieten en valletijen' van het water bevrijden, maar er is regelmatig sprake van wateroverlast in het groeiseizoen.
2. Door bemaling met windkracht – in de Gouden Eeuw (17^e eeuw) en later - wordt het mogelijk 's zomers lagere waterpeilen te realiseren, waardoor de situatie voor de landbouw sterk werd verbeterd.

Winterinundatie is dan nog zeer gebruikelijk en in grote delen van de laagland-landschappen wordt rivierwater op de landerijen gebracht om slib uit dat water op het land te krijgen. De zomerbemalingen betekenen een sterke impuls voor de akkerbouw op 'toemaakland', men gebruikt stalmest en stratendrek en de intensiteit van het bedrijf en de omvang van de veestapel neemt toe. Er ontstaat een vorm van landbouw waarin intensive en extensieve bedrijfsgedeelten in een soort harmonie in stand gehouden worden. De relatief hoog

productieve landbouw produceert in de laagland-landschappen niet alleen voedsel voor eigen gebruik maar ook voor de regionale (stedelijke) markt en kan zelfs op de nationale en internationale markt opereren.

3. Door bemaling met stoomgemalen, en later gemalen met dieselmotoren, wordt de gebruikelijke winterinundatie met zoet (slib- en kleihoudend) rivierwater gestopt en men gaat over op 'onderbemaling'. Men stelt een waterregiem in dat 's zomers en 's winters lager is dan het maaiveld. De landbouw gaat zich rond 1900 verder ontwikkelen en de dan net geïntroduceerde kunstmest wordt gericht ingezet om de productie te verhogen. Zowel de occupatie als de infrastructuur kan volgens de 'tekentafel' ontworpen worden en techniek en (steeds meer) geld versnelt de ooit zo traag verlopende bevolkingsontwikkeling op het nog altijd weidse platteland.
4. In de jaren dertig van de vorige eeuw wordt de Zuiderzee beteugeld tot IJsselmeer en het oppervlaktewater in nagenoeg heel Nederland verandert van een systeem met extreme peilfluctuaties in een watersysteem met gecontroleerde waterpeilen. Men gaat ook het waterpeil omkeren: zomers hoog en in de winter laag. Het gevolg van deze waterstaatkundige verandering is ook dat de ruimte voor het vroegere grillige watersysteem ingesnoerd wordt, steeds meer watersystemen worden technisch vormgegeven vanuit het idee dat het watersysteem volledig voorspelbaar en beheersbaar moet zijn. Wonen en werken tot aan de oever lijkt 'een must...'.
5. De laagland-landschappen hebben dus een volkomen 'onnatuurlijke waterhuishouding' met waterlichamen die ingesnoerd zijn met vaak een puur technische vorm. De ruimte voor water is minimaal. Er ontstaan steeds meer stedelijke en industriële gebieden, met plaatselijk omvangrijke intramurale tuinbouwteelten, die zijn ontwikkeld tot 'uitgebreide kunstgebergten'. Door de toegenomen oppervlakteverharding is er sprake van zeer geringe spongiteit. Meer buien leiden tot meer extreme afvoeren die het toch al beperkte oppervlaktewatersysteem overbelasten.

De laagland-landschappen ondergaan nog steeds de 'crisis' van de laatste geschetste fase (fase 5), die tot uitdrukking komt in het geleidelijk verdwijnen van lokale historische kenmerken en een toename van verschijningsvormen die niets meer met de oorspronkelijke identiteit van het landschap te maken hebben.

Door de eeuwen hebben bewoners en grondgebruikers sterk gereageerd op calamiteiten en bedreigingen als overstromingen en stormrampen, economische kansen (industrialisatie met vraag naar turf als brandstof) en op landbouwkundige ontwikkelingen (ontwatering, kunstmesttoepassing en ruilverkaveling).

Natuurlijke processen daarentegen verlopen vaak lokaal en traag, de menselijke reactie is vaak heftig, snel en omvangrijk. Ook het klimaat verandert traag, de reacties erop verlopen vaak abrupt, doordat in korte tijd ingrijpende maatregelen worden genomen.

3.2 Relatie klimaat en landschap

Algemeen

Het veranderende klimaat heeft allerlei gevolgen: meer neerslag in de vorm van heftiger buien en sterkere verdamping, stijging van de zeespiegel, hogere winterafvoeren van de rivieren en een grotere kans op wateroverlast en verdroging op plekken waar dat tot nog toe niet voorkwam.

Voor onze laaglandgebieden, het laagveen-, rivieren- en kustgebied brengt dat grote risico's met zich, zoals overstromingen. Hierdoor kunnen er onder bewoners en levende have slachtoffers vallen; ook kan schade optreden aan de bebouwing, infrastructuur en aan de landbouwgronden.

In ons waterbeleid, dat traditioneel sterk op de veiligheid is gericht, speelt klimaat een belangrijke rol. In de praktijk zet men in op technische maatregelen, ruimtelijke maatregelen en socio-economische maatregelen (verzekering tegen overlast). De bijna overstromingen langs de Waal in 1993 en 1995 hebben het nieuwe waterbeleid een impuls gegeven.

Zeespiegel

Het waterpeil buitendijks is in de afgelopen eeuw met 20 cm gestegen: enerzijds door bodemdaling (inklinking) en anderzijds door stijging van het zeeniveau als gevolg van afsmeltende gletsjers en poolijs. Dit voortgaande proces zal naar verwachting resulteren in een stijging van 20-110 cm in 2100. Zelfs wanneer allerlei milieuverbeterende maatregelen doorgevoerd gaan worden, zal de stijging van de zeespiegel door het opwarmen van de oceanen, nog vele eeuwen doorgaan. Daarnaast worden in de toekomst zwaardere stormen verwacht, waardoor het zeewater extra wordt opgestuwd en de golfoploop groter wordt. Om het vereiste veiligheidsniveau te handhaven, zijn langs de kust omvangrijke zandsuppleties nodig en bredere en sterkere waterkeringen.

Rivieren

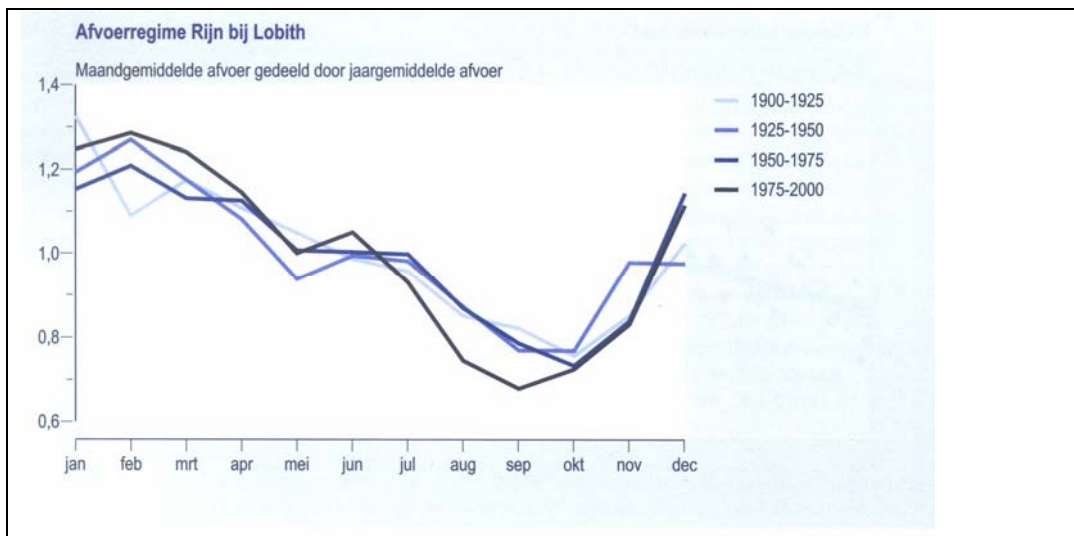
Metingen wijzen erop dat sinds 1900 een verschuiving optreedt in rivierafvoeren: afvoeren worden hoger in de winter en lager in de zomer. Deze verschuivingen zijn echter niet uitsluitend toe te schrijven aan klimaatverandering. Hier spelen ook langdurige processen van verandering van de inrichting en grondgebruik van het stroomgebied een rol, zoals verminderde bovenstroomse spongiteit en de talrijke omvangrijke waterstaatkundige werken die versnelde afvoer bewerkstelligen en een grilliger verloop van de afvoer versterken. De Rijn zal als gevolg van de klimaatveranderingen meer en meer op een rivier met een Atlantisch regenregiem gaan lijken, met grotere pieken en dalen (figuur 2).

De geringere zomerafvoeren houden ook in dat er minder zoet water wordt aangevoerd voor een goede waterbalans in verschillende regionale boezem- en poldersystemen in laagliggend Nederland, met alle kwantitatieve als kwalitatieve gevolgen van dien.

De extreme afvoeren zullen dus toenemen. Ons waterkeringsstelsel, dat is ingericht op basis van een maatgevende afvoer (MA) die eens per 1250 jaar voor komt (15 000 m³/sec bij Lobith), zal een herinrichting moeten ondergaan die gebaseerd zal worden op afvoeren van 16 000 m³/sec. In de PKB Ruimte voor de rivier presenteert het Kabinet het voornemen om deze bescherming te realiseren.

De toename van de extremen zullen voor de Maas tot nog grotere problemen leiden dan nu al het geval is. De MA zal volgens de klimaatscenario's tot 2050 voor de Rijn toenemen met 3-10% en voor de Maas met 5-20%. Naast de verhoging en de versterking van de dijken zijn aanvullende maatregelen nodig, zoals verlaging van de uiterwaarden, opruimen van 'obstakels', verlegging van dijken, afgraven van kades, inrichten van overlaatgebieden en retentiepolders, en het uitgraven van meestromende nevengeulen.

Doordat men vooral gefocust is op veiligheid, dus op de bescherming tegen de extreem hoge afvoeren, is er het risico dat bij het nemen van maatregelen er te weinig aandacht is voor de gevolgen van extreem lage aanvoer en lage laagwaterstanden. Het realiseren van allerlei nieuwe geulen in het gebied kan betekenen dat de zomerse watertekorten vergroot worden, waardoor deze geulen op grote schaal gaan draineren en bijvoorbeeld voor de landbouw en 'waterafhankelijke' natuur ernstige droogteschade gaan veroorzaken. Overal waar de rivieren zandlandschappen doorsnijden of aansnijden, zullen die gevolgen merkbaar worden.



Figuur 2. De afgelopen decennia is de winterafvoer van de Rijn toegenomen en de zomerafvoer afgenomen (Buiteveld, 2005)

IJsselmeer

Meer toevoer van water in de winter vanuit de stroomgebieden van de Rijn leidt ertoe dat via de IJssel meer water in het IJsselmeer komt. Zeespiegelrijzing veroorzaakt juist in die situatie in de toekomst problemen. In 2100 zal de stijging van het winterpeil zelfs met enkele decimeters oplopen. Nu kan men het peil laten dalen door natuurlijke lozing (spuien) op de Waddenzee. Maar bij een hogere zeespiegel is het lozen van het teveel aan water in het IJsselmeer niet meer mogelijk. Dit zal dan weer problemen opleveren voor de waterafvoer vanuit het Natte Hart, dus behalve voor het IJsselmeer zelf, ook voor het Markermeer, de randmeren, het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal.

Men verwacht dat de watervoorziening door tal van voorgenomen maatregelen (vergroete waterboezems, meer spuicapaciteit, grotere gemalen) tot medio 21^e eeuw de kwantitatieve problemen opgevangen kunnen worden. Maar wat men voornemens is om vanuit het watersysteem te compenseren, loopt het risico te kort te schieten, omdat dit wordt tegengewerkt door ontwikkelingen op regionale schaal als voortgaande urbanisatie en agro-industrialisatie waardoor het oppervlak 'verhard gebied' blijft groeien.

Waterbalans regionale systemen

De verwachte lage zomerafvoeren, gecombineerd met extreme aanvoeren, leiden ertoe dat de regionale waterbalansen verstoord worden. Veel van de lage delen van het land ontvangt 's zomers oppervlaktewater dat direct en of via een lange omweg van het Rijn- en Maassysteem afkomstig is. Het regionale waterbeheer is nog te conservatief: men koerst vooral op het opvangen van de 'te hoge watertoevoer' en optredende watertekorten vult men nog steeds aan vanuit het Rijn- of Maassysteem. Dat gaat veranderen want aanbod en vraag zijn straks niet meer aan elkaar te koppelen, waterbeheerders hebben daar nog geen goed antwoord op gevonden.

Wateroverlast en droogte (tekorten)

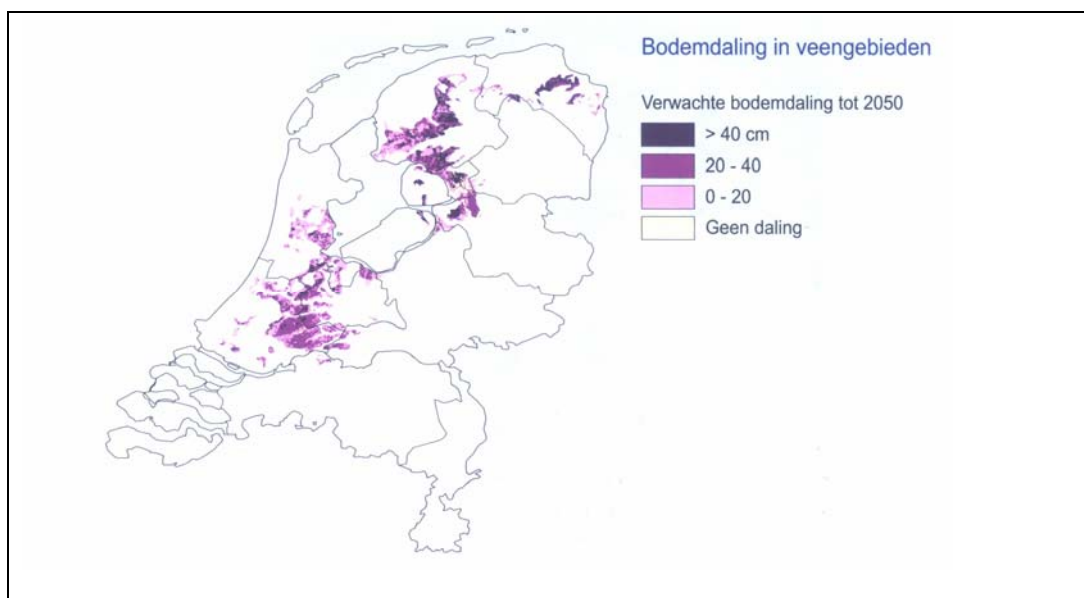
Wateroverlast treedt veelal op na extreme neerslag en dito afvoer in combinatie met te weinig bergingsruimte. Bij extreme droogte blijken waterkerende (veen)dijkjes en kaden in veengebieden niet te voldoen aan de gestelde eisen. Gevolgen van maatregelen die men

voornemens is uit te voeren in de nabije toekomst zijn groot. Woningen, kassen, infrastructuur enzovoorts zullen verdwijnen of aangepast moeten worden. Dit verschijnsel past bij de toenemende neerslag (20% toename) als wel de toenemende intensiteit van de verwachte buien.

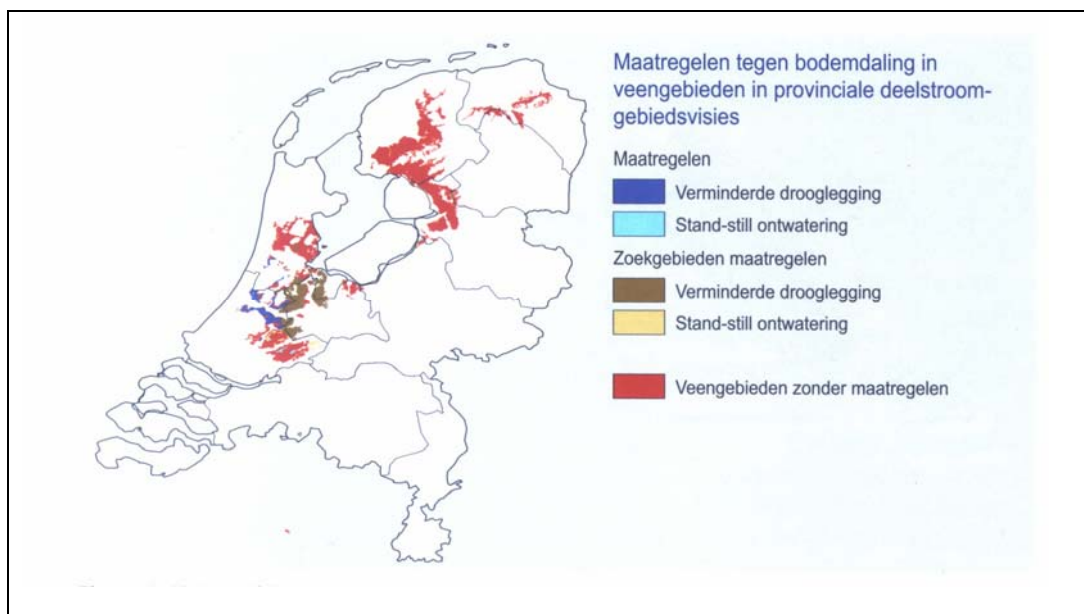
Ons landschap heeft cultuurtechnisch aanzienlijke veranderingen ondergaan, waarbij men zowel in hoog- als laag Nederland ervoor koos om hoge waterstanden te vermijden. Men realiseerde zich onvoldoende dat er structurele watertekorten konden optreden. De klimaatverandering versterkt dit. Veel gebieden krijgen te kampen met ernstige zomerverdroging die niet meer door watertoevoer ongedaan gemaakt worden. Brongerichte maatregelen, om het probleem van verdroging te voorkomen, zoals vergroting van de spongiteit en realiseren van watervoorraden, staan nog in de kinderschoenen.

Bodemdaling

Onze veen-, veen-op-klei- en kleigebieden vertonen sinds de inpolderingen (vanaf het midden der Middeleeuwen) maaiveldddaling. In sommige gebieden is dat inmiddels opgelopen tot 1 – 2 meter en meer, en er zijn gebieden na zo'n 800 jaar polderen inmiddels weer verdrongen. Het proces van bodemdaling gaat voort door zetting, klink en oxidatie van organisch materiaal, met een gemiddelde snelheid van 1 cm per jaar. In gebieden met dikke veenpakketten zal dit op termijn leiden tot een sterke toename van het risico van overstroming, verzilting en kwelbezwaar. Door klimaatverandering zal de oxidatie van het veen, en daardoor de bodemdaling, sneller gaan verlopen, een direct effect van de hogere temperaturen (figuur 3). Ook de waterstandwisseling in de bodem zal dit proces versnellen. Omdat de eisen aan de waterstanden vanuit verschillende sectoren verschilt (natuur wil nat, landbouw wil droog, steden vrij droog maar i.v.m. houten funderen niet te droog, drooglegging van wegen verschilt, etc) treedt er fragmentatie op van gebieden met verschillend waterbeheer. Dit leidt ertoe dat het eeuwenoude polderbeheer steeds kostbaarder en technisch ook steeds moeilijker wordt.



Figuur 3. In sommige veengebieden loopt de bodemdaling op tot een halve meter in 2050. Als gevolg van klimaatverandering zal het proces van bodemdaling sneller gaan verlopen (naar TNO, 2003).

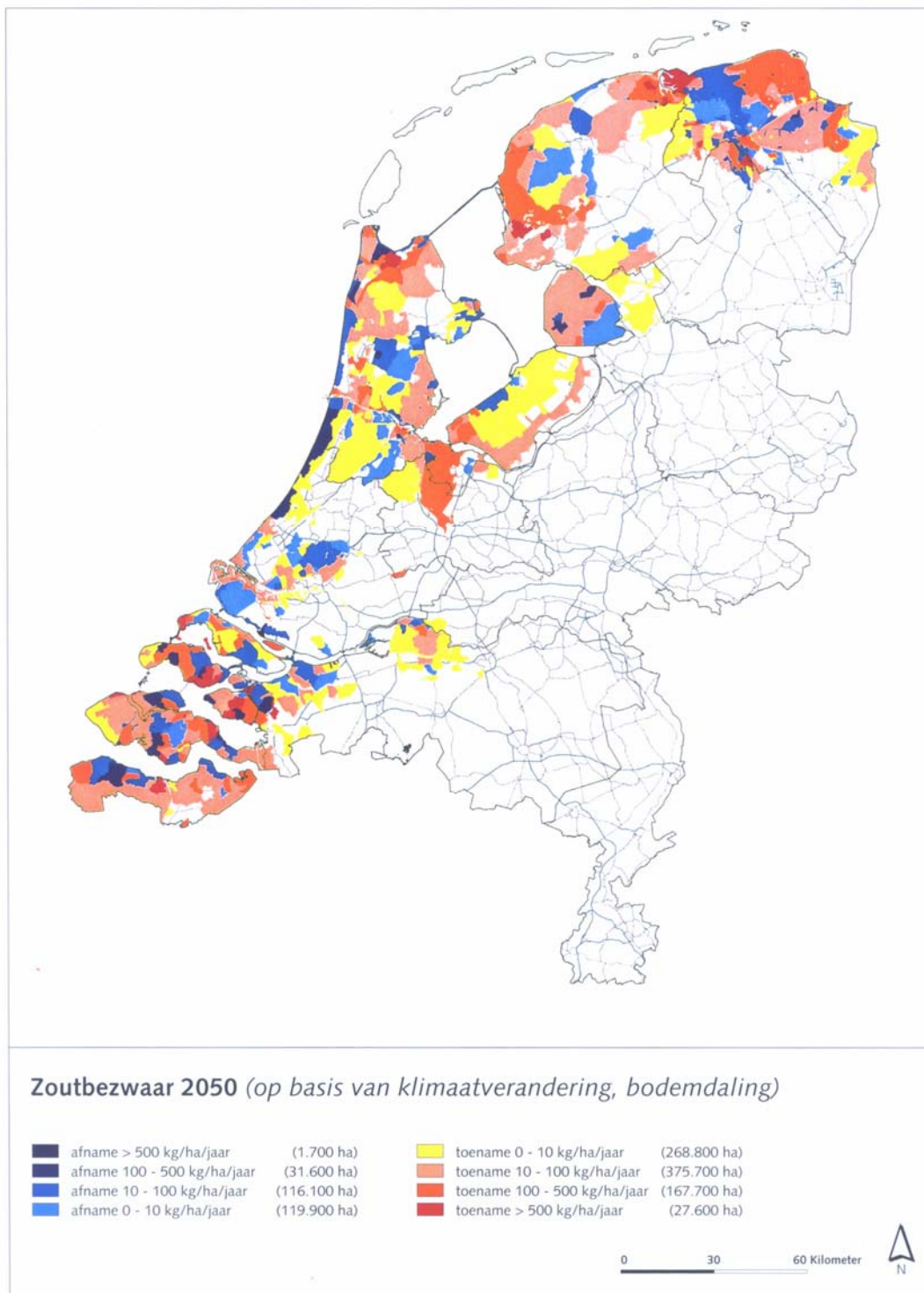


Figuur 4. Vooral in West-Nederland zijn in de deelstroomgebiedsvisies maatregelen tegen bodemdaling benoemd. Verminderde drooglegging zal de productielandbouw op de veengronden bemoeilijken (MNP, 2004).

Uit figuur 4 blijkt dat in de meeste gebieden concrete maatregelen nog niet benoemd zijn; de voorziene problemen worden slechts in grote lijnen onderkend. Voor enkele deelgebieden in het westen van het land heeft men concrete voornemens.

Zoutindringing

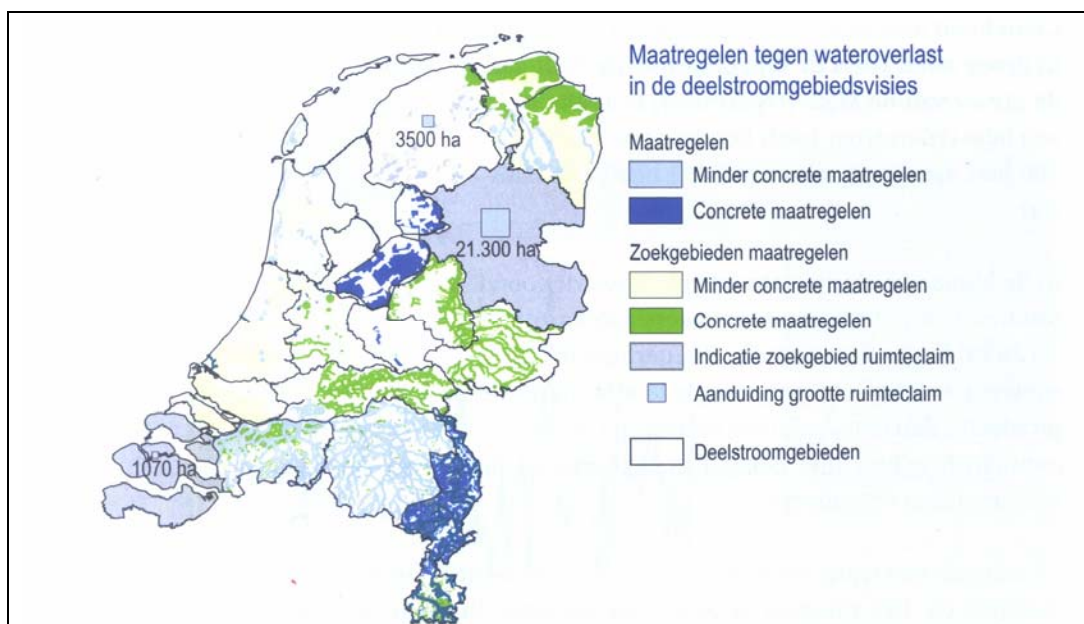
De indringing van zout water in het oppervlaktewater is een oud probleem in onze kustgebieden. Verwacht wordt dat door de klimaatveranderingen de zoutinvloed sterk zal gaan toenemen met name omdat de zeespiegel stijgt, de rivierafvoeren 's zomers minder worden, de verdamping toeneemt én de vraag naar water voor de landbouw blijft stijgen (figuur 5). Voor de drinkwatervoorziening wordt verwacht dat de norm van 150 mg/L chloride vaker overschreden wordt. Ook voor de landbouw is verzilting een bedreiging. Doorspoeling met zoet oppervlaktewater zal niet steeds gegarandeerd zijn en men zal in het lage westen met sterkere verzilting rekening moeten houden. De zoetwater-inlaatperiode bij Gouda is nu al twee weken bekort, en men verwacht dat deze in de toekomst een maand bekort zal worden. De zoutgrens rukt op en deze laat zich niet zomaar terugdringen, zelfs niet bij voldoende zoet water. In Noord-Holland is dit evenzo te verwachten, versterkt door de vele 'puntvormige zoutconcentraties' als gevolg van de lokale moerasgaswinningen.



Figuur 5. In het westen van ons land verschuift de zoutgrens. Aangegeven is waar de grens komt te liggen wanneer er geen rigoureuze maatregelen genomen worden.

Fluviaal en internationaal

Als gevolg van de klimaatveranderingen zullen buien heftiger worden en zal meer water in korte tijd afgevoerd moeten worden. Door meer verdamping en geringere zomerneerslag zal de zomerafvoer kleiner worden. Daarom is het gewenst dat het grillige patroon wordt opgevangen door de neerslag bovenstrooms zoveel mogelijk vast te houden (figuur 6). Hét geëigende middel hiertoe is het vergroten van de spongiteit, zodat de watervoorraad op peil kan blijven en de afvoer gedempter verloopt. Hiervoor is beleid nodig op de schaal van het hele stroomgebied, dus zowel nationaal als internationaal. Op dit vlak zijn er goede aangrijpingspunten te vinden, zij het dat de 'waterpartners' voorsnog op de hoge waterstanden gericht zijn.



Figuur 6. In de deelstroomgebiedsvisies hebben de provincies en waterschappen ruimtelijke maatregelen opgenomen om de verwachte wateroverlast als gevolg van klimaatverandering te bestrijden (RIVM-MNP, 2004).

In ons land hebben tot dusverre alleen Limburg en Flevoland concrete maatregelen voorgesteld; in de laagland-landschappen gaat het, voorsnog alleen om zoekgebieden en ruimtelijk beperkte maatregelen.

Economische oplossingen: blauwe diensten

Pas recent probeert men boeren te interesseren om op hun landbouwbedrijf ruimte af te staan voor waterberging en voor verbeteringen van het watersysteem. Zowel in vrij afwaterende als bemalen landschappen zijn er interessante initiatieven. Boeren willen een stuk grond wel inzetten om waterproblemen te verminderen, mits daar een redelijke en duurzame vergoeding tegenover staat. Omdat de inkomsten in de landbouw onder druk staan is ruimte-voor-water op het boerenland zelfs een interessant alternatief voor sommige boeren.

Er zijn inmiddels voorbeeldprojecten, onder andere voor het versterken van de waterinfiltratie, voorraadvorming en periodieke berging. Het lijkt erop dat in de landschappen in laag Nederland zulke ontwikkelingen een vlucht zullen nemen. Overeenkomstige maatregelen in het buitenlandse deel van onze stroomgebieden zijn nog niet aan de orde, maar de verwachtingen over de effectiviteit daarvan zijn erg hoog.

Onzekerheden over de klimaateffecten

De concentratie van broeikasgassen zou volgens IPCC-publicaties de klimaatveranderingen mede bepalen. De mate van klimaatgevoeligheid is onzeker en moeilijk te bepalen. Recentelijk hebben nieuwe studies uitgewezen dat de klimaatgevoeligheid voor broeikasgassen groter lijkt dan tot dusverre werd berekend. Deze onzekerheden werken natuurlijk door in het kader van deze studie. Bepaalde gevolgen werken rechtstreeks door op het landschap, maar het is moeilijk aan te geven welke acties rechtstreeks doorwerken in landschappelijke veranderingen. De in dit rapport beschreven indirecte gevolgen van klimaatverandering zijn gebaseerd op de huidige ideeën over de richtingen waarin men naar maatregelen zoekt (strategieën). Daarom zijn er op het vlak van indirecte gevolgen door klimaatverandering juist erg veel onzekerheden. Daardoor heeft deze rapportage een sterk exploratief karakter.

3.3 Laagland-landschappen in de toekomst

Bij de behandeling van de trends in de ontwikkeling van de drie Nederlandse laagland-landschappen komt vervolgens aan de orde: hun geografie, welke streekeigen kenmerken bezitten ze met aandacht voor de geografische variatie, op welke kenmerken zal de klimaatverandering doorwerken (mechanisme) en waar zal dat in resulteren.

Als basis voor de indeling is de verspreiding van de Nederlandse plantengemeenschappen op associatieniveau genomen, omdat de veelheid aan abiotische en historische factoren juist in de vegetatie tot uitdrukking komt.

Omdat er veel onzekerheden zijn op het vlak oorzaak-maatregelen-gevolgen is ervoor gekozen om twee scenario's te hanteren om uiteindelijk een beeld te krijgen van de nieuwe ontwikkelingen. Het ene scenario gaat ervan uit dat we alle maatregelen op Nederlandse schaal oppakken "Nederland als bovengrens". In het tweede nemen we het internationale "stroomgebied is uitgangspunt".

Nederland als bovengrens

Dit *scenario* is gebaseerd op een klassieke set van maatregelen in waterhuishouding. Alles wat we doen in het kader van de voorziene klimaatveranderingen lossen we binnen onze eigen grenzen op, althans voor zover dat technisch gezien mogelijk is. We treffen maatregelen voor het vergroten van het areaal om oppervlaktewater ruimte te geven, infiltratiecapaciteit te vergroten, moderne bouwkundige en stedelijke voorzieningen te treffen die negatieve effecten van de buigheid opheffen. En langs de rivieren worden afvoerverruimende werken uitgevoerd o.a. door het bosareaal langs de rivieren te verminderen en nevengeulen te graven; alles op basis van WB21 (Ministerie van V&W. Ruimte voor de rivier. 2000).

Stroomgebied als uitgangspunt (brongericht rivierbeheer)

Het andere *scenario* gaat ervan uit dat men bovenop de ingrepen uit scenario 1 op niveau van het stroomgebied maatregelen treft om de waterhuishouding functioneel en maatschappelijk acceptabel te houden. Men heeft midden- en bovenstrooms de spongiteit effectief vergroot, zodat extreme afvoergolven vertraagd verlopen en voorkomen worden, zowel nationaal als internationaal. Hiervoor heeft men op gemiddeld 15% van het stroomgebied (voornamelijk cultuurland) veranderingen doorgevoerd waardoor de neerslag effectief vastgehouden wordt of slechts vertraagd kan afvloeien. De maatregelen werken zowel hydraulisch als hydrologisch door. Door deze aanpak is er minder zomerdroogte en een grotere zoetwatervoorraad om vanuit het riviereengebied te distribueren naar waterbehoeftige regio's. Dat is gunstig voor het op peil houden van de grond- en oppervlaktewaterlichamen, maar ook voor de waterkwaliteit. Verzilting kan worden tegengegaan, mits het water zoveel mogelijk gedistribueerd wordt

binnen één en hetzelfde stroomgebied (dus geen Maaswater in het Rijnsysteem, geen Rijnwater in de Vecht, enz). In *scenario 2* wordt de lijn van het moderne waterbeleid doorgetrokken tot op een internationale schaal en bovendien weegt het water in voorraad houden veel zwaarder.

Klimaatverandering betekent voor ons land meer neerslag in grillige en heftige buien, meer verdamping, hoger zeeniveau, meer extreme rivierafvoeren en sterkere grondwaterstandwisselingen. Het betekent dat VERthema's als verdroging, vernatting, verzilting en vermesting aan de orde blijven en doorwerken in het landschap omdat burgers, boeren en overheden er op in blijven spelen.

Opdam en Klijn (2003) geven in hun verkenning op hoofdlijnen al het volgende weer. De effecten van klimaatverandering, en daaraan gerelateerd de veranderingen in de waterhuishouding en zeespiegelrijzing, dienen gedifferentieerd gezien te worden naar het type gebied en het type natuur. Er zijn directe en indirecte effecten omdat de samenleving allerlei aanpassingen als reactie heeft. Die brengen naar schatting zowel bedreigingen (verliezen) als kansen (opbrengsten) met zich mee.

De effecten zijn naar hun schatting het sterkst voor Laag Nederland, dus voor de gebieden die ook in deze studie aan de orde zijn. Verliesposten lijken voort te komen uit biotoopverlies (in het kustgebied) en dito in het bereik van de grote rivieren en moerassen; kansen lijken samen te hangen met toenemende kwel in randgebieden met hoge gronden.

Voor de afzonderlijke scenario's worden de verwachte veranderingen in tabelvorm samengevat. Per landschap wordt de balans opgemaakt van kenmerken die 'afnemen, neutraal scoren en toenemen'.

4 Bestuurlijke uitdagingen

4.1 Reacties en gevolgen

Het proces van klimaatverandering verloopt geleidelijk, maar omdat bestuurders er nu al sterk op anticiperen zullen de gevolgen in het landschap groot zijn. In de hoofdstukken hierna is dat nauwkeurig uitgewerkt. Tussen oorzaak (klimaat) en gevolg (reactie mensen en deels de natuur) zit een duidelijk discrepantie omdat men een voorschot neemt op de ontwikkelingen. Zo maakt men dijken hoger met het oog op de komende beredeneerde hoogwatersituaties en zo creëert men ruimte voor water met het oog op de verwachte hoeveelheden waterafvoer op de rivieren. De geleidelijke verandering leidt zo tot ingrijpende aanpassingen in relatief korte tijd. Bovendien lijkt het erop dat de huidige strategie van 'laten we de problemen vooral in eigen land oplossen' in de hand werkt dat we gegijzeld worden door waterstaatsdoelstellingen als 'hoge veiligheid, geringe wateroverlast'. Als we deze doelstellingen zouden verruimen en met andere doelstellingen zouden uitbreiden tot op stroomgebiedniveau, dan ontstaan er geheel nieuwe mogelijkheden.

4.2 Strategische denkrichting

Internationale en integrale opgaven

Het is aannemelijk dat het tegengaan van ongewenste klimaateffecten met een internationale set aan maatregelen minder effectief is dan het werken op basis van de stroomgebiedbenadering. Door goede samenhang volgens de WB-21-principes kan buffering (retentie), voorraadvorming en vertraagde doorstroming gerealiseerd worden. In droogteperioden kan verdroging op alle niveaus binnen het stroomgebied beperkt blijven. Afvoergolven zijn te dempen door het vast te houden en zo diffuus mogelijk te bergen in het bovenstroomse landschap, bijvoorbeeld in de vorm van nieuwe (broek)bossen en wetlands op lemige laagten. De aldus verbeterde spongiteit van het landschap werkt in benedenstroomse richting door, ruimtelijk én temporeel.

Internationale stroomgebieden, die we delen met Duitsland, België en Frankrijk, maken een internationale aanpak mogelijk. Investeren in spongiteit van deze meer bovenstrooms gelegen gebieden betekent stroomafwaarts veiligheid, minder negatieve economische gevolgen voor allerlei vormen van landgebruik, scheepvaart, en stedenbouw in onze laagland-landschappen.

In ons land is een ruimtelijke samenhang tussen de deelstroomgebieden groot. De talrijke zijtakken van de rivieren en afgetakte kanalen doorstrómen onze landschappen. Het is duidelijk dat samenhangend waterbeleid tot beperking van allerlei hydrologische extremen zal leiden, wat weer doorwerkt op het behoud van de landschapskenmerken. Internationaal en integraal waterbeleid is dus goed voor onze kwetsbare laagland-landschap, maar op grond van de huidige stand van zaken met de deelstroomgebiedsvizies moet er nog veel gebeuren.

Bestuurlijke uitdagingen

Bestuurders zouden meer oog moeten hebben voor de samenhang tussen de bestuurlijke deelgebieden en zouden daar hun maatregelen gezamenlijk op moeten afstemmen. De doorwerking van het centrale beleid op het regionale en zelfs lokale beleid zou veel beter gestalte moeten krijgen en bovendien veel sneller vormgegeven moeten worden. De hoogste

prioriteit verdient het laagveenlandschap en de buitendijkse gebieden, omdat daar het oer-Hollandse landschap het meest op de tocht staat.

Ze zullen met regionale stakeholders om tafel moeten gaan zitten om de juiste agenda op te stellen. Waar stroomgebieden internationaal zijn, dient men met buitenlandse partners oplossingen te zoeken op de plekken waar de sterke afvoer primair ontstaat, namelijk waar de spongiteit al sterk afgenomen is. Nog steeds wordt onderschat en miskent wat de betekenis kan zijn om bovenstrooms (zowel nationaal als internationaal) water vast te houden en in voorraad te houden. Niet alleen hebben de laagland-landschappen daar baat bij, ook de 'inwonende natuur', de recreatie in aantrekkelijke en gevarieerde landschappen en diverse economische functies als land- en bosbouw varen er wel bij.

Het bestuur moet nog meer omdenken van 'verdedigen tegen hoogwaters op de rivieren' naar 'wapenen tegen tekort aan water'. Bestuurlijke uitdagingen hebben nóg een dimensie, nl om wateropgaven en veranderende landbouw aan elkaar te koppelen. Bovenstroomse ruimte voor spongiteit kan een kans zijn voor nieuwe, extensievere vormen van landbouw (bijv. Boeren-voor-natuur). De gedachte is om als nieuwe internationale strategie te gaan werken volgens het principe van brongericht rivierbeheer.



Foto 5:

Kronkelende, kleine riviertjes met ondiepe bodem dragen bij aan het vasthouden en vertraagd afvoeren van water.

4.3 Vervolgvragen

Er zijn verkenningen nodig om de consequenties van de beleidskeuzes van de nieuwe strategie van brongericht rivierbeheer inzichtelijk te maken, in vergelijking met het vigerende beleid. Wanneer we internationaal gaan werken, komen we tal van keuzemomenten en zelfs dilemma's tegen.

Belangrijk is dat we inzicht krijgen in de landschappelijke samenhang en de kwaliteit van de streekeigen identiteit in relatie tot het waterbeheer op stroomgebiedniveau (1) en hoe de doorwerking van regionaal waterbeleid precies is op het landschap (2). Welke combinaties van gebiedsfuncties passen in welke mate bij elkaar als er bovenstrooms meer op ruimte voor vasthouden van water en voorraadvorming wordt ingezet (3)? Hoe kan het beheer van zulke gebieden het beste geschieden gelet op kansen voor publiek-private-samenwerking (4)? Kan er een landbouw-gebruiksmodel ontwikkeld worden dat op het niveau van een stroomgebied meervoudig grondgebruik mogelijk maakt en economisch duurzaam is (5)? Wat betekent brongericht rivierbeheer voor de kwaliteit van de natuur in onze (laagland-)landschappen (6)? Hoe kunnen regionale watersysteemontwikkelingen door de afzonderlijke waterschappen of provincies de kwaliteit van de laagland-landschappen en de daarin voorkomende ecosystemen behouden en versterken (7)? en welke link moet er dan vanuit de regio's naar één gemeenschappelijk brongerichte strategie gelegd worden? (8)?

5 Het kustlandschap

5.1 Geografie

Het kustlandschap in deze studie omvat het zeeklei- en duinengebied zonder het Waddengebied (figuur 7). Het zeekleigebied wordt geroemd om haar weidse horizons en Hollandse luchten. Vooral de kuststreek, de vele meren en plassen en de Bollenstreek trekken al sinds jaar en dag grote aantallen mensen om er van te genieten.

Het is al heel lang een boom- en bosarm landschap, waar alleen bij behuizing bomen ter beschutting van huis en haard aanwezig zijn. Door de inpolderingen zijn veel landschapsstructuren, die nog getuigen van de historische ontstaanswijze, zoals kreken, inlagen en poelen, geïsoleerd van hun karakteristieke, geomorfologische omgeving behouden gebleven. Kaden, vluchtheuvels en bolle percelen doen herinneren aan de talloze menselijke inspanningen op het vlak van de waterhuishouding, wonen en landbouw.



Figuur 7: Ligging van het Waterrijk en Droog (binnendijks) Zeekleilandschap

De verstedelijking van dit kustlandschap is een nog steeds voortschrijdend proces; dat geldt ook voor de overgang met het rivieren- en het laagveenlandschap. Omvangrijke werken zijn het zeegebied binnengedrongen: Deltawerken, Maasvlakte en uitbouw IJmuiden, waardoor de natuurlijke kustlijn op regionale schaal geheel veranderd is. De ontwikkelingen gaan door en een nieuwe generatie elementen wordt daar aan toegevoegd: windmolenparken, een tweede kustlijn is in studie en wellicht ook nog een vliegveld.

Het zeeleigebied wordt onderverdeeld in het waterrijk zeeleilandschap en het droog zeeleilandschap (figuur 7).

Het duingebied biedt de meeste variatie op korte afstand, denk aan de overgang strand, zeereep, duinen, duinbossen, binnenduinrand naar landbouwgrond en daarachter de zeepolders. Het gebied heeft een grote aantrekkingskracht op mensen. Door natuurlijke oorzaken (wind, salt spray en droogte) ontbraken nabij de kust vroeger bossen van enige betekenis in tegenstelling tot elders in Nederland (althans in de oertijd). Het is nog steeds zo dat, behoudens lokale sterke urbanisatie, de duinen hun opmerkelijke natuurlijke vormen grotendeels behouden hebben; natuurlijke processen zijn daarentegen sterk ingedamd. Het duingebied wordt verdeeld in het kalkrijk landschap en het kalkarm landschap.

5.2 Kenmerken

In de tabel 2 worden voor het klei- en duingebied de kenmerken en de effecten van de klimaatverandering conform het scenario 1 en 2 weergegeven.

Tabel 2: Overzicht van kenmerken van het kustlandschap in Nederland

Gebied en land-schap	Kenmerken die beïnvloed worden door meer neerslag in grilliger en heftiger buien, meer verdamping, hoger zee-niveau, grillige rivierafvoeren en sterkere grondwaterstandwisselingen	Scenario's	
		Nederland als Bovengrens	Fluviale aanpak
Zeeleigebied	Vlak, open cultuurlandschap Grote blokvormige of rechthoekige percelen Laag gelegen Dijken, slaperdijken en kaden Zeer grote traditionele en nieuwe boerderijgebouwen Meanderende en rechte sloten Overwegend akkerbouw	Zie hieronder	
Waterrijk zeeleilandschap	Binnendijkse kleimoerassen Wadden en schorren Kwelders en gorzen Kreken, moeraning- en veenputten en inlagen Poelen Kreekranden en kleiige platen Terpen, vluchtheuvels, dijken, slaperdijken en kaden	Binnen- en buitendijkse gebieden worden 's winters natter, door de sterke zomerverdamping zijn ze 's zomers droger (veel stress door de zilte ondergrond in het groeiseizoen) Grote oppervlakten in zowel Nederland verziltten en akkerbouw wordt grasland of onproductieve grond.	De effecten van scenario 1 blijven onverminderd gelden maar door de sterke afname van de sedimentaanvoer als gevolg van de verbeterde spongiteit wordt de opbouw van nieuwe slib- en zandplaten steeds moeilijker. Gevolg is veel buitendijkse erosie. Het areaal aan kwelders en schorren zal afnemen, en daarmee neemt ook het

		Buitendijkse golferosie en buitendijkse platen verdwijnen ('kieren helpt niet'). De biomassaproductie neemt toe maar krijgt een extreme zomerdepressie door beperkte vochtvoorziening.	oppervlak voor de ecologische functies sterk af. Lage buitendijkse platen geheel verdwijnen zonder binnendijkse compensatie. Binnendijkse verzilting neemt toe en akkers worden omgezet in graslanden; er verschijnen – eerst nog experimenteel - teelten van 'zilte groenten' en er worden meer nieuwe natuurgebiedjes gecreëerd.
Droog zeekleiland-schap	Zoete, kalkrijke kleipolders, droogmakerijen en mariene polders met strak geometrische vormen en infrastructuur Zoete, kalkarme kleipolders, die bolvormig geploegd zijn	De ruimte voor water wordt aanzienlijk vergroot. Aanvankelijk bepaalt een natuurlijk ogende riet-/ruigtevegetatie het beeld, maar op den duur treedt verbossing op. Akkerbouw zal bemoeilijkt worden door de grilligheid van het weer en de daardoor optredende milieustress. Het waterpeil gaat sterker fluctueren, evenals de waterkwaliteit. Binnendijkse verzilting treedt af en toe op grote schaal op. Het weidse productie landschap verdicht en teelten veranderen.	Ingrepen voor de waterberging worden strak geometrisch uitgevoerd; door wateraanvoer uit het rivierengebied goed voor elkaar te hebben fluctueert peil en kwaliteit veel minder; binnendijkse verzilting treedt alleen op als aanvoer onmogelijk wordt Nieuwe gebieden die ingericht worden als ruimte voor water verruigen en verbossen.
Duin-gebied	Zeer reliëfrijk Verstoven leemarm zeezand Kalkgradiënten Vochtige duinvalleien Plaatselijke naaldhoutaanplantingen Landgoederen aan de binnenduinrand In grote delen geen infrastructuur noch bebouwing Aan de binnenduinrand overgangen naar landbouw	Zie hieronder	
Kalkrijk duin-gebied	Stranden en strandvlakten Zeereep Groene stranden Achterduinse strandvlakten en kunstmatige 'zeekerven' Vochtige duinvalleien Oude duinen Oude strandvlakten Kroften en schurvelingen	De kustlijn versmalt ondanks zandsuppleties. Stranden en zeerepen worden volledig kunstmatig. Zandvlakten worden gemiddeld natter. Duinvalleien vernatten, het organische stofgehalte wordt hoger en er kan weer veen- en broekbosvorming optreden. Open aanstuiving verminderen en het duinlandschap gaat meer verstarren.	Idem
Kalkarm duin-gebied	Droge kalkarme duinen Strandwallen	De gedraineerde gebieden zullen weinig gevolgen ondervinden van de klimaatveranderingen. De overgangen naar achterliggend landschap biedt kansen voor water-voor-natuur (en woonomgeving)	Door aanvoer van rivierwater is er 's zomers minder verdroging in de polders. Kansen voor duinrellen en duinplassen.

5.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen

Klimaatverandering werkt door op veel onderdelen van het kustlandschap. Doordat de buien heftiger worden zal wateroverlast optreden. Door toenemende verdamping zal de zomerdroogte toenemen. De uitersten tussen overlast en tekorten worden groter wat meer stress betekent, meer natheids- en droogteschade in de landbouw (afstervende onrijpe gewassen), plasvorming in graslanden en massale grassterfte, kustafkalving en een smallere kustlijn met meer kunstmatige strand- en duiningrepen en verstarrende duinen.

Ecologische functies zullen gecompenseerd worden, doordat waterstaatkundige voorzieningen ervoor zorgen dat er aanvankelijk meer ruimte voor natuur-langs-het-water komt, maar die zal op termijn door verlanding en verbossing teloor gaan. Afhankelijk van het scenario zullen effecten in het landschap op verschillende manieren tot uitdrukking komen.

In scenario 1 wordt het landschap verrijkt of opgezaaid met ruimte-voor-water-maatregelen. De slechte watervoorziening in de zomerperiode, waarschijnlijk in combinatie met zoutstress, leidt periodiek tot depressie in biomassa-productie én dito in de agro-productie. De landbouw zal hier vermoedelijk sterk op reageren met aangepaste gewassen en andere teeltmethoden.

In scenario 2 zullen deze effecten minder manifest zijn door de veel betere wateraanvoermogelijkheid vanuit de grote rivieren. De verwachte hogere grondwaterstanden leiden ertoe dat in het duingebied water een meer prominente rol kan spelen.

5.4 Nieuwe kenmerken

Door de klimaatveranderingen ontstaan er in het kustgebied nieuwe condities. Hier worden er enkele genoemd die op termijn aanknopingspunt kunnen vormen voor nieuwe ontwikkelingen in het landschap (tabel 3).

Tabel 3: Condities die in het kustlandschap tot nieuwe landschapselementen leiden

Condities	Landschapselement
Verzilting	Meer binnendijkse graslanden , ook gunstig voor herbivore vogels en broedvogels die het veenlandschap 'verlaten'
Verruiging	Successie naar struweel en bos
Zeespiegelrijzing en buitendijkse erosie	Uitbreiding areaal buitendijks water en toenemende binnendijkse kwelplassen Meer sluffers of kerven; door zandsuppleties steeds meer tijdelijke zand- en zeereepopvullingen
Ruimte voor water door afgravingen	Nieuwe elementen met oppervlaktewater waarin zich begroeiingen van moeras en rietruigten ontwikkelen
Verzilting en verdroging afgewisseld met sterke vernatting	Meer ruigere graslanden met grootschaliger 'extensieve' beweiding met niet-Nederlandse veerassen en veel meer schapen
Vernatting duinen	Meer vochtige duinvalleien , plassen en ondiepe duinwateren en meer potenties voor duinrellen en initiële veenvorming
Reactie landbouw	Vervanging traditionele teelten door andere akkergewassen

In het kustlandschap, met veel urbanisatie en industriële uitbreidingen, leidt klimaatverandering tot meer kleine wateren; binnendijks worden veel akkers omgezet naar grasland. Het landschap wordt in totaliteit wat ruiger. In en nabij de duinen is de vernatting in de vorm van allerlei plassen of stromende rellen zichtbaar.

5.5 Voorlopige balans

In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de kenmerken die door klimaatverandering aan verandering onderhevig zijn.

Tabel 4: Landschapskenmerken in het kustlandschap die door klimaatverandering worden beïnvloed

Afname	Neutraal	Toename
Open cultuurlandschap	Perceelsvormen	Grote nieuwe gebouwen
Spaarzame beplanting	Laag liggende delen	Poelen
Akkerbouwareaal	Dijken, slaperdijken, kaden	Inlagen
Akkerbouwgewassen	Grote traditionele gebouwen	Ruigten
Kwaliteit binnendijkse kleimoerassen	Terpen, vluchtheuvels	Struweel en bos
Areaal wadden en schorren	Duin-geomorfologie	Zilte graslanden (ook goed voor vogels)
Areaal kwelders en gorzen	Areaal oude duinen	Riet en moeras
Kreekranden	Areaal oude strandvlakten	Vochtige en natte duinen
Areaal strand	Kroften en schurvelingen	Initiële veenvorming in de duinen
Areaal groen strand		Teelten van 'zilte gewassen'

In het kustlandschap zullen door klimaatwijzigingen veranderingen optreden die samen opgaan met het proces van urbanisatie, aanleg en verbreding van het wegennet en de verrommeling van de stadsrand. Het proces van de verstedelijking zal in westelijk Nederland de klimaateffecten deels overschaduwen.

Door zeespiegelrijzing treden buitendijks grote landschappelijke en ecologische verliezen op, die niet zomaar gecompenseerd kunnen worden. Het areaal akkerbouw in het binnendijks gebied neemt af, het open karakter van het landschap zal op veel plekken achteruitgaan door verruiging en verbossing. De kwaliteit van water en moeras zal achteruitgaan. Het landschap met een strakke, geometrische weidsheid zal geleidelijk worden vervangen door gebieden met een rommelige en ruige verschijning.

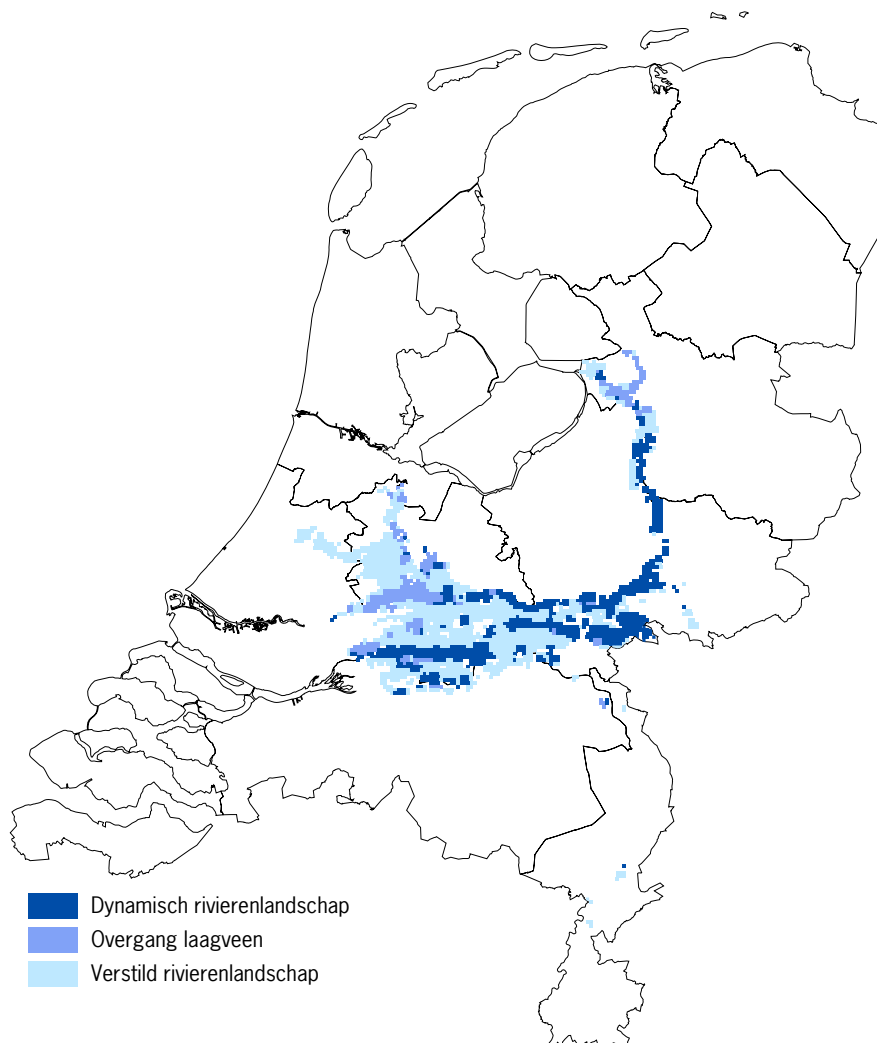
Een breed scala aan historische elementen, die zijn ontworpen voor het waterbeheer, en veel kenmerken binnen het oude duinlandschap blijven behouden.

Klimaatverandering veroorzaakt kansen voor de aanleg van nieuwe waterpartijen waarin de natuur weer kansen krijgt; een groter areaal (zilte) graslanden is gunstig voor weidevogels en allerlei grasetende vogels (ganzen, smienten en meerkoeten); in de lage duinen zal het water meer op de voorgrond treden; er komen meer ruigten en bosschages.

6 Het rivierenlandschap

6.1 Geografie

Het rivierenlandschap bestrijkt het zoete buitendijkse gebied (uiterwaarden) en de zoete, ingepolderde, binnendijs gelegen overstromingsvlakten van het Rijnsysteem (Rijn, Waal en IJssel) en de Maas (figuur 8). De bodem bestaat uit leem, klei en zand; het water is overwegend voedselrijk, maar binnen het bereik van hogere zandgebieden plaatselijk voedselarmer door de invloed van kwelaanvoer uit hoger gelegen, zandige gebieden (Veluwe, Salland, Drents plateau, Utrechtse heuvelrug en delen van Noord-Brabant). De oorspronkelijke occupatie en infrastructuur was beperkt tot de natuurlijke en later aangebrachte kunstmatige hoogten. Waar vóór de bedijkingen regelmatig overstromingen voorkwamen ontbraken bewoning en infrastructuur of waren beperkt tot terpen, donken, kaden en dijken.



Figuur 8: Ligging van het Dynamische Rivierenlandschap, het Verstilde rivierenlandschap en de overgangen naar het Laagveenlandschap

Tegenwoordig verschilt de waterhuishouding binnen- en buitendijks sterk van elkaar. Vroeger was de (onbedijkte) overstromingsvlakte tijdens hoge rivierafvoeren bedekt met een ondiepe laag water; tegenwoordig zien we buitendijks veel peilvariatie en overstromingen en binnendijks een meer constant waterpeil. Naast de al decennialange, grootschalige delfstoffenwinning is er de afgelopen 20 jaar een nieuwe grootschalige activiteit bijgekomen: natuurontwikkeling, waarbij men na lokale afgravingen grote gebieden extensief laat begrazen door 'ruig vee'.

Er worden drie landschapstypen onderscheiden: het dynamisch rivierenlandschap, het verstild rivierenlandschap en het waardenlandschap.

6.2 Kenmerken

In de tabel 5 worden de belangrijkste kenmerken genoemd van het rivierenlandschap en de effecten genoemd die optreden in scenario 1 en 2.

Tabel 5: Overzicht van kenmerken van het rivierenlandschap in Nederland

Gebied en landschap	Kenmerken die mogelijk direct en indirect beïnvloed worden door klimaatverandering met meer neerslag in grilliger en heftiger buien, meer verdamping, hoger zeeniveau, grillige rivierafvoeren en sterke grondwaterstandwisselingen	Scenario's	
		Nederland als bovengrens²	Fluviale aanpak
Rivieren-gebied	Hoge waterdynamiek Buitendijkse overstromingen Binnendijkse kwel Verlandende (oude) riverlopen (strangen), doorbraakkolken (wielen) Uiterwaarden met (voormalige) steenfabrieken, tichelgaten Zandwinplassen en grindgaten Matig hooggelegen graslanden met (mei)doornheggen Knotbomen langs lagere percelen Wilgenstruwelen, grienden en populierenbossen Natuurontwikkelingsgebieden Waarden met zware klei en kwel sloten Dorpen op oeverwallen met traditioneel fruit en tuinbouw Landgoederen, kastelen en T-hoeven op oeverwallen Komgronden met opstreckende verkaveling Komgronden met eendenkooien	Zie hieronder.	

² In dit scenario is wél een aantal buitenlandse ingrepen ingecalculereerd die voortkomen uit de vigerende verdragen in het kader van IRMA (Internationale Rijn- en Maasaangelegenheden) en overeenkomstige afspraken.

<p>Dyna- misch rivierland- schap</p>	<p>Open en onbebouwd gebied Stelsels van laagten, ruggen en kaden Rivierbeddingen met stromend water Rivierstranden en kribvakken Lage oeverwallen en stroomruggen Riverduinen Lokaal wilgenstruwelen Bossen waarin Zwarte populier en wilgen domineren</p>	<p>De rivierdynamiek is versterkt, waterstandsverschillen zijn groter. In het gebied zijn rivierverruimende werken op grote schaal uitgevoerd leidend tot meer geulen en minder ruigten, struweel en bos. Veel hagen verdwijnen. Milieudynamiek en –stress zijn groot en leiden tot beperking van de levensduur van soorten en efemerie. De aquatische fauna en flora verarmt en enkele exoten in de planten- en dierenwereld gaan domineren in het waterlichaam; drijvende waterplanten sterven uit. Moerasvegetaties verdwijnen. Hoog liggende graslanden verdrogen evenals matig vochtige graslanden door de drainage van nieuwe geulen. Het aandeel ‘veranderlijke’ zand- oevers en –platen is groot; lage ruggen langs de rivier worden periodiek met zand afgedekt. De textuur van het zand verandert van fijn naar grof. Grootschalige bosontwikkeling is niet mogelijk en bestaande bossen fragmenteren. Het kleinschalige landschap verdwijnt en wordt omgezet in natuurachtige grazige gebieden (nieuwe wildernis). Het motto waterafvoeren leidt tot verdroging met ecologische en economische schade; scheepvaart wordt periodiek bemoeilijkt door óf te hoge of te lage waterstanden. Het natuurbeheer is grootschalig en geïnstitutionaliseerd.</p>	<p>Door de sterke inzet op bovenstroomse spongiteit is de dynamiek ongeveer gelijk gebleven tot enigszins toegenomen. De sedimentvracht is klein en de helderheid van het water groot. De aquatische fauna en flora is goed ontwikkeld in rustige uitwaardge-deelten evenals de moe-rasvegetatie. Slibplaten zijn veelvuldig aanwezig en structuur. het aangevoerde sediment Veel van het nog aanwezige landschap blijft behouden. Er worden wel nieuwe ondiepe wateren en moerasjes gecreëerd, maar dan vooral gemotiveerd vanuit de VHR (Natura 2000). Het riviersysteem is aangetakt om het achterland bij watertekort te kunnen aanvullen. Het bosareaal is beperkt. De gedempte dynamiek van de rivieren is een belangrijke reden om meer op behoud van natuur en landschap dan op natuurontwikkeling in te zetten. Water bovenstrooms vasthouden is het motto, waardoor de verdrogingseffecten zowel in het riviereengebied als door aanvoer in andere landschappen beperkt kan worden; scheepvaart kent slecht relatief beperkte perioden met vaarbelemmeringen. Binnen het kustbereik, in het voormalige zoetwatergetijdgebied, zal door zeespiegelrijzing veel ruimte voor overloopgebieden gecreëerd worden. Het natuurbeheer zal zowel door de boeren in samenwerking met beheersinstellingen uitgevoerd kunnen worden.</p>
--	---	---	--

Verstild rivier landschap	Verlandende rivierlopen Stelsel van winterdijken Brede uiterwaarden met steenfabrieken Complexen van tichelgaten met moeras, wilgenstruweel en ruigte Graslanden met heggen en knotten Grienden en populierenbeplantingen Bossen waarin populieren, wilgen, meidoorns en zwarte els domineren	Door ruimte voor de rivierwerken zijn veel buitendijkse kenmerken verloren gegaan. De sterker pulserende rivier resulteert in een sterk genivelleerd landschap waarin het maaiveld verlaagd is en de begroeiing kort gehouden wordt. Het landschap is grootschaliger geworden en mede vanwege veranderend beheer is er steeds minder aandacht voor allerlei subtiele en kleine natuur- en landschapselementen.	Door ruimte voor rivierwerken zijn op veel plekken buitendijkse kenmerken verloren gegaan, maar door inzet op bovenstroomse spongiteit kunnen, nog veel historische natuur- en landschapskenmerken behouden worden. Het verstilde landschap is in zijn geheel in onbalans geraakt, omdat de ruimte voor rivierwerken ogenschijnlijk aselekt worden uitgevoerd.
Waarden landschap	Graslanden met lokaal knotwilgen op perceelsranden Populierenaanplantingen Kleine natte bosjes Eendenkooien Waarden met kwelsloten Binnendijkse kleiputten Geïsoleerde rivierarmen Plaatselijk tuinbouw (kassen) en fruitteelt Sterk geometrische kavelvormen Veel nieuwe (verkavelings)boerderijen	In antwoord op de heftige buigtheid en toegenomen wateroverlast heeft men op vrij veel plaatsen ruimtevoor-water gecreëerd. In en nabij de nieuwe watteruimten is een breed scala van ontwikkelingen ontstaan, van natuurontwikkeling, recreatie tot inventief wonen. De 'waterstress' heeft geleid tot meer intramurale tuinbouw (kassen), mede gestimuleerd door inplaatsing vanuit andere gebieden. De warmere zomers leiden naar andere landbouwteelten.	In dit scenario zijn de landschappelijke veranderingen in grote lijnen hetzelfde als in scenario 1. Grootschalige inplaatsing van intramurale tuinbouw lijkt in dit scenario minder aan de orde.

6.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen

Het benedenstroomse rivierenlandschap is sterk onderhevig aan wat bovenstrooms gaande is. De afgenomen spongiteit heeft geleid tot meer extreme afvoeren en de klimaatverandering versterkt dat nog eens. Om dit tegen te gaan wordt een uitgebreid pakket van maatregelen genomen. Daarbij worden in de uiterwaarden allerlei fraaie landschapselementen geruimd, zoals bomen, boomgroepen, kleine bossen en delen van bossen, terreinhoogten, kunstmatige obstakels als woningen, kaden, dijkjes, enz. Nivellerend voor het kleinschalige landschap, maar tot voor kort ook met nieuwe kansen voor natuur. Door de klimaateffecten wordt in de toekomst de ruimte voor boom- en bosrijke natuur weer beperkt; de nieuwe wateropgaven moeten straks weer leiden tot een open en boomarm landschap.

In scenario 1 is dat desastreus voor de landschappelijke variatie: het wordt omgevormd tot een volledig onttakeld landschap zonder heggen, kleine ruigten en met weinig bouwwerken, maar wel natuurrijk. Door grootschalig beheer ontstaat er een open landschap. De nog

resterende oude landschapselementen zullen er verlaten en zonder een duidelijk historische formatie bijstaan.

In scenario 2 is door bovenstroomse buffering benedenstrooms perspectief voor behoud, herstel en zelfs ontwikkeling mogelijk van landschapselementen die bijdragen tot de identiteit van het rivierenland.

In de scenario's pakt waterstress verschillend uit: in scenario 1 zal de aquatische verscheidenheid afnemen terwijl die in scenario 2 zal toenemen. De droogte zal negatief doorwerken op de vochtige graslanden. In het binnendijkse landschap komen allerlei multifunctionele voorzieningen voor waterberging.

6.4 Nieuwe kenmerken

Door de klimaatveranderingen ontstaan er in het gebied ook nieuwe condities voor een nieuwe generatie landschapselementen (tabel 6).

Tabel 6: Condities die door klimaatverandering in het rivierenlandschap tot nieuwe landschapselementen kunnen leiden

Condities	Landschapselement
Verzilting van de beneden-rivieren	Uitbreiding biezengorzen en toename van het aandeel Zeebiezen
Lichte verzilting en bodembeschadiging door toegenomen vertrappingsgevoeligheid	Natte, maar uitdrogende graslanden met russen en kale bodemplekken op klei
Bodemdaling in de noordelijke beneden-rivieren	Verdrinken van graslanden en ontstaan van natte rietgrasruigten
Ruimte-voor-water in de vorm van nieuwe , permanent watervoerende geulen	Open en onbegroeide rivierlopen
Ruimte-voor-water in de vorm van open laagten met kleine poelen	Open periodiek onder waterstaande stroombanen met korte begroeiingen en vegetatiearme poelen
Ruimte-voor-water in de vorm van boomloze zones	Open, grazige struik- en boomloze stroombanen die alleen bij hoog water geïnundeerd worden
Verdroging	Zandige ruggen en zandige plateau's waarop de vegetatie 's zomers dor is
Toenemende Hydro- en morfodynamiek	Dominantie van allerlei Cyperaceae en Cypergrassen Omvormen van 'helofytenrijke' begroeiingen tot rietgrasvegetatie
Sterke troebelheid van het water	Ontstaan van vegetatieloze wateren
Meer binnendijkse kwel	Binnendijks meer natte, grazige plekken , moerasjes en bosschages; meer kwelafvoerende sloten met helder water en goed ontwikkelde waterplantenvegetatie
Overstromingen worden langduriger en de overstromingsprocessen grilliger	Omvorming van bloemrijke graslanden en soortenrijke ruigten tot monotone rietgras- en liesgrasbegroeiingen
Sterkere stromingen	Meer kale of weinig begroeide slikken en zandplaten; grofzandige zandplaten
Veranderingen in de landbouw	Akkerland wordt omgezet in nieuwe teelten , waaronder wijnbouw; extensieve beweiding buitendijks met uitheemse rasen

In het landschap komen er na klimaatverandering een aantal landschapselementen bij. Toename is aannemelijk van het areaal natte rietgras- en liesgrasruigten, Zeebiesrijke biezenorzen, russenrijke kleigraslanden, grazige-boomloze stroombanen, verdroogde begroeiingen, vegetatieloze wateren, nagenoeg kale slikken en zandplaten en binnendijks kwelsloten en natte laagten. Nieuw zijn laagten met een combinatie van korte begroeiing en begroeiingen van sterk uitbreidende exotische plantensoorten (vaak kortlevend) uit warmere streken ("Cyperuiden en Gratioliden"). Verder ontstaan er een groter aantal vegetatieloze, eutrofe en hypertrofe poelen en laat in de zomer uitdrogende laagten.

6.5 Voorlopige balans

In tabel 7 worden de kenmerken weergegeven die door klimaatverandering al dan niet aan verandering onderhevig zijn.

Tabel 7: Overzicht van landschapskenmerken die in het rivierenlandschap veranderen als gevolg van klimaatverandering

Afname	Neutraal	Toename
Seizoensmatigheid van inundatie (afwijkend waterbeeld)	Stads- en dorpsfronten	Meer binnendijkse kwelplekken
Rustige wateren worden vegetatieloos	Dijken	Stromende kwelsloten met rijke flora en fauna
Formeel geordende landschapselementen (bomen, heggen, bos)	Binnendijkse kolken en wielen	Grofzandige zandplaten (zee)biesorzen
Natuurlijk(er) struweel en bos	Tichelgaten	Uitdrogend grasland met kale plekken
Terreinhoogten met bebouwing	Openheid graslanden en verspreiding van	Onbegroeide wateren en rivierlopen
Kaden en lage dijkes	Populierenbossen in binnendijkse polders	Grazige stroombanen
Oude dijkhuizen verdwijnen achter de dijkkrui	Occupatie aan de dijken	Extreem verdroogde terreinhoogten
Hooggelegen en matig laaggelegen graslanden	Maisteelt in binnendijkse gebieden	Soortarme rietgras- en liesgrasbegroeiingen
Traditioneel afwisselende landbouw (gemengd met fruit)		Kale slik- en zandplaten
Kortgrazige begroeiingen voor herbivore vogels		Natte tot droge, extensief beweide ruigten zonder boomopslag
Vegetatierijke wateren		Lage platen, overstromingsbanen en overige korte lage begroeiingen met aan sterke dynamiek aanpaste warmte
Moeras met helofyten		minnende soortengroepen
Begroeide slib- en zandplaten		Andere akkergewassen
Kleinschaligheid van het agromade landschap		Wijnbouw
Buitendijkse maisteelt		Andere runderrassen en lokaal experimenten met waterbuffels

Buitendijks zullen veel 'obstakels' geruimd worden, waardoor het landschap weidser, boom- en bosarmer wordt met veel soortarme ruigten. Het oude kleinschalige cultuurlandschap met het Hollandse rund zal uit het uiterwaardbeeld verdwijnen.

De sterk dynamische omstandigheden veroorzaken veel eenvormige begroeiingen; dit gaat ten koste van bontgeschakeerde graslandbegroeiingen. Binnendijks zijn er veel minder negatieve ontwikkelingen.

Qua bebouwing en occupatiepatronen verandert er in het algemeen weinig, alleen buitendijkse 'obstakels' verdwijnen. De waterstaatkundige en waterhuishoudkundige structuren blijven grotendeels bestaan: lokaal zullen dijken 'teruggelegd' worden.

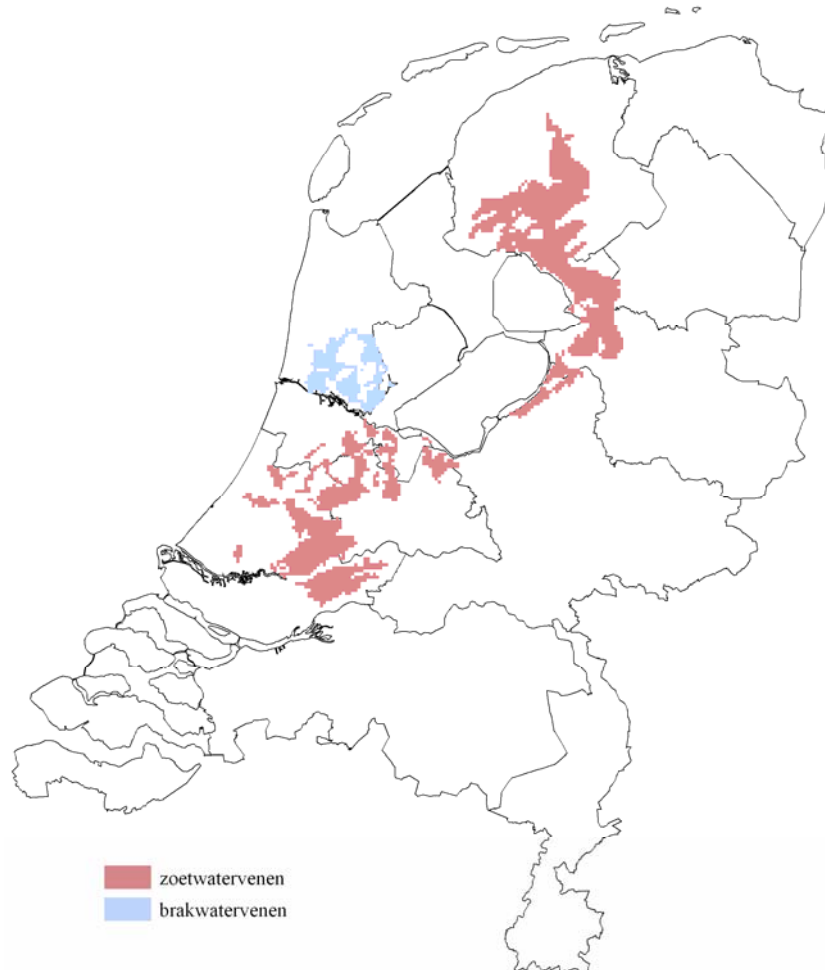
Er komen nieuwe elementen bij: op plekken met toegenomen binnendijkse kwel bijvoorbeeld. Buitendijks zullen grofzandige tot grindrijke platen ontstaan en het aantal 'kale' platen zal toenemen. Al dan niet permanent watervoerende stroombanen zullen min of meer onbegroeid blijven. Verdrogende plekken nemen sterk toe. In het algemeen zal de totale biomassa-productie toenemen, maar op de hogere delen wordt de groei meer en meer 'tweetoppig' (meer voor- en najaarsgroei door de zomerdepressie als gevolg van de droogte). Benedenstrooms neemt het areaal slikplaten met (zee)biesgorzen toe. Lage terreingedeelten raken begroeid met relatief kortlevende, warmteminnende soorten. Binnendijks schakelen boeren over op andere akkergewassen en het areaal wijnbouw neemt toe.

7 Het laagveenlandschap

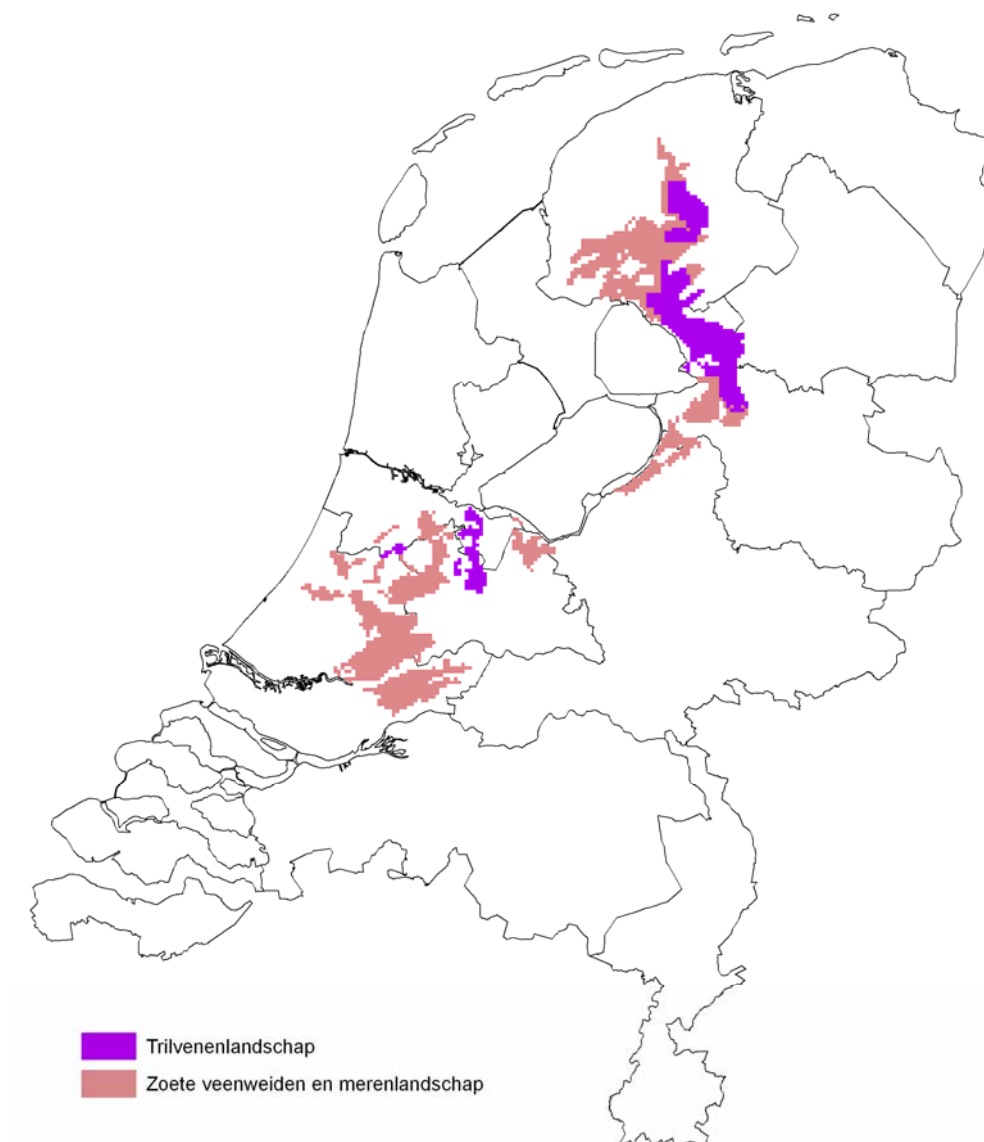
7.1 Geografie

Veengebieden ontstonden doordat het grondwaterniveau nabij of boven het maaiveld kwam te liggen. In Nederland worden de laagvenen voornamelijk gevoed door voedselrijk oppervlaktewater. Bodemdaling en zeespiegelrijzing hebben in het verre verleden het proces van vernatting en veengroei gestimuleerd. De meeste laagveengebieden zijn min of meer vergraven, vooral vanaf de Gouden Eeuw voor de commerciële turfwinning. Minder vergraven laagveengebieden zijn als veenweidegebieden in gebruik genomen. Vergraven veengebieden raakten vroeger als gevolg van stormen en de 'waterwolf' (voortdurend afkabbelen van de oeverlijn) sterk geërodeerd en veranderden in veenplassegebieden.

Het laagveenlandschap wordt onderverdeeld in zoet- en brakwatervenen (figuur 9). Binnen zoetwatervenen onderscheiden we het trilvenenlandschap en het zoete veenweidelandschap (figuur 10).



Figuur 9: Ligging van het Brakwaterveenlandschap en het Zoetwaterveenlandschap



Figuur 10: Ligging van het Trilveenlandschap en het complex van Zoete veenweiden en Veenplassen

7.2 Kenmerken

In tabel 8 worden de belangrijkste kenmerken genoemd voor het laagveenlandschap en de effecten die optreden in scenario 1 en 2.

Tabel 8: Overzicht van kenmerken van het laagveenlandschap in Nederland

Gebied en landschap	Kenmerken die mogelijk direct en indirect beïnvloed worden door klimaatverandering met meer neerslag in grilliger en heftiger buien, meer verdamping, hoger zeeniveau, grillige rivierafvoeren en sterke grondwaterstand-wisselingen	Scenario's	
		Nederland als bovengrens	Fluviale aanpak³
Laag-veen-gebied	Laaggelegen, vlak gebied Polderlandschap Permanent hoge waterstanden Open veenweiden zonder of met weinig beplanting Halfopen moerassen Opstreckende percelen Afwisseling land-water Lage kaden en veldwegen met Elzenhagen en knotbomen Eendenkooien en 'pestbosjes' Oorspronkelijk vooral lintbebouwing Lokaal zandwinplassen	Zie hieronder	
Brak-water-veenland-schap	Laaggelegen, waterrijk polderlandschap Kaden en dijken Brede sloten Permanent hoge waterstanden Vaarpolders (die nu natuurgebied zijn) Open en weids zonder of met zeer weinig beplanting Rietkragen Oevers met moerasruigten (brakke oevervenen) Percelen die aan de kopeinden drassig zijn Dargen (half drijvende moeilijk te bewerken stukken land) en ander 'toemaakland' Lokaal kleine bosjes Stolpboerderijen Urbanisatiekenmerken aan de horizon	In dit landschap is al een ingrijpend proces gaande naar meer waterberging. Plaatselijk is er nog zoute kwel. In natuurgebiedjes treedt verruiging en verbossing op. De landbouw verlaat de slecht ontsloten waterrijke gebieden en het weidse graslandkarakter verdwijnt. Alle polders zijn in een opvallende urbane context gevat. In de natuurrijke graslanden zien we massaal 'verpitrussing'.	
		Er komen nieuwe moerasjes bij. Door ernstig watertekort treedt lokaal weer verzilting op. In meeste de veengronden zien we 's zomers droogteschade met negatieve gevolgen voor natuur en landbouw. De bodemdaling kan niet afgeremd worden zolang men het archetypische polderlandschap met weidevogelgraslanden maximaal wil behouden.	Grote fluctuaties worden gedempd door slim IJsselmeerbeheer. Veel ruimte-voor-water-elementen. Lokaal ernstige verziltings-problemen. Door droogte zullen veenkaden onbetrouwbaar blijven. De vaarpolders raken hun archetypische karakter van vogelrijke weidsheid kwijt. 'Omhoog boeren of cyclisch polderen' is zinvol.

³ Naast de grote stroomgebieden (MRIJ) zijn ook tal van kleinere rivieren relevant voor het benedenstrooms liggende veengebied.

		Duurzame perspectief biedt 'omhoogboeren' ⁴ en 'cyclisch polderen' ⁵ .	
Trilvenen-land-schap	<p>Uitgestrekte, kleinschalige veenreservaten</p> <p>Afwisseling van langgerekte petgaten en legakkers</p> <p>Permanent zeer hoge waterstand</p> <p>Veengroei aanwezig</p> <p>Verlandende petgaten</p> <p>Besloten gebied met overgangen naar struweel en bos</p> <p>Verspreide rietlanden en moerasruigten</p> <p>Occupatie langs smalle wegen en kaden</p> <p>Overgangen naar zandgebieden</p> <p>Lokaal kleinschalige bovenlanden en toemaakdekken</p> <p>Beheer grotendeels als natuurgebied</p>	Men handhaaft een vrij laag peil om de watertoevoer na heftige buigtheid op te kunnen vangen. De bodemdaling blijft, de verbossing gaat door en er ontstaat een besloten landschap met daartussen open plassen, vaarten en graslanden.	
		<p>Heftige neerslag en sterke verdamping leiden tot een grotere variatie in de grondwaterstand. Stress-tolerante plantensoorten gaan overheersen. Door wateraanvoer uit de Rijn zal de water-kwaliteit afnemen, waardoor het areaal ondergedoken en drijvende waterplanten (zoals Krabbescheer) gaat krimpen.</p>	Een groot deel van de kwetsbare aquatische en terrestrische begroeiingen blijft behouden, omdat men in de regionale stroomgebieden goede hydrologische maatregelen treft. Hierdoor blijven de waterplanten- en moerasvegetaties grotendeels behouden.
Veenplas-sen- land-schap	<p>Aanwezigheid van grote meren en plassen</p> <p>Gevarieerde oevers met rietzomen, ruigten, wilgenstruweel en Elzenbos</p> <p>Lokaal rietlanden</p> <p>Verlanding aan oevers en op luwe plekken aan de westrand van groot, open water (geen kraggeverlanding)</p> <p>Overgang naar veenweiden</p> <p>Occupatie langs smalle wegen en kaden</p> <p>Relatief veel waterrecreatie</p> <p>Complexen met vakantiewoningen en 'tweede woningen'</p>	Door de buigtheid raakt de boezem periodiek boordevol. Dit leidt lokaal tot wateroverlast. Dit wordt opgevangen nieuwe waterbergings- en overloopgebiedjes grenzend aan de boezem.	
		<p>De plassen en meren hebben een sterk variërend waterpeil en de waterkwaliteit neemt af waardoor de watervegetatie sterk in kwaliteit achteruitgaat en initiële moeras-begroeiingen aan oevers zeer smal en meer uniform worden. Geleidelijke overgangen van water naar land verdwijnen of verruigen en verbossen.</p>	<p>De plassen en meren hebben een gedempte dynamiek en de kwaliteit en verschijningsvorm van de water- en moerasvegetatie blijven groot. Geleidelijke overgangen blijven behouden.</p>

⁴ Omhoog boeren = landbouwsysteem op veengrond dat op den duur leidt tot maaiveldstijging i.p.v. – daling, door periodiek inlaat van slibrijk water gevolgd door verlanding en opnieuw in gebruik nemen door de landbouw (vnl. graslanden).

⁵ Cyclisch polderen = cyclisch proces van waterstaatkundig en landbouwkundig gebruik van polders waarbij ze langdurig ontpolderd worden (polder ontwikkelt van ondiep open water naaar veenland) om daarna weer ingepolderd te worden.

Zoete veenweiden-landschap	Laag gelegen polderlandschap Plaatselijk open en plaatselijk besloten vanwege elzensingels Dijken, 'hoge wegen' en kaden Smalle opstreckende percelen (zoete veenweiden) Sloten met hoge waterpeilen Knotwilgenrijen Rietkragen Oevers met moerasruigten Lokaal kleine broek- en pestbosjes Verspreide oude boerderijen (deels op natuurlijke opduikingen en oude waterstaatswerken) en lintbebouwing Molens Door het landschap heen verspreid staande nieuwe boerderijen	Door de sterk toegenomen weersdynamiek treden er grote schommelingen op in het waterpeil en de kwaliteit van het water. In het veengrasland treedt op grote schaal vernatting of verdroging op. In het zuidwesten breidt opdringende verzilting uit. Dit resulteert in geringe bloemrijkdom en verder afnemend aantal weidevogels. Koeien zijn uit het toch al slecht ontsloten landschap verdwenen.	
		Extensivering in de landbouw (zowel op perceelsniveau als op regionale schaal), urbanisatie en 'verrommeling rond bebouwing' en verschrallingsbeheer leidt ertoe dat de typische weidsheid afneemt. In 'nationale landschappen' en in noordelijk Nederland is men in staat om de kenmerken op landschapsniveau te behouden. Verwacht wordt dat men terughoudend blijft aangaande 'omhoog boeren' en 'cyclisch ontpolderen'.	Effecten van de stroomgebiedenbenadering werken positief door. Door de gedempte schommelingen blijft de landbouw langer het grondgebruik domineren, maar ze weerstaat de verstedelijking in westelijk Nederland niet. Adequate ruimtelijke ordening in West-Nederland en efficiënte bedrijfstypen (marktconform én natuurgericht) voor de landbouw maken dat de weidsheid en of de beslotenheid van het slagenland intact blijven. Op diverse plekken gaat men met 'omhoog boeren' en 'cyclisch polderen' experimenteren.

7.3 Doorwerking van de klimaatveranderingen

Het laagveengebied is al eeuwen onderhevig aan veranderingen, zoals bodemdaling, verzilting, veranderend landgebruik, en klimaatveranderingen komen daar bovenop. Met modern waterbeheer probeert men een deel van de negatieve gevolgen af te remmen en zelfs te voorkomen. Veranderingen in de landbouw en de verstedelijking veroorzaken de komende decennia de meeste visuele veranderingen, vooral in het westen van ons land. Daar kan het karakteristieke veenweidelandschap met zijn weidevogels nog met moeite behouden blijven in 'nationale landschappen'. In Noord-Nederland lijkt de autonome ontwikkeling zich onder het regiem van de klimaatverandering minder ingrijpend te voltrekken en blijft de landschappelijke identiteit beter behouden.

Door de stroomgebiedsbenadering en toepassing van 'omhoog boeren' en 'cyclisch polderen' wordt de bodemdaling omgezet in eigentijdse nieuwe moerassen en veel van de aquatische en moerassige begroeiingen blijven behouden. Zonder stroomgebiedenbenadering zal de verbossing zich sterk doorzetten en zullen veel soortenrijke en landschappelijk fraaie water- en moerasbegroeiingen verdwijnen.

7.4 Nieuwe kenmerken

Door klimaatveranderingen ontstaan in het laagveengebied nieuwe condities. Hieronder worden de belangrijkste factoren opgesomd die op termijn het vertrekpunt kunnen vormen voor het creëren van nieuwe landschapselementen (tabel 9).

Tabel 9: *Conditie door klimaatverandering, die in het laagveenlandschap tot nieuwe landschapselementen kunnen leiden*

Conditie	Landschapselementen
Sterk wisselende waterpeilen	Vegetatieloos water; zeer soortenarme water- en moerasbegroeiingen ; scherpe overgangen tussen water en land
Verslechtering waterkwaliteit	Vegetatieloos water; langdurig dominerende kroosdekken (voortdurende invasies van soorten uit andere werelddelen, met uit submediterrane regio's); soortenarme water- en moerasbegroeiingen
Meer ruimte voor water	Aanleg van waterpartijen en periodiek onder water staand land
Verzilting	Soortenarme water- en moerasvegetatie; kale plekken in graslanden; vertrapingsplekken met russen
Verdroging	Groeiverschillen in korte begroeiingen met vertrapingsplekken die verruigen en verpitrussen; bodems met droogtescheuren
Verruiging	Verlaten of geëxtensiveerd landbouwgebiedterreinen verruigen en raken op den duur met struweel en bomen begroeid
Bosontwikkeling	Na verruiging van verlandingsgebieden breidt het bosareaal zich verder uit.
Scheiding landbouw-natuur	Landbouw verlaat het typisch veenlandschap of wordt steeds grootschaliger wijze . In bijzondere gebieden (voor natuur en landschap) blijft een extensief beheer behouden. Natuurbeheer creëert scherpe contrasten tussen landschapsonderdelen omdat actief (en duur) beheer meer op bijzondere natuur ingezet wordt en de bosontwikkeling voortgaat.

Nieuwe condities die de toekomstige landschappelijke ontwikkelingen gaan domineren komen voort uit periodieke wateroverlast, afgewisseld met watertekorten (grotere dynamiek). Maar ook de kwaliteit van het water neemt af (verzilting, eutrofiëring). In het landschap gaat dat leiden tot de volgende nieuwe kenmerken: vegetatieloze wateren nemen toe, oppervlak en areaal aan kroosdekken nemen sterk toe, steeds weer krijgen we te maken met invasies van exotische plantensoorten die vaak ongewenst zijn. Water- en moerasvegetaties worden soortenarmer en éénvormiger, sterk vertrapte veenbodems; deze verrussen en verruigen, de extensivering neemt toe te herkennen aan ruigte, (o.a. brandnetels en distels), struweel- en bosvorming. Dit zal leiden tot extra beheerskosten wat het bovengenoemde proces extra kan versterken omdat men die middelen niet heeft. De beslotenheid neemt verder toe en weidse rietlanden worden door hogere, gestabiliseerde waterpeilen omgevormd tot uitgestrekte broekboslandschappen.

7.5 Voorlopige balans

In de tabel 10 wordt een overzicht gegeven van de veranderingen in het laagveenlandschap die samenhangt met klimaatveranderingen.

Tabel 10: Landschapskenmerken in het laagveenlandschap die veranderen door klimaatverandering

Afname	Neutraal	Toename
Open polderlandschap	Opstreckende percelen	Meer wisselende waterstanden
Graslandcomplexen van hooilanden, hooiweiden en weiden	Land-water-afwisseling	Bosareaal en verbossing
Graduele overgangen tussen landschapselementen	Aard, omvang en recreatiemogelijkheden van grote wateren (watersportbeelden)	Kroosdekken
Vaarpolderstructuur	Lage kaden, houtkaden, veldwegen en dijken	Soortenarme water- en moerasbegroeiingen
Rietvelden en rietkragen	Dargen (half drijvende moeilijk te bewerken stukken land) met toemaakland	Contrasten waar eertijds overgangen waren
Uiterlijk en areaal van gevarieerde water- en moerasbegroeiingen	Lokale kleine bosjes	'russenland' en ruigten
Kwaliteit van water- en moerasbegroeiingen	Streektypische boerderijvormen en occupatiepatronen	Water zonder plantengroei
Veengroei (en CO ₂ -fixatie)	Urbanisatie aan de horizon	Verrommeld land zonder eenduidig gebruiksdoel
Knotwilgenrijen		Opvallende schade aan de begroeiing door extreme stress en vertrapping
Gevarieerde landbouwbedrijven		Overzomerende ganzen
Rijkdom en aantal weidevogels		
Functie voor herbivore vogelsoorten		

Het typische laagveenlandschap gaat door klimaat-effecten sterk veranderen. Vrij veel kenmerken komen onder grote druk te staan. "Verliezen" verwachten we bij: de weidsheid van het landschap, de permanente (hoge) oppervlaktewaterstanden, de uitgebreide graslandcomplexen, de graduele overgangen, de vaarpolderstructuur, het areaal en de kwaliteit van water- en moerasvegetaties, rietlandareaal, veengroei (en daarmee CO₂-fixatie), streekeigen identiteit, rijkdom en hoeveelheid aan weidevogels en de functie voor herbivore vogels (ganzen, smienten en meerkoeten). Neutraal scoren de perceelvormen in de landbouwgebieden, de afwisseling land-water, de betekenis voor de recreatie, kleinere en historische waterstaats-elementen, streektypische boerderijen en occupatiepatronen. De nieuwe elementen worden gekenmerkt door soortenarmoede met dominantie van één of enkele plantensoorten, waaronder tal van nieuwkomers. Meer land verruigt.

8 Samenvattend

8.1 Algemeen

Onze landschappen zijn ontstaan onder invloed van de mens als bewoner en bewerker van de ondergrond. In die millenniumlange relatie is het oerlandschap van woeste wouden en venen omgevormd tot een geordend geheel met een hooggewaardeerde identiteit. In Laag-Nederland zijn door ingenieuze waterstaatswerken en landbouwkundige ingrepen drie landschapstypen ontstaan: het kustlandschap, het laagveenlandschap en het rivierenlandschap.

Vanouds verlopen de veranderingsprocessen in deze landschappen langzaam en waren ze lokaal verschillend. In toenemende mate is de mens nu in staat om op grote schaal schoksgewijs in te grijpen. Een voorbeeld hiervan zijn de ruilverkavelingen die in de tweede helft van de vorige eeuw overal uitgevoerd werden, en die het landschapsbeeld ingrijpend hebben gewijzigd. Klimaatveranderingen voltrekken zich geleidelijk, maar de reactie van de mens hierop zal nieuwe, grote, schoksgewijze ingrepen met zich brengen - om te kunnen anticiperen op de verwachtingen op de lange termijn. Een voorbeeld hiervan zijn de maatregelen die voorgesteld worden in de Wateropgave 21^e Eeuw.

Kortom: veel processen zijn geleidelijk, maar het antwoord van de moderne mens is veelal heftig, snel en massaal. Dat heeft dus grote consequenties voor onze omgeving.

Landschapselementen met hoge natuurwaarden hebben veelal een langere ontwikkeling doorgemaakt. De mens bepaalde, nadat de oernatuur in onze regio verdwenen was, het ruimtelijk kader en 'de natuur' vulde dat in met wilde planten en dieren. Ook de nieuwe landschapselementen ontwikkelen zich geleidelijk in combinatie met de milieucondities en het landgebruik. De soorten die het nieuwe landschapselement gaan bevolken zijn er voor een deel al, nieuwe verschijnen, maar tientallen soorten zullen nog verdwijnen. Warmteminnende soorten van dynamische milieus (zuidwestelijke soorten) hebben ons land al weten te bereiken, maar sommige koelteminnende soorten van stabiele milieus (noordoostelijke soorten) verdwijnen.

De kolonisatie van nieuwe landschapselementen door wilde planten en dieren kan in het gedrang komen wanneer ruimtelijke samenhang ontbreekt. Onbezette 'niches' kunnen dan plotseling vollopen met exoten, 'pestsoorten', hybriden, enz. Nieuwe landschapselementen blijven daardoor nog lang een zekere instabiliteit bezitten. Potentieel verdwijnende soorten lijken een soort traagheid of weerbaarheid te bezitten vóór ze echt het loodje leggen (zie ook Opdam en Klijn, 2003).

8.2 Specifieke ontwikkelingen

Het kustlandschap

In het kustlandschap zullen de veranderingen in de natuur, die het gevolg zijn van klimaatwijzigingen, zich vrij onopvallend voltrekken, doordat ze aan de aandacht worden onttrokken door urbanisatie, voortgaande aanleg en verbreding van het wegennet, verrommeling van de stadsrand, enzovoorts.

Het is aannemelijk dat door de zeespiegelrijzing sterke landschappelijke en ecologische verliezen in de buitendijkse gebieden optreden die niet zomaar opgeheven kunnen worden. Het akkerbouwareaal en allerlei akkergewassen zullen onder druk komen te staan. Het open karakter van het landschap zal op veel plekken verloren gaan door verruiging en bosontwikkeling. Gebieden met een strakke, geometrische weidsheid gaan geleidelijk veranderen in gebieden met een rommelige en ruigere verschijning.

Klimaatverandering veroorzaakt ook nieuwe situaties, bijvoorbeeld in de vorm van een groot aantal nieuwe watertjes waarin de natuur haar kansen krijgt. Verder ontstaan een groter areaal zilte graslanden voor weidevogels en voor allerlei grasvretende vogels (ganzen, smienten en meerkoeten). In de lage duinen zal het water sterker op de voorgrond treden, maar ook hier ontstaan meer ruigten en bosschages (tabel 11).

Tabel 11: Veranderende landschapskenmerken in het kustlandschap ingevolge klimaatverandering

Type laagland-landschap	Afname	Neutraal	Toename
Kustlandschap	Weidsheid Spaarzaamheid beplanting Akkerbouwareaal Traditionele akkerbouwgewassen Kwaliteit binnendijkse moerassen Areaal wadden en schorren Areaal kwelders en gorzen Kreekranden Strandareaal Areaal groen strand	Perceelsvormen Laagliggende delen Dijken, slaperdijken en kaden Grote traditionele gebouwen Terpen en vluchtheuvels Duin-geomorfologie Areaal oude duinen Areaal oude strandvlakten Kroften en schurvelingen	Grote nieuwe gebouwen Poelen Inlagen Ruigten en ruigten die verbossen Zilte graslanden met weidevogels Waterbergingsruimten Vochtige-natte duinvalleien Initiële duinveenvorming Areaal (experimentele) zilte akkergewassen

Het rivierenlandschap

Het rivierenlandschap is sterk onderhevig aan de effecten van de klimaatverandering, doordat vooral komt in het stroomgebied vallende, heftige neerslag tot afstroming uit hellende gebieden leidt tot snel aanwassende hoogwatergolven op de rivier. In het actuele waterbeheer heeft dit in het buitendijkse riviereengebied al geleid tot doorstroomverruimende maatregelen, en dat beleid wordt naar verwachting sterk doorgezet. Ook binnendijks worden maatregelen genomen om de toevoer te dempen.

Buitendijks zullen nog veel 'obstakels' geruimd worden, wat betekent dat het landschap weidser, boom- en bosarmer wordt met veel cultuurland en soortenarme habitats; soortenarme ruigten blijven op de voorgrond treden. Het inundatiebeeld verloopt grillig en treedt in alle seizoenen op. Het oude kleinschalige cultuurlandschap lijkt buitendijks geen toekomst te hebben en geheel te verdwijnen, waarbij ook het Hollandse rund verdwijnt uit het uiterwaardbeeld.

Bontgeschakeerde begroeiingen worden uniformer en grover van patroon. Binnendijks zijn er minder negatieve ontwikkelingen. De waterstaatkundige en waterhuishoudkundige structuren blijven daarbij grotendeels bestaan: lokaal zullen er dijkerugleggingen plaatsvinden.

Er komen nieuwe landschapselementen bij: op plekken met toegenomen binnendijkse kwel bijvoorbeeld. Grofzandige tot zelfs grindrijke platen zullen ontstaan en het aantal 'kale' platen zal toenemen. In al dan niet permanent watervoerende stroombanen liggen óf onbegroeide wateren of korte grazige vegetaties. Verdrogende plekken nemen toe. In het algemeen zal de totale biomassaproductie toenemen, maar op de hogere delen wordt de groei meer en meer 'tweetoppig'(voor- en najaarsgroei). Benedenstrooms ontstaan slikplaten met (zee)biesgorzen toe. Lage terreingedeelten raken begroeid met relatief kortlevende, warmteminnende soorten. Binnendijks gaan boeren overschakelen op andere akkergewassen en het areaal wijnbouw neemt hoge vlucht (tabel 12).

Tabel 12: Veranderende landschapskenmerken in het rivierenlandschap als gevolg van klimaatverandering

Type laagland-landschap	Afname	Neutraal	Toename
Rivierenlandschap	Seizoensmatig fluctuerende waterbeeld Begroeide rustige wateren Formeel geordende elementen (bomen, heggen, bos) Natuurlijk struweel en bos Terreinhoogten met gebouwen Oude dijkbebouwing (komt achter de dijk) Kaden en lage dijkjes Hooggelgen en matig laaggelegen graslanden Aard landbouw en kleinschaligheid daarvan Vegetatierijkdom in stromende wateren Moeras met helofyten Begroeide slik- en zandplaten Buitendijkse maisteelt Grazige terreinen voor herbivore vogels	Stads- en dorpsfronten Dijken Binnendijkse kolken en wielen Tichelgaten Weidsheid binnendijkse graslanden en groeieren Populierenbossen Maisteelt in binnendijkse gebieden	Bewoning langs de rivier Binnendijkse kwelplekken en kwelsloten met begroeiing Grofzandige platen (Zee)biesgorzen Uitdrogend grasland met kale plekken Onbegroeid water Meestal droogstaande stroombanen met alleen korte begroeiingen Verdrogende terreinhoogten Begraasde, open ruigten Soortenarme rietgras- en liesgrasvelden Kale slik- en zandplaten Aan dynamiek en warmte aangepaste korte begroeiingen Andere akkergewassen Wijnbouw Niet-Nederlandse runderrassen Experimenten met meer grote grazers

Het laagveenlandschap

Het karakteristieke laagveenlandschap gaat door de klimaateffecten veranderen. Veel kenmerken komen onder druk te staan. De weidsheid neemt af. De vaarpolderstructuur, met name in Waterland, zal afnemen en daarmee de streekeigen identiteit. Er ontstaat meer verrommeld land dat verruigt en verbost (tabel 13).

Tabel 13: Veranderende landschapkenmerken in het laagveenlandschap ingevolge klimaatverandering

Type laagland-landschap	Afname	Neutraal	Toename
Laagveenlandschap	Weids polderlandschap Permanent hoge waterstanden Graslandcomplexen van hooiland, hooiweiden en weiden Graduele overgangen Vaarpolderstructuur Rietvelden en rietkragen Verschijningsvorm gevarieerde moerassen Kwaliteit moerasbegroeiingen Veengroei Knotwilgenrijen Gevarieerde landbouw Streekeigenheid Rijkdom en aantal weidevogels Herbivore vogelsoorten	Opstreckende percelen Land-waterafwisseling Recreatiemogelijkheden Kaden, houtkaden, veldwegen en dijkes Dargen met toemaakland Lokale bosjes Streektypische boerderijvormen en occupatiepatronen	Urbanisatie Bosareaal en verbossing Kroosdekken Soortenarme water- en moerasbegroeiingen Contrasten in plaats van overgangen Water zonder plantengroei Verrommeld land zonder eenduidig gebruiksdoel Schade aan begroeiing door droogtestress en vertrapping

8.3 Consequenties voor maatschappelijke omgeving

De gesignaleerde veranderingen in de landschappen werken door in de beleving van bewoners, gebruikers en bezoekers, maar ook in de ecologische functies voor de natuur. Deze verkenning heeft mede als doel de verwachte verandering van de belevingswaarde in beeld te brengen.

Voor het kustlandschap geldt dat:

- De typische kenmerken van het kustlandschap blijven in principe aanwezig en men zal de historische relatie met het water door de toename aan wateren weer veel uitdrukkelijker ervaren. Dit zal men – de recreant - positief zal waarderen.
- Er komen talrijke wateren bij, die 's zomers droogvallen met een overwegend kale modderbodem.
- Zolang de ruigten gevarieerd, bloemrijk, vlinderrijk en vogelrijk zijn zal men – de recreant - ze positief bejegenen.

Binnendijkse ontwikkelingen die naar verwachting aan het veranderende klimaat zijn toe te schrijven zijn overwegend positief en de natuur- en landschapswaarden nemen zelfs enigszins toe. De recreatieve betekenis neemt in potentie nog het meest toe. Buitendijks en langs de zeevaartse kant van de duinen zal de belevingswaarde sterk afnemen, gebaseerd op het gegeven dat daar zowel de landschaps- en natuurwaarden afnemen.

Voor het rivierenlandschap geldt dat:

- De landschapswaarde verandert per saldo buitendijks nauwelijks en neemt binnendijks enigszins toe.
- De natuurwaarde neemt – gegeven de huidige beleidsvoornemens – eerder af dan toe en het mechanisme van verdwijnen en verschijnen van soorten is niet in balans. Binnendijkse neemt de natuurwaarde toe.
- De recreatiewaarde neemt op gebiedsniveau toe, maar voor ‘onderliggende’ categorieën pakt dat nogal verschillend uit: natuurgenieters zijn verdeeld, struiners zijn positief en ‘dijkrecreanten’ zijn erg positief.

In het binnendijkse landschap zal de waarde wel toenemen, maar buitendijks is dat niet goed te voorspellen. Het landschap nivelleert dan wel maar verandert principieel niet. De natuurwaarde neemt in overwegende mate af en de recreatiewaarde neemt voor de éne categorie toe en weer een andere af. De eindbalans neigt meer naar verliesposten dan winstpunten.

Voor het laagveenlandschap geldt dat:

- De landschapswaarde gaat steeds meer veranderen, maar ook afnemen, in het westen van ons land meer dan in het noorden.
- Omdat de verscheidenheid en biodiversiteit gaat afnemen neemt de natuurwaarde nog steeds af, zowel van het agrarische als in verschillende delen van natuurgebieden.
- De meeste bezoekers zullen dit landschap positief blijven beoordelen, maar de ‘kenners’, in uiteenlopende groepen, waarderen deze landschappen steeds minder.

Het laagveenlandschap lijkt de grote verliezer te worden. Hoewel in het westen sterker, zal zowel de landschaps- als natuurwaarde afnemen. De recreatiewaarde blijft op peil voor het gros van de bezoekers; bezoekers die gaan voor het streekeigen landschap en de unieke natuur zullen steeds minder te beleven hebben.

Geraadpleegde bronnen

- Adriani, M.J., G.P. Gongrijp, J.A. Nijkamp en J.F. van Regteren-Altena, 1980. Nederlandse landschappen. Ontdek de duinen. IVN en PWN. Hilversum.
- Aerts, J (ed), 2004. Adaptation strategies for water for food and water for the environment. CABI. Wallingford. UK.
- Alterra en LEI, 2000. Scenario's voor land- en tuinbouw en natuur. Vooruitzichten voor 2030 met een doorkijk naar de rest van de 21^e eeuw. Rapport Alterra/LEI, Wageningen.
- Bakel, P.J.T. van, F.J.E. van der Bolt, W.W. Immerzeel, M. Groenendijk, J.G. Wesseling (2002). De wateropgave voor waterschap Rijn en IJssel. Rapport 636. Alterra, Wageningen.
- Bakel, J. van, J. Hoogendoorn, J. Luijendijk en J. Peerboom (2001). Hoogwaterreductie vanuit regionale stroomgebieden: samenhang of tegenstellingen? H₂O (3): 27-29.
- Bishop E., Calder I., Batchelor C., Garratt J., Gosain A. (2006). Development and application of the HYLUC-cascade model for investigating the water resource impacts of rainwater harvesting structures in India. FALPIO inception workshop notes (2006).
- Bervaes, J.A.C.M., W. Kuindersma en J. Onderstal, 2001. Rijksbufferzones. Verleden, heden en toekomst. Rapport Alterra, Wageningen.
- Bestuurlijke begeleidingsgroep Ruimte voor Rijntakken, 2000. Ruimte voor Rijntakken. Arnhem.
- Bisseling, C.M., L.J.Draaijer, M.Klein en H.Nijkamp, 1994. Ecosysteemvisie Delta. IKC-Wageningen.
- Bommel, K.H.M. van, E. Westein, E. Ovaa, H. de Rooter, J.P. Folbert en J.R. Hoekstra, 2003. Publiek-private samenwerking bij waterberging. Rapport LEI, Den Haag.
- Bont, C.J.A. de, M. Boekhoff, W.A. Rienks, A.Smit en A.E.G. Tonneijck, 2005. Impact van verschillende wereldbeelden op de landbouw in Nederland. Achtergronddocument bij "Verkenning Duurzame landbouw". WOt-werkdocument 19. WOT Natuur & Milieu, Wageningen.
- Boo, M. de en H. Middelkoop, 1998. Twee rivieren. Rijn en Maas in Nederland. RIZA-rapport. Arnhem.
- Born, G.J. van den, L. Brouwer, H. Goossen, R. Hoekstra, D. Huitema en R.A.M. Schrijver, 2002. Klimaatwinst in veenweidegebieden, beheersopties voor het veenweidegebied integraal bekeken. Amsterdam.
- Boxtel, J. en E.Cammeraat, 1999. Wordt Nederland steeds natter; een analyse van de neerslag in deze eeuw. Meteorologica 8 (1).
- Bresser, A.H.M., M.M. Berk, G.J. van den Born, L. van Bree, F.W. van Gaalen, W. Ligtoet, J.G. van Minnen en M.C.H. Witmer, 2005. Effecten van klimaatverandering in Nederland. Rapport MNP, Bilthoven.
- Bruin, D. de, D.Hamhuis, L. van Nieuwenhuijze, W.Overmars, D.Sijmons en F.Vera, 1987. Ooievaar. De toekomst van het riverengebied. Arnhem.

- Buitenveld, H, 2005. Afvoerregiem van de Rijn in de 20^e eeuw. RIZA. Arnhem.
- Buiteveld. H en M. Schropp, 2003. Klimaatscenario's voor de maatgevende afvoeren van Rijn en Maas. Arnhem.
- Commissie Waterbeheer 21^e eeuw, 2000. Waterbeleid voor de 21^e eeuw. Geef water de ruimte en de aandacht die het verdient. Advies aan V&W en UvW. Den Haag.
- Carl T.R., Trenberth K.E. (2003). Modern global climate change. *Science* 302: 1719-1723.
- Cirkel, D.G., E.P. Querner, P.J.J.F. Torfs en H.A.J. van Lanen (2003). Effecten van verdrogingsbestrijdende maatregelen en klimaatverandering op extreem hoge afvoeren. Een modelstudie met SIMGRO voor het Stortelersbeekgebied. Rapport 844. Alterra, Wageningen
- Corporaal, A, 1996. Het PD-getal: ooit van spongiteit gehoord ? Ministerie van LNV. Deventer.
- Corporaal, A., 2000. "Fisqaulity": a new tax bonus to improve the hydro-ecological resilience of river catchments. In: A.J.M.Smits, P.H.Nienhuis and R.S.E.W.Leuven, 2000. *New approaches to river management*. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands.
- Corporaal, A., R.A.M. Schrijver en A.H.T.Stortelder, 2001. Boeren met ruimte voor water, landschap en natuur in OIst-Wesepe. Rapport 421. Alterra, Wageningen.
- Corporaal, A., H. Geerlink, H. Huyskes, J. Waaijenberg en G. de Groot, 2002. Spongiteit, een kwestie van volhouden. Vasthouden is beter dan tegenhouden: een verkenning. Rapport 422. Alterra, Wageningen.
- Corporaal, A., 2006. Omhoog boeren ? Facet. Magazine voor Natuur en Milieu Overijssel, 1-3.
- Crutzen, P.j., G.J. Koomen, K. Verbeek, R. van Dorland en A.P. van Ulden, 2004. Veranderingen in het klimaat: vragen en antwoorden. KNMI. De Bilt.
- Dijkstra, H, J.F. Couterier, M.A. van der Haar, A.J.M. Koomen en W.L.C. Salden, 1997. Veranderend cultuurlandschap. Signalering van landschapsveranderingen. Rapport Staring Centrum, Wageningen.
- Dillingh, D., 2002. Klimaatverandering en zeespiegelrijzing: vroeger, nu en in de toekomst. Mens en wetenschap 22.
- Dolman, D.J., P.Kabat, E.C. van Ierland en R.W.A. Hutjens, 2000. Klimaatverandering en het landelijk gebied in Nederland. LNV Agenda Klimaat. Rapport Alterra, Wageningen.
- Dorland, R. van, 2004. Klimaat op drift. In: R. Roos, e.a. , 2004. *Opgewarmd Nederland*. Utrecht.
- Eggelsmann, R. (1971). Über den hydrologischen Einfluss der Moore. *Telma, Hannover* (1): 37-48.
- EZ, LNV, VROM en V&W, Ministeries van, 2000. Voorlopige integrale visie IJsselmeergebied. Den Haag.
- Farjon, J.M.J., G.H.P. Dirx, A.J.M. Koomen, J.A.J. Vervloet & G.W. Lammers, 2001. *Nederlandschap Internationaal*. Bouwstenen voor een selectie van gebieden voor landschapsbehoud. Rapport 358. Alterra, Wageningen.

- Gaast, J.W.J. van der, H.Th.L. Massop, J. van Os, L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel, C. Kwakernaak (2002). Waterkansen in het SGR2. Potenties voor realisatie van de wateropgaven. Rapport 558. Alterra, Wageningen.
- Gerritsen, A, C. Kwakernaak, R. Bakkum en J. Icke, 2002. Blauwe contouren. Waterberging in combinatie met wonen in de stadsrand. Habiforum. Gouda.
- Gerritsen, G.J., 1994. Nederlandschappen. Zwolle.
- Habiforum, 2002. Water voor ruimte en ruimte voor water. Eindrapport meervoudig ruimtegebruik met waterberging in Noord-Holland. Gouda.
- Hakvoort, H. en J. van der Gun, 2003. Wateroverlast als gevolg van waterconservering? H₂O (21): pg. 17-19.
- Hooijer A., Klijn F., Pedroli G.B.M., van Os A.G. (2004). Towards sustainable flood risk management in the rhine and Meuse River basins: synopsis of the findings of IRMA_SPONGE. River Res. Applic. 20: 343-357.
- Hommel, P.W.F.M., S.A.M. van Rooij, R.W. de Waal, F. de Vries en C.M.Goossen, 2005. Bos in water, water in bos. Kansenskaarten. Rapport Alterra, Wageningen.
- H+N+S Landschapsarchitecten, 2000. Verstedelijkingsscenario's. Utrecht.
- Huinink, J., F. Verstraten, J. Janssen, M. Mooij, L. Beijer en A. van der Wees, 1998. Het economisch belang Van water in de landbouw. IKC-Ede.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001 (evj). Climate Change. New York.
- Interprovinciaal Overleg (IPO), 2000. Kansrijke gebieden voor waterberging ter vermindering van wateroverlast van regionale watersystemen. Den Haag.
- Jacobs, P., 2005. Zout vanuit zee: verzilting van de rijkswateren in Midden-West-Nederland. Ned.Hydrol.Ver.
- Kam, J. van de, en W.Wolff, 1972. Op de grens van zout en zoet. Portret van een veranderend delta-landschap. Amsterdam.
- Kam, J. van de, 1975. Rivierenland (gebied van Rijn, Maas, Waal en IJssel). Amsterdam.
- Kers, M en M. Kers, 1998. Holland. Land van water. Zutphen.
- Knight, R.L. and S.F.Bates, 1995. A new century for Natural Resources Management. Washington DC.
- Kors, A.G., R.A.M. Claessen, J.W.Wesseling en G.P.Können, 2000. Scenario's externe krachten voor WB21; Cie Waterbeheer 21^e eeuw. WL-Delft/KNMI-rapport. Delft. De Bilt.
- Kwakernaak, C., P.T.J. van Bakel, B.W. Parmet, L.D. Boel, E. Dammers, J.W.J. van der Gaast, R. van der Veen en F. de Vries, 1996. Waterberging binnendijks. Een verkenning van de effectiviteit van ruimtelijke maatregelen gericht op vermindering van de hoogwaterproblematiek. Rapport Staring Centrum, Wageningen.
- Ligtvoet, W en M. van der Vlist, 2002. Waarheen met het veen: op zoek naar ruimtelijke strategieën voor de veengebieden. ROM-magazine (10).

- Lindeboom, H.J., 2002. Changes in coastal zone ecosystems, in: G. Wefer, H. Berger, K.E. Behre en E.Jansen (eds), 2002. Climate development en history in Atlantic realm. Berlin.
- LNV, Ministerie van, 2000. Water voor vitaal platteland. Den Haag.
- Louw, P. de, P.J.T. van Bakel, J. Buma, H. Hakvoort en A.A. Veldhuizen, 2006. Vergroting Retentiewerking. Rapport 2006-U-R-122/A. TNO Bouw en Ondergrond/Alterra/WL Delft Hydraulics.
- Maas, G., A. Corporaal, R. Kranendonk en H. Wolfert, 2007. Ruimte voor kleine rivieren: casus de Overijsselsche Vecht. Rapport en workshop. Alterra, Wageningen.
- Meester, G., A. Oskam en H. Silvis, 2005. EU-beleid voor landbouw, voedsel en groen. Van politiek naar praktijk. Wageningen.
- Middelkoop, H., 1997. Embanked floodplains in the Netherlands. Geomorphological evolution over various time scales. Thesis. Utrecht.
- Milieu- en Natuurplanbureau, 2003. Natuurbalans 2003. Alphen aan de Rijn.
- Ministerie van V&W, 2000. Waterhuishouding in het natte hart. WIN-strategie als leidraad voor toekomstig waterkwantiteitsbeheer van het Natte Hart. Utrecht.
- Ministerie van V&W, 2006. Water in beeld. Voortgangsrapportage over het waterbeheer in Nederland. Den Haag.
- Nijland, H.J., 1998 (de). Dealing with nature in deltas. Wetland management Symposium. Lelystad.
- Nienhuis, P.H., R.J.B.M. Willems en R.H.G. Kleingeld, 1986. Mens & Zee & Land. Het beheer van het Zeeuwse landschap. Middelburg.
- Nienhuis, P.H., R.S.E.W. Leuven en A.M.J. Ragas, 1998. New concepts for sustainable management of River basins. Backhuys Publishers. Leiden.
- Opdam, P en J. Klijn, 2003. Klimaatveranderingen in de 21^{ste} eeuw: consequenties voor het natuurbeleid. Wageningen. Rapport Alterra, Wageningen.
- Otten, H. 2005. Klimaat in beweging. Baarn.
- Ozinga, W.A., M. Bakkenes en J.H.J. Schaminée, 2007. Gevoeligheid van Nederlandse vaatplanten voor klimaatverandering en habitatversnippering. Een inschatting op basis van functionele kenmerken in relatie tot trends en voorspellingen. WOT-rapport 49. WOT Natuur & Milieu, Wageningen.
- Pater, F. de (2003). Kleinschalige waterberging op grote schaal. Een pleidooi voor een stille blauwe revolutie. H₂O (23): 46-47.
- Pearce, F., 2006. When the rivers run dry. Water, the defining crisis of the twenty-first century. Boston.
- Peters, B., G. Kurstjens en W. Helmer, 2002. Van rijnrut tot maasraket. 10 jaar natuurontwikkeling in Nederland (langs de benedenrivieren). WNF. Zeist.
- Provincie Overijssel, 2005. Wateractieprogramma Overijssel 2005. Afspraken tussen de waterschappen en de provincie Overijssel. Zwolle.

- Querner, E.P., M. Rakhorst, A.G.M. Hermans en S. Hoegen, 2005. Verkenning van mogelijkheden omwater vast te houden op het Drents plateau. Rapport Alterra, Wageningen.
- Rijkswaterstaat, 2000. Diverse regionale adviezen inzake de toekomstige waterhuishouding in de regio.
- Raad voor het Landelijk Gebied, 1998. Overvloed en schaatste: water als geld. Amersfoort.
- RIVM-MNP, 2004. Risico's in bedijkte termen. Rapport MNP. Bilthoven.
- RIZA, 1999. Afvoerdeling Rijntakken. Een verkenning van de mogelijkheden en effecten van een andere afvoerdeling onder maatgevende omstandigheden. Lelystad. Arnhem.
- RIZA,, 2000. Economische, ecologische en maatschappelijke effecten van waterbeheer. Lelystad.
- RIZA, Arcadis, HKV_lijn in water, Korbee Hovelynck en KIWA, 2005. Droogtestudie Nederland. Aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland. Lelystad.
- RIZA & Rijkswaterstaat, 2006. Analyses Waterstromen. Deelproject binnen het onderzoek naar de oorzaak van gewasschade bij tuinders in de regio Aalsmeer. Den Haag.
- Roest, C.W.J., P.T.J. van Bakel en A.A.M.F.R. Smits, 2004. Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen in Nederland t.b.v. de berekening van zoutschade. Rapport Alterra, Wageningen.
- Roos-Klein Lankhorst, S. de Vries, J. van Lith-Kranendonk, H. Dijkstra en J.M.J. Farjon, 2004. Modellen voor de graadmeters landschap, beleving en recreatie. Kennismodel Effecten Landschap Kwaliteit (KELK). Planbureau-rapport 20. Natuurplanbureau Vestiging Wageningen.
- Ruimtelijk planbureau, 2004. Ruimte in debat 2004/05: bedrijventerreinen. Den Haag.
- Schapendonk, A.H.C.M., W. Stol, J.H.M. Wijnands, F. Bunte. M.H. Hoogeveen en S.C. van de Geijn, 1998. Effecten van klimaatverandering op fysieke en economische opbrengst van een aantal landbouwgewassen in Nederland. DLO. Wageningen.
- Schwarz, G, 1979. Landschappen. Etsen van de Nederlandse meesters uit de zeventiende eeuw. I.s.m. rijksprentenkabinet. Amsterdam.
- Smits, A.J.M., P.H. Nienhuis and R.S.E.W. Leuven, 2000. New approaches to River management. Backhuys Publishers. Leiden.
- Stortelder, A.H.F., R.A.M. Schrijver, H. Alberts, A. van den Berg, R.G.M. Kwak, K.R. de Poel, J.H.J. Schaminee, I.M. van den Top en P.A.M. Visschedijk, 2001. Boeren voor natuur. De slechtste grond is de beste. Rapport Alterra, Wageningen.
- Stortelder, A.H.F., R.W. de Waal en J.H.J. Schaminee, 2005. Streekeigen natuur. Identiteit en diversiteit van Nederlandse landschappen. Rapport Alterra, Wageningen.
- TNO, 2003. De ondergrond van Nederland. Geologie van Nederland. Delft.
- Veeneklaas, F.R., W.J. de Regt en H.J. Agricola, 2004. Verrommelt het platteland onder stedelijke druk? Storende elementen en landschapsdynamiek in de studiegebieden Abcoude en Epe-Vaassen. Planbureau-rapport 22. Natuurplanbureau Vestiging Wageningen.

- Verdonschot, P. (ed), 2001. Beken in de 21^{ste} eeuw: de ideale beek vanuit maatschappelijk, technisch en ecologisch perspectief. Wageningen.
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 2000a. Waterhuishouding in het Natte hart. Eindnota. Den Haag.
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 2000b. 3^e Kustnota. Traditie, trends en toekomst. Den Haag.
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 2000c. Anders omgaan met water. Waterbeleid in de 21^e eeuw. Den Haag.
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 2000d. Ruimte voor de rivier. Den Haag.
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 2000^e. Kansen voor herstel van zout-zoet overgangen in Nederland. Waterverkenningen. Den Haag.
- Vogelzang, T.A., M.A. Borgstein, G.J.F.Elzen, F.A. Geerling-Eiff, R.A.M.Schrijver en M.Woud, 2004. Boeren op hoog water. Een studie naar de toekomstperspectieven voor landbouw op natte veengronden in het Groene hart. Den Haag.
- Wamelink, G.W.W. en J.J. de Jong, 2005. Kansen voor natuur in het veenweidegebied (een modeltoepassing). WOT-rapport 8. WOT Natuur & Milieu, Wageningen.
- Wateren, B. van der – Hoog, 1997. Quantification of catchment discharge sensitivity to climate change. Thesis. Utrecht.
- WATERNOOD, 1998. Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op grondwater georiënteerde aanpak voor de inrichting en het beheer van oppervlakte-watersystemen. DLG. Utrecht.
- Weijerman, M., H. Lindeboom en A.F. Zuur, 2005. Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea. M.Ecol.Progr.Ser., 298.
- Winden, A. van, W. Overmars en W. Braakhekke, 2003. Bergen bij de bron. Natuurlijke waterberging in de middelgebergten in het stroomgebied van Maas en Rijn. Nijmegen.
- WL/Delft Hydraulics en Bureau Strooming, 1998. Levende berging. Verkennende studie naar uitbreiding van berging in Hollands Noorderkwartier. Delft.
- Working Group 2 Nature and management, 2004. Sustainable development of floodplains. Report no.1. Millingen.

Wot-onderzoek

Verschenen documenten in de reeks Rapporten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wot-rapporten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 47 78 44; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

Wot-rapporten zijn ook te downloaden via de Wot-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

- 1 *Wamelink, G.W.W., J.G.M. van der Gref-van Rossum & R. Jochem (2005)*. Gevoeligheid van LARCH op vegetatieverandering gesimuleerd door SUMO
- 2 *Broek, J.A. van den (2005)*. Sturing van stikstof- en fosforverliezen in de Nederlandse landbouw: een nieuw mestbeleid voor 2030
- 3 *Schrijver, R.A.M., R.A. Groeneveld, T.J. de Koeijer & P.B.M. Berentsen (2005)*. Potenties bij melkveebedrijven voor deelname aan de Subsidiereregeling Agrarisch Natuurbeheer
- 4 *Henkens, R.J.H.G., S. de Vries, R. Jochem, R. Pouwels & M.J.S.M. Reijnen, (2005)*. Effect van recreatie op broedvogels op landelijk niveau; Ontwikkeling van het recreatiemodel FORVISITS 2.0 en koppeling met LARCH 4.1
- 5 *Ehlert, P.A.I. (2005)*. Toepassing van de basisvrachtaberadering op fosfaat van compost; Advies
- 6 *Veeneklaas, F.R., J.L.M. Donders & I.E. Salverda (2006)*. Verrommeling in Nederland
- 7 *Kistenkas, F.H. & W. Kuindersma (2005)*. Soorten en gebieden; Het groene milieurecht in 2005
- 8 *Wamelink, G.W.W. & J.J. de Jong (2005)*. Kansen voor natuur in het veenweidegebied; Een modeltoepassing van SMART2-SUMO2, MOVE3 en BIODIV
- 9 *Runhaar, J., J. Clement, P.C. Jansen, S.M. Hennekens, E.J. Weeda, W. Wamelink, E.P.A.G. Schouwenberg (2005)*. Hotspots floristische biodiversiteit
- 10 *Cate, B. ten, H. Houweling, J. Tersteeg & I. Verstegen (Samenstelling) (2005)*. Krijgt het landschap de ruimte? – Over ontwikkelen en identiteit
- 11 *Selnes, T.A., F.G. Boonstra & M.J. Bogaardt (2005)*. Congruentie van natuurbeleid tussen bestuurslagen
- 12 *Leneman, H., J. Vader, E. J. Bos en M.A.H.J. van Bavel (2006)*. Groene initiatieven in de aanbidding. Kansen en knelpunten van publieke en private financiering
- 13 *Kros, J. P. Groenendijk, J.P. Mol-Dijkstra, H.P. Oosterom, G.W.W. Wamelink (2005)*. Vergelijking van SMART2SUMO en STONE in relatie tot de modellering van de effecten van landgebruikverandering op de nutriëntenbeschikbaarheid
- 14 *Brouwer, F.M, H. Leneman & R.G. Groeneveld (2007)*. The international policy dimension of sustainability in Dutch agriculture
- 15 *Vreke, J., R.I. van Dam & F.H. Kistenkas (2005)*. Provinciaal instrumentarium voor groenrealisatie
- 16 *Dobben, H.F. van, G.W.W. Wamelink & R.M.A. Wegman (2005)*. Schatting van de beschikbaarheid van nutriënten uit de productie en soortensamenstelling van de vegetatie. Een verkennende studie
- 17 *Groeneveld, R.A. & D.A.E. Dirks (2006)*. Bedrijfseconomische effecten van agrarisch natuurbeheer op melkveebedrijven; Perceptie van deelnemers aan de Subsidiereregeling Agrarisch Natuurbeheer
- 18 *Hubeek, F.B., F.A. Geerling-Eiff, S.M.A. van der Kroon, J. Vader & A.E.J. Wals (2006)*. Van adoptiekip tot duurzame stadswijk; Natuur- en milieueducatie in de praktijk
- 19 *Kuindersma, W., F.G. Boonstra, S. de Boer, A.L. Gerritsen, M. Pleijte & T.A. Selnes (2006)*. Evalueren in interactie. De mogelijkheden van lerende evaluaties voor het Milieu- en Natuurplanbureau
- 20 *Koeijer, T.J. de, K.H.M. van Bommel, M.L.P. van Esbroek, R.A. Groeneveld, A. van Hinsberg, M.J.S.M. Reijnen & M.N. van Wijk (2006)*. Methodiekontwikkeling kosteneffectiviteit van het natuurbeleid. De realisatie van het natuurdoel 'Natte Heide'
- 21 *Bommel, S. van, N.A. Aarts & E. Turnhout (2006)*. Over betrokkenheid van burgers en hun perspectieven op natuur
- 22 *Vries, S. de & Boer, T.A. de, (2006)*. Toegankelijkheid agrarisch gebied voor recreatie: bepaling en belang. Veldinventarisatie en onderzoek onder in- en omwonenden in acht gebieden
- 23 *Pouwels, R., H. Sierdsema & W.K.R.E. van Wingerden (2006)*. Aanpassing LARCH; maatwerk in soortmodellen
- 24 *Buijs, A.E., F. Langers & S. de Vries (2006)*. Een andere kijk op groen; beleving van natuur en landschap in Nederland door allochtonen en jongeren
- 25 *Neven, M.G.G., E. Turnhout, M.J. Bogaardt, F.H. Kistenkas & M.W. van der Zouwen (2006)*. Richtingen voor Richtlijnen; implementatie Europese Milieurichtlijnen, en interacties tussen Nederland en de Europese Commissie.
- 26 *Hoogland, T. & J. Runhaar (2006)*. Neerschaling van de freatische grondwaterstand uit modelresultaten en de Gt-kaart

- 27 Voskuilen, M.J. & T.J. de Koeijer (2006). Profiel deelnemers agrarisch natuurbeheer
- 28 Langeveld, J.W.A. & P. Henstra (2006). Waar een wil is, is een weg; succesvolle initiatieven in de transitie naar duurzame landbouw .
- 29 Kolk, J.W.H. van der, H. Korevaar, W.J.H. Meulenkamp, M. Boekhoff, A.A. van der Maas, R.J.W. Oude Loohuis & P.J. Rijk (2007). Verkenningen duurzame landbouw. Doorwerking van wereldbeelden in vier Nederlandse regio's
- 30 Vreke, J., M. Pleijte, R.C. van Apeldoorn, A. Corporaal, R.I. van Dam & M. van Wijk (2006). Meerwaarde door gebiedsgerichte samenwerking in natuurbeheer?
- 31 Groeneveld, R.A., R.A.M. Schrijver & D.P. Rudrum (2006). Natuurbeheer op veebedrijven: uitbreiding van het bedrijfsmodel FIONA voor de Subsidieregeling Natuurbeheer
- 32 Nieuwenhuizen, W., M. Pleijte, R.P. Kranendonk & W.J. de Regt (2007). Ruimte voor bouwen in het buitengebied; de uitvoering van de Wet op de Ruimtelijke Ordening in de praktijk
- 33 Boonstra, F.G., W.W. Buunk & M. Pleijte (2006). Governance of nature. De invloed van institutionele veranderingen in natuurbeleid op de betekenisverlening aan natuur in het Drents-Friese Wold en de Cotswolds
- 34 Koomen, A.J.M., G.J. Maas & T.J. Weijschede (2007). Veranderingen in lijnvormige cultuurhistorische landschapselementen; Resultaten van een steekproef over de periode 1900-2003
- 35 Vader, J. & H. Leneman (redactie) (2006). Draggers landelijk gebied; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 36 Bont, C.J.A.M. de, C. van Bruchem, J.F.M. Helming, H. Leneman & R.A.M. Schrijver (2007). Schaalvergroting en verbreding in de Nederlandse landbouw in relatie tot natuur en landschap.
- 37 Gerritsen, A.L., A.J.M. Koomen & J. Kruit (2007). Landschap ontwikkelen met kwaliteit; een methode voor het evalueren van de rijksbijdrage aan een beleidsstrategie
- 38 Luijt, J. (2007). Strategisch gedrag grondeigenaren; Van belang voor de realisatie van natuurdoelen.
- 39 Smits, M.J.W. & F.A.N. van Alebeek, (2007). Biodiversiteit en kleine landschapselementen in de biologische landbouw; Een literatuurstudie.
- 40 Goossen, C.M. & J. Vreke. (2007). De recreatieve en economische betekenis van het Zuiderpark in Den Haag en het Nationaal Park De Hoge Veluwe
- 41 Cotteleer, G., Luijt, J., Kuhlman, J.W. & C. Gardebroek, (2007). Oorzaken van verschillen in grondprijzen. Een hedonische prijsanalyse van de agrarische grondmarkt.
- 42 Ens B.J., N.M.J.A. Dankers, M.F. Leopold, H.J. Lindeboom, C.J. Smit, S. van Breukelen & J.W. van der Schans (2007). International comparison of fisheries management with respect to nature conservation.
- 43 Janssen, J.A.M. & A.H.P. Stumpel (red.) (2007). Internationaal belang van de nationale natuur; Ecosystemen, Vaatplanten, Mossen, Zoogdieren, Reptielen, Amfibieën en Vissen
- 44 Borgstein, M.H., H. Leneman, L. Bos-Gorter, E.A. Brasser, A.M.E. Groot & M.F. van de Kerkhof (2007). Dialogen over verduurzaming van de Nederlandse landbouw. Ambities en aanbevelingen vanuit de sector
- 45 Groot, A.M.E., M.H. Borgstein, H. Leneman, M.F. van de Kerkhof, L. Bos-Gorter & E.A. Brasser (2007). Dialogen over verduurzaming van de Nederlandse landbouw. Gestructureerde sectorialogen als onderdeel van een monitoringsmethodiek
- 46 Rijn, J.F.A.T. van & W.A. Rienks (2007). Blijven boeren in de achtertuin van de stedeling; Essays over de duurzaamheid van het platteland onder stedelijke druk: Zuidoost-Engeland versus de provincie Parma
- 47 Bakker, H.C.M. de, C.S.A. van Koppen & J. Vader (2007). Het groene hart van burgers; Het maatschappelijk draagvlak voor natuur en natuurbeleid
- 48 Reinhard, A.J., N.B.P. Polman, R. Michels & H. Smit (2007). Baten van de Kaderrichtlijn Water in het Friese Merengebied; Een interactieve MKBA vingeroefening
- 49 Ozinga, W.A., M. Bakkenes & J.H.J. Schaminée (2007). Sensitivity of Dutch vascular plants to climate change and habitat fragmentation; A preliminary assessment based on plant traits in relation to past trends and future projections
- 50 Woltjer, G.B. (met bijdragen van R.A. Jongeneel & H.L.F. de Groot) (2007). Betekenis van macro-economische ontwikkelingen voor natuur en landschap. Een eerste oriëntatie van het veld
- 51 A. Corporaal, A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée en H.P.J. Huiskes (2007). Klimaatverandering, een nieuwe crisis voor onze landschappen?
- 52 Oerlemans, N., J.A. Guldemond & A. Visser (2007). Meerwaarde agrarische natuurverenigingen voor de ecologische effectiviteit van Programma Beheer; Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer, Achtergrondrapport 3
- 53 Leneman, H., J.J. van Dijk, W.P. Daamen & J. Geelen (2007). Marktonderzoek onder grondeigenaren over natuuraanleg; methoden, resultaten en implicaties voor beleid. Achtergronddocument 'Evaluatie omslag natuurbeleid'
- 54 G.L. Velthof & B. Fraters (2007). Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond
- 55 Broek, J.A. van den, G. van Hofwegen, W. Beekman & M. Woittiez (2007). Options for increasing nutrient use efficiency in Dutch dairy and arable farming towards 2030; an exploration of cost-effective measures at farm and regional levels



W O t

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

