

# Anticiperend landschapsbeleid

*Katern 1 : Klimaatverandering en klimaatbeleid*

F. R. Veeneklaas



## **Anticiperend landschapsbeleid**

### **Katern 1**

### **Klimaatverandering en klimaatbeleid**

## **Anticiperend landschapsbeleid**

### **Katern 1**

## **Klimaatverandering en klimaatbeleid**

F.R. Veeneklaas

Alterra rapport 1708  
issn nr 1566-7197

Alterra, Wageningen UR  
2008



# Inhoud

## Klimaatverandering en de toekomst van het Nederlandse landschap 7

### 1 Klimaatverandering 11

#### 1.1 Oorzaken en gevolgen 11

#### 1.2 Onzekerheden 15

#### 1.3 Anticiperend landschapsbeleid 18

### 2 Directe effecten 21

#### 2.1 Natuurlijke vegetatie 21

##### 2.1.1 De kleuren der seizoenen 21

##### 2.1.2 Aanpassingsmechanismen van planten 22

##### 2.1.3 Impact naar landschapstype 27

##### 2.1.4 Anticiperend landschapsbeleid 32

#### 2.2 Nieuwe landbouwgewassen 35

##### 2.2.1 Veranderende geschiktheid en opbrengsten 37

##### 2.2.2 Zilte landbouw 38

##### 2.2.3 Anticiperend landschapsbeleid 41

### 3 Mitigatie 43

#### 3.1 Verbouw bio-energiegewassen 43

##### 3.1.1 Eerste en tweede generatie 43

##### 3.1.2 In welke landschappen? 46

##### 3.1.3 Anticiperend landschapsbeleid 49

#### 3.2 Windturbines 49

##### 3.2.1 Ontwikkelingen en ambities 49

##### 3.2.2 Locaties en configuraties 55

##### 3.2.3 Passendheid 60

##### 3.2.4 Anticiperend landschapsbeleid 61

### 4 Adaptatie 67

#### 4.1 Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat - ARK 67

#### 4.2 Waterbeheer 71

##### 4.2.1 Waterkering 71

##### 4.2.2 Water vasthouden en bergen 74

#### 4.3 Andere aanpassingen 75

#### 4.4 Anticiperend landschapsbeleid 79

### Geraadpleegde bronnen 82

### Verantwoording 86

### Colofon 87

### Illustratieverantwoording 87



## Klimaatverandering en de toekomst van het Nederlandse landschap

Het Nederlandse landschap is een resultante van een eeuwenlange wisselwerking tussen de fysieke wereld en menselijk ingrijpen. Analytisch gezien bevindt landschap zich vrijwel steeds aan het *receiving end* van de ketens van fysieke processen en het menselijk handelen. Daarmee willen we tevens zeggen dat landschapsvorming afhankelijk en tevens expressie is van een reeks autonome (fysieke én antropogene) krachten en van beleidsgestuurde ontwikkelingen in andere sectoren. Het landschap ondergaat daarmee een veelheid aan invloeden, waarvan sommige leiden tot verlies aan kwaliteiten en vervlakking. De direct op behoud en herstel van landschapskwaliteiten gerichte interventies van de overheid zijn, gehouden tegen de intenties, beperkt in omvang en effectiviteit. Opvolgende Natuurbalansen van het Milieu- en Natuurplanbureau geven daarvan steeds verslag.

De overheid houdt zich niet afzijdig. Met LNV als penvoerend en primair verantwoordelijk ministerie, zijn beleidsdoelstellingen met betrekking tot landschap geformuleerd. Het gaat hierbij om behoud en ontwikkeling van kernkwaliteiten (in de Nationale Landschappen) en basiskwaliteiten (overal). Landschapskwaliteit wordt daarbij afgemeten aan

- de functionele inrichting van het landschap: de 'bruikbaarheid';
- behoud en ontwikkeling van identiteit, verscheidenheid en beleving van het landschap.

Dit is nader gespecificeerd in een viertal 'kernkwaliteiten':

- Natuurlijke kwaliteit: bodem, water, reliëf, aardkunde, flora en fauna.
- Culturele kwaliteit: cultuurhistorie, culturele vernieuwing en architectonische vormgeving.
- Gebruikskwaliteit: (recreatieve) toegankelijkheid, bereikbaarheid, meervoudig ruimtegebruik.
- Belevingskwaliteit: ruimtelijke afwisseling, informatiewaarde, contrast met de stad, groen karakter, rust, ruimte, stilte en donkerte.

'Kwaliteiten' zoals hier aangeduid kunnen worden gelezen als beleidsmatige operationalisering van het oudere en brede begrip 'landschapswaarden'.

Bij landschap gaat het, zoals eerder gesteld, in de regel om onbedoelde gevolgen van autonome ontwikkelingen en beleid op andere terreinen. Dit is eigenlijk al te illustreren aan het feit dat de landschapswaarden die we nu zo koesteren, in het verleden in vrijwel

alle gevallen zijn ontstaan als onbedoelde neveneffecten<sup>1</sup>. Toeval, kortzichtigheid, hobbyïsme, onwetendheid, politieke opportuniteit en meer van dit soort moeilijk te voorspellen - laat staan te regisseren - factoren, hebben vaak een beslissende invloed gehad op het uiteindelijk resultaat. De Oostvaardersplassen zijn hier het klassieke voorbeeld in positieve zin; maar er zijn ook landschapseffecten van goedbedoeld milieubeleid met een negatieve uitwerking, zoals de vele geluidswallen en -schermen.

De afhankelijkheid van andere ontwikkelingen - of zij nu autonoom zijn dan wel beleidsmatig zijn geïnduceerd - maakt dat het landschapsbeleid gediend is met inzicht in de drijvende krachten als zodanig, hun toekomstige ontwikkeling, de ruimtelijke gevolgen daarvan en tenslotte hun impact op het landschap. Een dergelijk inzicht kan zowel de mogelijkheid bieden onvermoede kansen te benutten, als vroegtijdig bij te sturen om voor landschapswaarden kwalijke gevolgen te keren of te verzachten. Wij noemen dit anticiperend landschapsbeleid. Dit in tegenstelling tot landschapsbeleid in enge zin dat is gericht op directe interventies in het landschap, bijv. door subsidiëring van streekeigen beplanting.

In het eerste deel van deze serie, *Drijvende krachten*, is in zijn algemeenheid ingegaan op de krachten achter landschapsvorming in verleden en heden, met een globale doorkijk naar de toekomst. Om meer concrete aangrijpingspunten voor een anticiperend landschapsbeleid te vinden, zal echter explicieter in moeten worden gegaan op specifieke toekomstige ontwikkelingen, hun ruimtelijke gevolgen en de mogelijke landschappelijke impact. Daarom werd in dat basisdeel al een serie van thematische katernen aangekondigd, waarvan dit het eerste is. Een volgende, handelend over demografie en wonen, is in voorbereiding. Onderwerp van dit katern is klimaatverandering en klimaatbeleid.

Het klimaat in de wereld varieert in de tijd. Denk aan het komen en gaan van ijstijden. Deze veranderingen worden als natuurlijk gezien. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat het klimaat de laatste eeuw verandert in een tempo dat buiten de natuurlijke schommelingen valt en dat vooral de mens daar de hand in heeft. Deze snelle en door de mens veroorzaakte verandering van het klimaat en de te voorziene effecten, lokken maatschappelijke - beleidsmatige en andere - reacties uit. Zowel de verandering van het klimaat zelf als die maatschappelijke reacties kunnen een belangrijke invloed hebben op het landschap en de waarden die er in liggen besloten. Voor de Nederlandse situatie zijn vooral van belang:

- verandering van het weer met - naar verwachting - hogere temperaturen, een langer groeiseizoen, meer winterneerslag maar ook langere droge periodes in de zomer en het frequenter optreden van extreem weer;

- stijging van de zeespiegel, in combinatie met bodemdaling in delen van Nederland. Dit heeft consequenties voor de mogelijkheden om overtollig water uit neerslag of aanvoer via rivieren af te voeren. Ook dreigt een verdere verzilting door het binnendringen van zeewater, via kwel en via het oppervlaktewater, in laaggelegen delen van Nederland.

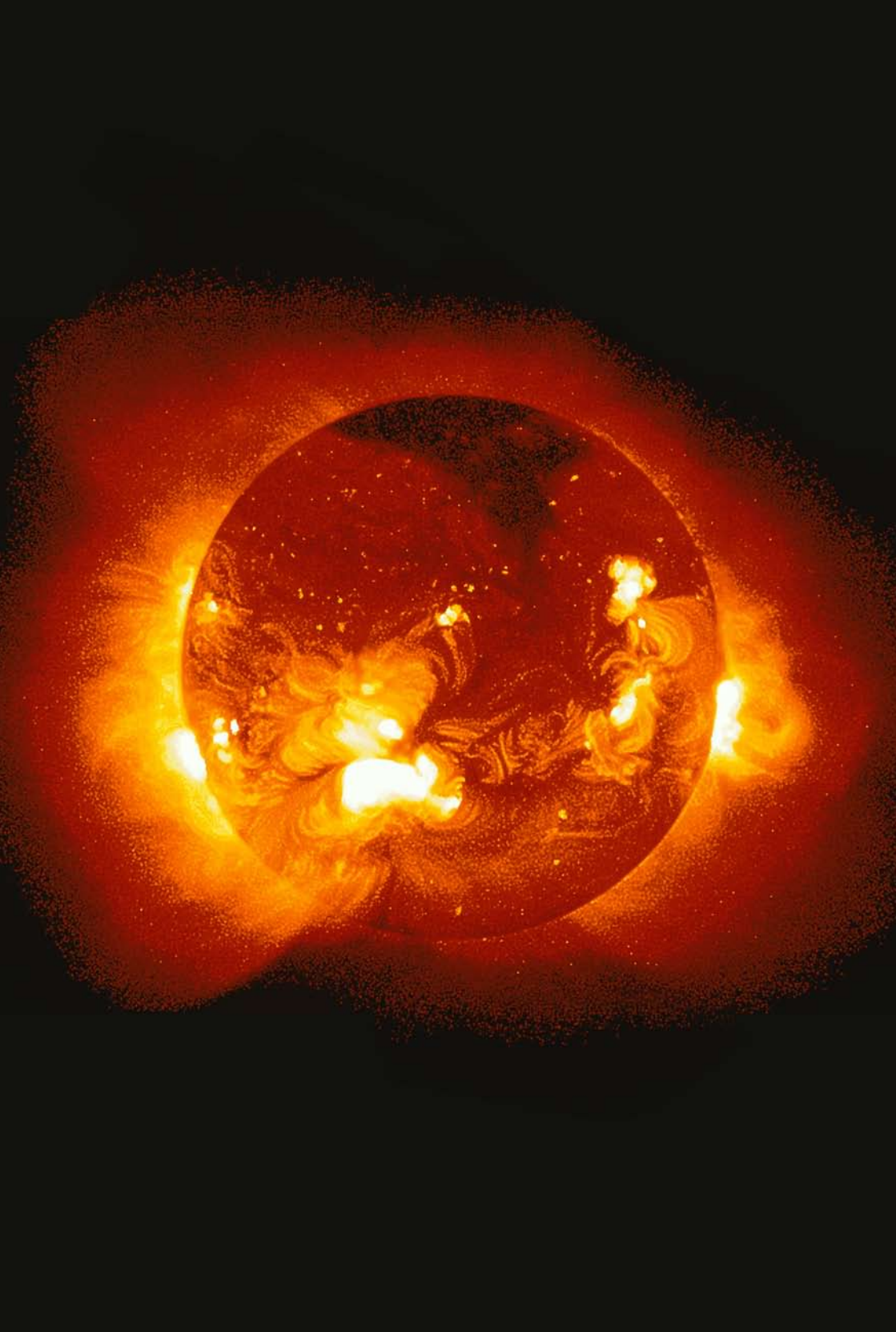
### Effecten langs drie wegen; tevens leeswijzer

Bij de impact van klimaatverandering en klimaatbeleid op het landschap maken wij onderscheid tussen drie effecten:

- 1 *Directe gevolgen* van met name veranderingen in weerspatronen die leiden tot veranderende groeiomstandigheden van vegetaties in natuurlijke ecosystemen en van gewassen in de landbouw (hoofdstuk 2).
- 2 *Reacties* van de overheid maar ook van andere partijen met als doel de veronderstelde *oorzaken* van klimaatverandering aan te pakken, ook wel 'mitigatie' genoemd. Het gaat hier om de pogingen de uitstoot van broeikasgassen zoals kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O) te verminderen. Op het vlak van mitigatie, dus brongericht beleid, is het klimaatvraagstuk sterk verknoot met het energievraagstuk. Over dat laatste gaat deze studie niet, tenzij er sprake is van grote landschappelijke consequenties. Wij richten ons op de *ruimtelijke* maatregelen en gevolgen. In concreto komt dit er op neer dat wij ons concentreren op de verbouw van energiegewassen en het opstellen van de nieuwe generatie windturbines (hoofdstuk 3).
- 3 *Reacties* van de overheid maar ook van andere partijen met als doel de *gevolgen* van klimaatverandering en bodemdaling op te vangen, ook wel 'adaptatie' genoemd. Ook hier gaat het vooral om adaptatiebeleid met belangrijke ruimtelijke gevolgen. Is mitigatie een wereldwijde opgave, het adaptatiebeleid heeft meer specifiek Nederlandse kenmerken. Adaptatiebeleid is in Nederland voor een belangrijk deel waterbeleid. Nederland is meervoudig afhankelijk en kwetsbaar voor eigen neerslag, internationale rivieren en zee en is gezien haar ligging altijd gepreoccupeerd geweest met waterbeheer. Het hoofdstuk over adaptatiebeleid - hoofdstuk 4 - is dan ook voor een belangrijk deel aan het waterbeheer gewijd. Maar niet uitsluitend. Ook architectonische aanpassingen en kunstmatig reliëf komen aan de orde.

De hoofdstukken, en zelfs de hoofdparagrafen, zijn afzonderlijk leesbaar. Zij eindigen steeds met een paragraaf waarin de zin of nuttelosheid van een anticiperend beleid wordt toegelicht.

<sup>1</sup> Een van de weinige uitzonderingen zijn landgoederen. Daar is opzettelijk door ontwerp, inrichting en beheer gestreefd naar landschapsschoon.



# 1 Klimaatverandering

## 1.1 Oorzaken en gevolgen

### Mechanismen achter de versterking van het broeikaseffect

Kooldioxide of  $\text{CO}_2$  is een broeikasgas, dat de inkomende kortgolvlige straling van de zon makkelijker doorlaat dan het de uitgaande langgolvlige infraroodstraling van het aardoppervlak laat uitstralen. Per saldo wordt warmte beter vastgehouden. Eenzelfde uitwerking hebben andere broeikasgassen zoals lachgas en methaan. De rol van deze broeikasgassen in de energiebalans is al in de negentiende eeuw ontdekt door de Franse wiskundige Jean Baptiste Fourier en de Ierse fysicus John Tydall. De Zweedse chemicus Arrhenius beschreef als eerste het broeikaseffect. Hij was primair geïnteresseerd in de vraag waarom de aarde tijdens de ijstijden afkoelt en berekende in 1895 dat een vermindering van het atmosferische kooldioxide-niveau met een derde tot de helft de aarde 4 tot 5 graden Celsius kouder zou maken; en omgekeerd een verdubbeling van de die concentratie de temperatuur gemiddeld met 5-6 graden zou doen toenemen (Pearce, 2007: 32-33). Betrouwbare metingen van kooldioxideconcentraties op Mount Loa in Hawaï wijzen uit dat deze de laatste halve eeuw met 22% zijn gestegen: van 315 deeltjes per miljoen in 1958 tot 383 per miljoen nu. Het pre-industriële niveau, gedurende zeshonderdduizend jaar vóór 1850, is nooit hoger geweest dan ongeveer 280 deeltjes per miljoen. De stijging van de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer zal nog decennia doorgaan door een nog immer stijgende uitstoot. Dit ondanks het feit dat er ook negatieve terugkoppelingen zijn, zoals snellere groei van planten door het  $\text{CO}_2$ -fertilisatie effect en absorptie van  $\text{CO}_2$  door de oceanen.

### Het Antropoceen<sup>2</sup>

Klimaatsschommelingen zijn er al sinds het ontstaan van de aarde. Als we op tijdschalen van millennia denken, dan bevinden we ons nu in een interglaciaal tijdperk na de laatste grote IJstijd circa 12.000 jaar geleden. Met wat ups en downs is het klimaat gedurende deze warmere periode vrij stabiel gebleven. Onder die condities heeft de landbouw zich ontwikkeld en zijn beschavingen opgekomen (en voor een deel weer verdwenen). Aan deze periode van betrekkelijke klimatologische rust dreigt nu een einde te komen.

In Europa is de aarde de afgelopen eeuw, met name in de perioden 1920-

<sup>2</sup> Door de Nederlandse Nobelprijswinnaar Paul Crutzen bedachte aanduiding van het (aanstaande?) geologische tijdperk waarin menselijke activiteiten de meest bepalende factor vormt.



1945 en 1980-2000 met 0,7° Celsius warmer geworden. In andere delen van de wereld, met name arctische gebieden, gaat de opwarming sneller. De mondiale opwarming wordt gerelateerd aan de sinds de Industriële Revolutie in de negentiende eeuw toegenomen concentratie van broeikasgassen en dan vooral van kooldioxide in de atmosfeer. Oorzaak van die CO<sub>2</sub>-toename is primair de verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook grootschalige ontbossing en veenontginningen zijn significant. Zij dragen 15 tot 30% bij. Naast kooldioxide zijn de broeikasgassen methaan en lachgas van belang. Emissies daarvan uit landgebruik en landbouw zijn diezelfde periode sterk gestegen door uitbreidingen van akkerbouw en veeteelt, met bevolkingsgroei en veranderde consumptiepatronen als belangrijkste drijvende kracht.

### Klimaatverandering volgens het IPCC en het KNMI

Het Intergovernmental Panel for Climate Change - IPCC - berekent verschillende mogelijke veranderingen in temperatuur en neerslag. Deze simulaties op basis van klimaatmodellen betrekken verschillende emissieniveaus van broeikasgassen en relateren die aan menselijke activiteiten. Daaruit worden veranderingen in gemiddelde jaartemperaturen en neerslagpatronen afgeleid in de vorm van scenario's voor de komende eeuw. Binnen de tijdshorizon van onze verkenning, de komende 25 tot 40 jaar, liggen de uitkomsten van die scenario's nog dicht bij elkaar, omdat van een sterke inertie (na-ijlingseffect) van het proces van veranderende samenstelling van de atmosfeer en daarmee klimaatverandering wordt uitgegaan. Het IPCC (2007) verwacht dat de gemiddelde jaartemperatuur in Europa met een tempo van 0,1-0,4° C per decennium zal toenemen, met de grootste toenames in Zuid- en vooral Noordoost-Europa. De gemiddelde jaarlijkse neerslag wordt verwacht met enkele procenten per decennium te stijgen in Noord-Europa, in Zuid-Europa neemt zij af.

Voor Nederland heeft het KNMI een viertal klimaatscenarios geformuleerd<sup>3</sup>. De vertaling van mogelijke klimaatsveranderingen naar de Nederlandse situatie behelzen vooral de effecten op de waterafvoer en wateropslag van de neerslag op eigen grondgebied, de veranderingen in de rivierafvoer van de grote internationale rivieren (Rijn, Maas en Schelde) en de effecten van een hogere zeespiegel. Deze effecten en de aanbevolen beleidsrespons daarop zijn in 2000 door de Commissie Waterbeheer 21e eeuw op een rij gezet. Deels wordt al druk gewerkt aan de uitvoering ervan, zoals de Ruimte voor de Rivier-projecten, en de serie projecten langs de kust, de zg. Zwakke schakels. Op additionele maatregelen wordt gestudeerd door de onlangs ingestelde Delta-commissie ('Cie-Veerman'). Deze rapporteert in september 2008.

## Snelle klimaatveranderingen

De klimaatscenario's waarop de IPCC zijn prognoses baseert laten, op een geologisch tijdschaal, weliswaar grote en snelle veranderingen zien - opwarming van enige graden Celsius in een eeuw; zeespiegelrijzing van enige decimeters over een zelfde periode – maar deze voltrekken zich naar menselijke maatstaven toch nog vrij geleidelijk. Dat wil overigens niet zeggen dat het weer niet grillig en heftig kan zijn, maar dit is iets wat altijd heeft bestaan, al wordt wel verwacht dat het aantal extremen toe zal gaan nemen. Studies in de geschiedenis van het klimaat laten echter zien dat er perioden zijn geweest van snelle omslagen. En met 'snel' bedoelen wij hier enkele jaren tot enkele decennia en met 'verandering' stijgingen of dalingen van de gemiddelde temperatuur met 5-15 graden Celsius en meters zeespiegelrijzing of -daling.

Verrassend is dit echter ook weer niet omdat bekend is dat het klimaatsysteem een aantal positieve terugkoppelingen kent. De wetenschapsjournalist Fred Pearce geeft in zijn boek *De laatste generatie* (2007) een goed overzicht van een aantal van die mogelijke terugkoppelingen<sup>4</sup>. We noemen er hier drie. Er zijn er meer maar dit voldoet als illustratie in dit verband.

- De oceanische transportband, die – afhankelijk waar je begint – het verwarmde, zoute water via een oppervlaktestroming van het Caribische gebied naar het Noord-Atlantische gebied vervoert, daar afkoelt en (omdat het zouter is en dus zwaarder) onderduikt in de oceaan om op het zuidelijk halfrond weer boven te komen. Waarna het de kringloop met een noordelijk oppervlaktestroming weer vervolgt. De transportband verdeelt daarmee grote hoeveelheden energie over de planeet en zorgt voor onder meer het milde klimaat in het noordoostelijke deel van het Atlantische gebied. Mochten als gevolg van een stijgende temperatuur de ijskappen van Groenland gaan afsmelten en het zeeijs rond de Noordpool sneller smelten, dan zou door menging het water minder zout worden in het koudegebied in de Noord-Atlantische Oceaan met als mogelijkheid dat de transportband dan tot stilstand komt. Als gevolg daarvan zal het weer in ons deel van de wereld dat afhankelijk is van de warme golfstroom sterk kunnen veranderen<sup>5</sup>.
- Ijskappen, maar ook zeeijs, hebben überhaupt de neiging zich via een positieve terug-

4 Met de titel van zijn boek doelt de schrijver niet op het naderende einde van de mensheid, maar verwijst naar de stelling van de auteur dat de huidige generatie wel eens de laatste generatie sinds de ijstijd zou kunnen zijn die van een periode van een redelijk stabiel en betrouwbaar klimaat heeft kunnen genieten.

5 De oceanograaf Wally Broecker is de geestelijk vader van deze theorie. Het bestaan van de transportband is onomstreden. Of, en waardoor deze kan stil vallen, daarover zijn de meningen echter verdeeld. En evenzo over de gevolgen daarvan op het wereldklimaat. Dat het regionaal grote klimaatconsequenties zal hebben, wordt daarentegen wel algemeen erkend.

koppeling snel uit te breiden of te krimpen. Dit is een direct gevolg van het albedo-effect ofwel de terugkaatsing van licht van het aardoppervlak: op land reflecteert een ijsloze aarde minder licht en warmt extra op; op zee gebeurt hetzelfde met niet door ijs bedekt open water. Bij gletsjers en ijskappen kan bovendien het ontstaan van onderliggende meren als een soort glijbaan fungeren waardoor deze versneld in zee wegglijden. Met als gevolg weer minder albedo, meer warmte-absorptie, etcetera.

- Een snelle verandering van de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer. De permafrost in de Siberische veenmoerassen houdt omvangrijke hoeveelheden koolstof vast in de bevroren bodem. Juist in deze regio wordt verwacht dat deze relatief snel zal opwarmen als gevolg van klimaatverandering. Mocht de nu permanent bevroren aarde daar (een gedeelte van het jaar) ontdooien dan kan veel koolstof als methaangas vrijkomen. Methaan is een belangrijk en snelwerkend (zie voetnoot 6) broeikasgas. Ook in de sedimenten van de oceanen ligt een relatief onbekende maar potentiële grote bron van methaan: de methaancylathraten, kristallijnen ijsroosters die methaan onder hoge druk en bij lage temperaturen vasthouden. Door temperatuurstijging van het oceanewater kan dit broeikasgas worden gemobiliseerd en in de atmosfeer terecht komen. Er zijn aanwijzingen dat dit proces van snelle mobilisatie en emissie van sterke broeikasgassen zich het verleden ook heeft voorgedaan met een verdere versterking van het opwarmingseffect tot gevolg.

## 1.2 Onzekerheden

Al met al, overheerst, als men zich verdiept in toekomstscenario's voor het klimaat, het beeld van veel onzekerheden en maar weinig zekerheden. Deze onzekerheid betreft zowel de omvang, het tempo en de belangrijkste mechanismen van die klimaatverandering. Sommigen denken dat door de chaos-theoretische eigenschappen van het klimaatsysteem we ook in de toekomst ten principale geen zicht zullen hebben op welke veranderingen ons te wachten staan.

Daarnaast speelt nog de discussie over de mate waarin de mens de hand in het in gang zetten van klimaatverandering heeft. De aandacht gaat daarbij momenteel vooral uit naar de uitstoot van kooldioxide, en dan in het bijzonder door de verbranding van fossiele brandstoffen, en naar koolstofvastlegging en CO<sub>2</sub>-opslag. Minder aandacht krijgt de emissie van broeikasgassen via landgebruik door de mens vanwege oxidatie door ontwatering, kap en branden van bossen, veeteelt en gebruik van stikstofbemesting.



Voor ons doel - het inschatten van de gevolgen voor het landschap van verandering in het weerpatroon en de reacties daarop - is het echter maar gedeeltelijk van belang welke oorzaken precies ten grondslag liggen aan klimaatverandering. Bij de directe invloed gaat ons immers om de uiteindelijke impact, ongeacht de oorzaak. Dit geldt in beginsel ook voor de adaptatiemaatregelen, hoewel hierbij de verwachtingen over de aard, de intensiteit en de snelheid van de klimaatverandering bepalend zijn. En deze verwachtingen zijn weer gekoppeld aan de ontwikkeling van de vermeende oorzaken. Voor de mitigatiemaatregelen die worden overwogen geldt dit nog sterker. Daar is de *perceptie* van de oorzakelijke verbanden (niet per se de werkelijke oorzaken) van cruciaal belang welke maatregelen worden genomen. Een verschuiving van de focus op CO<sub>2</sub> en energiegebruik - zoals nu - naar bijv. methaan en landgebruik heeft verstrekkende gevolgen voor het type mitigatiemaatregelen en voor de sectoren die daaraan deel zouden moeten nemen en dus ook voor de impact op landschap<sup>6</sup>.

### Reacties op onzekerheden

Het is waarschijnlijk dat het klimaat buiten de oevers van zijn natuurlijke schommelingen treedt, mede veroorzaakt door menselijke activiteiten in de afgelopen anderhalve eeuw. Over het tempo van veranderingen, veranderingen in neerslagregimes en regionale verschillen is echter nog veel onzeker. Ook is het onzeker of we geleidelijk naar een warmer en natter klimaat gaan dan wel schoksgewijze omslagen in klimaat mogen verwachten met overschrijding van drempelwaarden. In het algemeen wordt wijdverbreid gedacht en aangenomen dat er iets aan de hand is met ons klimaat, en geconfronteerd met zoveel onzekerheden en gebrek aan inzicht, hebben mensen de neiging hun verwachtingen dan te baseren op gebeurtenissen in het recente verleden en in hun eigen omgeving. Deze verwachtingen en percepties worden dan leidraad van het handelen van mensen, en dat handelen heeft reële gevolgen (voor het landschap in ons geval) ongeacht of de motieven terecht blijken te zijn of niet. Voor het nadenken over de landschappelijke impact van klimaatverandering en klimaatbeleid is het daarom nuttig te kijken naar het weer in de afgelopen decennia met een speciale aandacht voor Noordwest-Europa.

<sup>6</sup> De bijdrage van 1 molecuul methaan (CH<sub>4</sub>) aan het broeikaseffect in de atmosfeer wordt meestal gelijkgesteld aan 23x de bijdrage van een molecuul kooldioxide. Dit is gemiddeld over een periode van 100 jaar. De verblijfsduur van methaan is echter gemiddeld een stuk korter. Het veroorzaakt zijn opwarmingseffect grotendeels in de eerste tien jaar, en in die periode is het ongeveer *honderdmaal* krachtiger dan CO<sub>2</sub>. Op korte termijn is daarmee de reductie van methaan-emissie een veel snellere remedie tegen de versterking van het broeikaseffect dan reductie van CO<sub>2</sub>. Zo kan tijd worden gekocht om bijv. de transitie naar niet-fossiele brandstoffen mogelijk te maken; een transitie die ook om andere redenen nodig en wenselijk kan worden geacht.

De afgelopen decennia is er 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. We zien een afname aan het aantal koude winterse dagen, juist vanaf 1975. Per saldo neemt het aantal warmere dagen toe, met de zomer van 2003 als voorlopig hoogtepunt. Maar ook de jaren 2006 en 2007 waren over het gehele jaar genomen uitzonderlijk warm. Uit waarnemingen van de Natuurkalender blijkt dat dit grote invloed heeft gehad op de bloeiperiode van planten, de langdurigere aanwezigheid van vlinders en de vruchtrijping van bomen en heesters (PCCC, 2008: 9).

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. Het KNMI stelt dat het zeer waarschijnlijk is dat ook de extreme neerslag in ons land is toegenomen (Corporaal e.a., 2007: 20). Extreme neerslag bepaalt, meer nog dan de extreme temperatuur, de adaptatiemaatregelen die worden overwogen. Dit heeft direct met de ligging van Nederland te maken: een laaggelegen delta aan de monding van twee grote rivieren (drie als men de Schelde meetelt), grotendeels onder de zeespiegel. In die zin staan de twee jaren van bijna-overstromingen van de grote rivieren, 1995 en 1998, nog vers in ons geheugen, en bepalen ook de beleidsreactie (Cie Waterbeheer 21ste eeuw). Verder lijkt het aantal stormen en orkanen wereldwijd volgens sommige waarnemingen toe te nemen, maar hoe dit samenhangt met de andere klimaatveranderingen is nog niet duidelijk. In Nederland is er geen duidelijke trend in de frequentie van stormen waar te nemen.

### 1.3 Anticiperend landschapsbeleid

Op grond van de recente ontwikkelingen en gebeurtenissen in weer en klimaat, en gezien de beschikbare wetenschappelijke modelsimulaties van het wereldwijde klimaat van het IPCC, wordt de in het voorgaande hoofdstuk geschetste verwachting van klimaatverandering in Nederland op dit moment als meest waarschijnlijk gezien. Het is bovendien een toekomst die door velen als handelingsperspectief wordt gehanteerd. Dat wil zeggen een klimaat met gemiddeld genomen hogere temperaturen, langer groeiseizoen, meer winterneerslag maar langere droge periodes in de zomer en het frequenter optreden van extreem weer. En daarnaast stijging van de zeespiegel, in combinatie met bodemdaling in delen van Nederland door kanteling, inklinking en oxidatie. Dit heeft consequenties

voor de waterafvoer, zowel van neerslag als via de rivieren. Ook dreigt een verdere verzilting in sommige laaggelegen delen van Nederland. Daarnaast is er de dreiging vanuit zee bij hoog water. Tevens wordt aangenomen dat de invloed van de mens op klimaatverandering significant is (en dat mitigerende maatregelen dus zin hebben).

Tegelijkertijd moet worden geconstateerd dat er veel onzekerheden bestaan. Dit is van belang voor een anticiperend landschapsbeleid. Immers, nieuwe ontwikkelingen in de fysieke wereld, maar ook nieuwe inzichten in de mechanismen achter klimaatverandering kunnen zowel directe effecten hebben als op het beleidsmatig handelen beïnvloeden. Met alle gevolgen van dien voor het landschap. Het enige zekerheid lijkt dat we nog voor grote verrassingen zullen komen te staan. Echt anticiperen wordt dan moeilijk. Het is daarom verstandig de ambities matigen. Wij zullen ons richten op de landschappelijk impact van een mogelijke, op dit moment door velen waarschijnlijk geachte verandering van ons klimaat. En daarnaast een beoordeling vooraf van de landschappelijke consequenties van de voorzienbare beleidsreacties, zowel in de sfeer van mitigatie als adaptatie. Daarbij zullen wij ons beperken tot de hoofdzaken en de grote lijnen. Met dit laatste bedoelen we dat we vooral de stappen tussen oorzaak (klimaatverandering en klimaatbeleid) en gevolg (landschap) ontleden, daarmee aansluitend op het eerste deel van deze serie: *Drijvende krachten*. Ook al mocht alles anders uitpakken, dan blijft inzicht in die mechanismen bruikbaar.



## 2 Directe effecten

### 2.1 Natuurlijke vegetatie

Klimaatverandering heeft een directe invloed op het vóórkomen en in minder mate de verschijningsvorm van de vegetatie, en daarmee het landschappelijk aanzicht. In een volgende paragraaf zullen verandering in landbouwgewassen bekijken; hier richten we onze blik op de natuurlijke vegetatie. In een cultuurlandschap als Nederland gaat het bij die verschijningsvorm in het bijzonder om die van vlak- en lijnvormige landschapselementen, zég al het groen buiten het agrarische. ‘Natuurlijke’ vegetatie wordt daarom ruim opgevat en omvat naast natuurlijke elementen zoals hoogvenen en halfnatuurlijke typen zoals bos, houtwallen en dergelijke ook landschappelijke beplantingen, parken, tuinen en dergelijk siergroen.

De voor de natuurlijke vegetatie in Nederland relevante verwachte klimaatverandering komt kort samengevat neer op:

- Warmere zomers met gemiddeld wat toegenomen neerslag zonder dat het aantal regendagen toeneemt. De zomers zullen eerder beginnen en later eindigen en door de gewijzigde balans tussen neerslag en verdamping droger zijn, met langdurige droogteperiodes en met extremere weersomstandigheden.
- Warmere winters met duidelijk toegenomen neerslag. De winters zullen dus korter worden en meer het karakter krijgen van een wisselvallig nat najaar, met vaker reeksen van winters zonder een echte vorstperiode.

Hierbij moet worden bedacht dat opwarming van het macroklimaat, gepaard gaand met drogere zomers, betekent dat het meso-, maar vooral het microklimaat op drogere gronden een extra opwarming en extra verdroging veroorzaakt. Hierdoor wordt bijv. de tegenstelling in temperatuur, bodem- en luchtvochtigheid tussen natte en droge gronden en tussen noord- en zuidhellingen versterkt.

#### 2.1.1 De kleuren der seizoenen

De verwachte klimaatsverandering zal wat temperatuur en neerslag betreft in zijn algemeenheid per seizoen voor de vegetatie het volgende betekenen.

*Voorjaar.* Een vervroeging van de zaadkieming of het uitlopen van overblijvende planten; en een vervroeging van de optimale groei- en productieperiode in voorjaar en voorzomer. Het fleurige beeld van bloeiende voorjaars- en voorzomerplanten wordt vervroegd en mogelijk iets gespreid.

*Zomer.* Een verlenging en versterking van de droogteperiode in de zomer: de zogenaamde zomerdepressie, tijdens welke de balans tussen neerslag en verdamping een tijd lang negatief is. Zomerplanten en hun bloei komen deels in de knel en bloeien dan voor en na hoogzomer, met als gevolg dat hun fleurige bloei minder tot expressie kan komen. In die hoogzomer zullen sommige planten geel tot grijs of grijsbruin verkleuren door verdroging en verdorring. De bladkleur is in grove lijnen gerelateerd aan het vochtregime van de plek. Mesomorfe planten (aangepast aan vochtige milieus) hebben een relatief frisgroene kleur, scleromorfe planten (aangepast aan droogte) een meer grijs-donkergroene kleur. Bij verdroging in de zomer verkleuren en verbleken scleromorfe soorten naar geel, mesomorfe soorten verkleuren meer naar bruin.

Verder zal de kans op optreden van heide- en bosbranden in de zomer in principe toenemen. Het beeld dat dan resulteert zal duidelijk zijn.

*Herfst.* Een verlating en enige verbetering van de suboptimale nagroeiperiode in de nazomer en vroege herfst; en een verlaat in winterrust gaan of sterven. De herfstkleuren van heesters en bomen in het bijzonder zullen sterker zijn en langer duren.

### 2.1.2 Aanpassingsmechanismen van planten

Sommige soorten zullen sterker worden beïnvloed door veranderende klimaatomstandigheden dan andere. Dit heeft met de volgende mechanismen en processen te maken.

#### Overlevingsstrategieën

Bij klimaatverandering gaat het wat planten betreft om de verandering van de gemiddelde situatie van temperatuur, neerslag en verdamping. En om de invloed daarvan op de beschikbaarheid van vocht en nutriënten als ook de daarmee samenhangende zuurgraad in de standplaats, én om de stabiliteit van die factoren. Planten kunnen daar verschillend mee omgaan. Om daarin lijn te brengen, worden zogenaamde strategietypen onderscheiden. Hier goed bruikbaar is de indeling in ruderales, concurrerende en stressverdragende soorten. In het Engels aangeduid met *ruderals*, *competitors* en *stress tolerators*.

*Ruderals* prefereren vruchtbare omstandigheden qua temperatuur, beschikbaarheid van nutriënten en water, zuurgraad en dergelijke. Zij hebben een voorkeur voor voedselrijke milieus en verdragen grote instabiliteit in dat milieu, zijn veelal a-periodische (zie hieronder), groeien relatief snel, leven relatief kort (vaak eenjarig) en kunnen zich gemakkelijk verspreiden. Zij produceren veel zaad maar investeren niet veel in reservevoedsel meegeven aan dat zaad. Het zijn “snelle opportunisten”, in het dagelijkse spraakgebruik onkruiden en ruigtekruiden; storingssoorten die kenmerkend zijn voor ruderales, door menselijke activiteit gestoorde milieus. Zij zijn relatief robuust en zelden bedreigd; hun voorkomen is eerder toegenomen.

*Competitors* geven ook de voorkeur aan vruchtbare omstandigheden maar verdragen in tegenstelling tot ruderals instabiliteit veel minder.

*Stress tolerators* prefereren juist marginale omstandigheden, maar verdragen bij die stress niet ook nog eens instabiliteit daarin. Zij zijn afhankelijk van droge en natte, voedselarme milieus, zijn vaak periodisch, groeien relatief traag (veelal meerjarig) en blijven relatief klein. Zij vertonen een relatief gering reproductie- en verspreidingsvermogen. Het zijn “specialistische fijnproevers” die kenmerkend zijn voor ongestoorde fragiele milieus en zijn daardoor kwetsbaar en vaak bedreigd.

De verwachte klimaatverandering zal in zijn algemeenheid betekenen dat de relatief opvallende ruderals duidelijk zullen profiteren, terwijl de relatief weinig opvallende stress tolerators daarentegen in de verdrukking komen. De competitors zullen gemiddeld niet of weinig reageren.

#### De teruggang van de stress tolerators

Een ten gevolge van de verwachte klimaatverandering afnemen en verdwijnen van soorten zal dus concentreren op stress tolerators. Het effect zal worden versterkt doordat zij vanwege hun beperkte reproductie- en verspreidingsvermogen relatief gevoelig zijn voor versnippering van hun habitats. Een versnippering door direct menselijk toedoen én door indirect toedoen via bijvoorbeeld klimaatbeïnvloeding. Hun afnemen en verdwijnen zal de fijne nuances in het beeld van de begroeiing doen afnemen. Het zal vooral gaan om noordelijke en montane soorten, waarbij overigens niet zozeer hun koudetolerantie in het geding zal zijn als wel hun intolerantie voor droogte in combinatie met hun instelling op een relatief kort groeiseizoen.

#### De uitbreiding van de ruderals

Een ten gevolge van de verwachte klimaatverandering toenemen en uitbreiden van ruderals wordt veel minder geremd door versnippering van hun habitats. Het zal vooral gaan

om zuidelijke tot gematigde soorten, en om exoten. Hun gedrag zal door hun doorgaans massaal optreden de nuances in het beeld van de begroeiing vergroven. Ruderale vegetaties kunnen betrekkelijk fris groen en relatief bloemrijk zijn. Vaak echter is dit juist niet het geval, het optreden van bijvoorbeeld brandnetel, ridderzuring of Japanse duizendknoop levert veel groene massa maar weinig opvallende bloei.

### A-periodische en periodische planten

Het met de groei en bloei kunnen meeschuiven in de tijd onder veranderende omstandigheden is een zaak van genetische aanleg.

A-periodische soorten zullen groeien en bloeien wanneer de omstandigheden daartoe geschikt zijn. Dit wordt in de eerste plaats bepaald door de temperatuur. Het maakt weinig uit wanneer in het jaar dit is. Sprekend voorbeelden zijn eenjarige ruderals en onkruiden.

De timing van de groei en vooral van de bloei wordt bij periodische soorten, daarentegen, gestuurd door hun biologische klok en de daglichtlengte. Periodische soorten zullen zich hierdoor minder kunnen aanpassen. Zij zouden hierdoor in de knel kunnen komen als de periode van hun groei en bloei niet meer, dat wil zeggen in het voorjaar, of nog niet, dus in het najaar, synchroon loopt met hun genetische aanleg. Met andere woorden: veranderingen zullen kunnen optreden in het voor- en najaar, en dan vooral onder de periodische soorten, mede onder invloed van nattere winters.

Voorbeelden van periodische soorten met een zekere mate van impact op het aanzien van het landschap zijn langlevende soorten met onbeschutte groeiknoppen en bloeiwijzen, bijv. heesters en bomen zoals de beuk en de berk. Het kunnen optreden van veranderingen kan echter worden gedempt door de genetische variatie binnen die soorten. Andere voorbeelden zijn in de nazomer en herfst bloeiende kruiden zoals asters.

### Leeftijdscfase en de levensduur

Ook de leeftijdsfase en de levensduur van de individuele plant zijn relevant. De meest kwetsbare fase in de ontwikkeling voor verandering en extremen is die van de vestiging van de kiemplant. De op- of uitgroeifase is minder gevoelig, de volwassen fase het minst en de aftakelingsfase weer meer. De consequentie hiervan is dat gevestigde exemplaren van langlevende soorten zoals bomen bij een zelfde mate van verandering in het klimaat relatief traag reageren, en eenjarige kruiden zeer snel.

Voorbeelden van eenjarige kruiden met een zekere mate van impact op het aanzien van het landschap zijn allerlei ruderals zoals melganzenvoet, bijvoet, harig knopkruid, echte kamille of zwaluwtong.

Mogelijkerwijs zal klimaatverandering ook indirect invloed uitoefenen via het risico van aantasting door insectenvraat en schimmelinfectie. Dit risico neemt bij de verwachte klimaatsverandering waarschijnlijk toe. Relatief langlevende soorten zullen hierdoor toch versneld kunnen reageren op klimaatverandering.

### Eutrofiëring

De verwachte klimaatsverandering zal verder de afbraak van organische stof in niet al te droge en niet al te natte bodems intensiveren. Dit leidt tot vergroting van de voedselrijkdom: eutrofiëring. Het verhoogde CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer en de verwachte klimaatsverandering zullen daarnaast de productie van organische stof doen toenemen. Dit draagt extra bij aan de organische stof in de bodem, waardoor die eutrofiëring verder wordt versterkt. Het algemene beeld is dat het langere groeiseizoen, meer vocht, hogere temperaturen, hogere omzettingssnelheid van organisch materiaal en een hoger CO<sub>2</sub>-gehalte in de lucht, een hogere primaire productie bevordert. Hogere dynamiek leidt verder in het algemeen tot verzuuring: meer struweel, minder doordringbaar, verbraming en dergelijke Ruigten hebben vaak een overwegend tamelijk doffe donkergroene kleur en vertonen een minder tot niet opvallende bloei, zie bijv. braam en brandnetel.

Zoals hierboven is betoogd, zal het spontaan, op eigen kracht verschijnen en uitbreiden van nieuwe soorten in hoofdzaak betrekking hebben op zogenaamde ruderals. Het gaat dan uiteraard om zuidelijke soorten, waarbij het overigens niet zozeer gaat om hun warmtetolerantie als wel om hun droogtetolerantie. Hun optreden zal het algemene beeld van 'veronkruiding' en verzuuring versterken. Een niet onaanzienlijk deel heeft overigens relatief opvallende, grote en kleurrijke bloemen die het beeld deels wel kleuriger maken<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Ook bij door de mens van elders, vaak andere werelddelen, bewust of onbewust ingevoerde en vervolgens spontaan ontsnapte of verbrede en ingeburgerde plantensoorten, gaat het vrijwel uitsluitend om ruderals. Waarbij soorten die al langer ingeburgerd zijn - en dus aan een langduriger selectiedruk zijn blootgesteld - zich wellicht onder invloed van de verwachte klimaatverandering meer zullen uitbreiden dan soorten die recenter zijn ingevoerd. Het is overigens vooral onder de recenter ingevoerde "exotische" planten dat er soorten kunnen schuilen die problemen voor de mens kunnen veroorzaken. Zoals de algemeen bekende voorbeelden van de Amerikaanse vogelkers, als gevolg van zijn gedrag in de wandeling ook aangeduid als bospest, en van de sneeuwbes die zich o.a. in de binnenduinen net zo pestilent kan gedragen. Een ander, actueel voorbeeld is de alsemambrosia, dé hooikoortsplant. Deze ruderaal heeft een warme herfst nodig om zaad te kunnen vormen. De laatste jaren lijkt de plant zich in Nederland net zoals in Italië, Frankrijk, Zwitserland, Duitsland en België sterk uit te breiden, waarschijnlijk onder invloed van de veranderingen in het klimaat (hogere temperaturen). Dichtbij, in de Belgische Kempen is de soort inmiddels al ingeburgerd. De pollen van de ambrosia zijn wereldwijd de belangrijkste veroorzaker van hooikoorts. De allergene werking is een veelvoud van die van graspollen.



Samenvattend, klimaatverandering zal naar verwachting leiden tot een teruggang van de soorten die gespecialiseerd zijn op voedselarme milieus, en een toename van soorten die een voorkeur hebben voor voedselrijke of verrijkte milieus.

Voorbeelden van soorten die zich op voedselrijke milieus thuis voelen met een zekere mate van impact op het aanzien van het landschap zijn bezemkruid, ijsbloem, melganzenvoet, bijvoet, echte kamille, wilgenroosje en harig wilgenroosje. Voorbeelden van soorten die zich op voedselarme milieus thuis voelen met een zekere mate van impact op het aanzien van het landschap zijn dopheide, noordse zegge, beenbreek en slank wolgras.

### 2.1.3 Impact naar landschapstype

Zeer algemeen gesproken mag worden verwacht dat de effecten relatief gering zullen zijn op de droge schrale gronden in het oosten en zuiden van het land en op de aan water-beheersing onderworpen gronden in het westen en noorden. De grootste effecten zullen kunnen worden verwacht op van nature vochtige tot natte relatief voedselarme situaties en in de situatie in de urbane tot suburbane sfeer.

#### Bossen

Omdat de noord-zuidgrens van de voor Nederland karakteristieke soorten loofbos en gemengd bos niet door Nederland loopt, zal bij de verwachte temperatuurswijzingen in de komende decennia deze bossen behouden blijven. Wel zijn de groeiomstandigheden voor fijnspar en douglasspar bij temperatuursverhoging minder gunstig. Beuk en esdoorn krijgen juist meer kansen (Vos e.a., 2007).

De *loofbossen* op de droge zandgronden zullen een over het algemeen geringe reactie vertonen. Het uitlopen van de bomen zal vervroegen en de bladval zal later zijn. De herfstkleuren zullen intensiever worden en langer blijven. De kans op 'armoedig' verdord-verbruind tot kaal aanzicht in de zomer zal toenemen omdat de kans op verdroging en massale insectenvraat en schimmelinfectie stijgt. Loofbos op rijke vochtig-natte (klei) grond en in mindere mate loofbos op rijkere, lemige zandgrond zal duidelijker reageren dan loofbos op arme zandgrond waar droogtestress eerder toeslaat. De nu aanwezige bomen zullen nog decennia het beeld van het bos bepalen, maar de natuurlijke bosverjonging zal afnemen. De bloei van vroeg bloeiende lage kruiden op de bodem onder nog praktisch kale bomen, bijv. bosanemoon, wordt vervroegd maar wordt mogelijk deels door uitlopen van de boomlaag ingehaald en daardoor wat minder opvallend.

*Naaldbossen*, in het bijzonder aangeplante naaldbossen op wat rijkere zandgronden, zullen mogelijk meer last van verdroging en eventuele massale insectenvraat en schimmelinfectie ondervinden.

Het risico van bosbranden zal naar verwachting toenemen.

### **Stuifzand, droog schraal grasland, heiden, vennen en hoogvenen**

Hoewel de langere extreem droge zomerperioden het landschapstype in areaal kan doen toenemen, zal de te verwachten floristische verandering van *stuifzand* het algemene beeld waarschijnlijk niet of nauwelijks beïnvloeden. Dit is ook het geval voor droog schraal grasland, hoewel de fenologie zal wijzigen (vervroeging bloei) en het beeld wat bloemrijker en fleuriger zou kunnen worden.

De *droge heide* (Callunaheide) zal minder last krijgen van vorstschade, maar meer van verdrogingschade gepaard gaand met bruine verkleuring en minder uitbundige bloei. Daarnaast zal de kans op optreden van insectenplagen (o.a. heidehaantje) en verheviging van de reactie daarop toenemen (sterfte). Ook verruiging en vergrassing zal kunnen toenemen, mede door de verlenging van het groeiseizoen.

De verruiging en de verbossing van de *natte heide* (Ericaheide) zullen toenemen. Het kenmerkende lage, jaarrond lichtgrijs-groene beeld met zijn lila bloei in de zomer zal als gevolg van verdroging en eutrofiëring intensiever dan tot nog toe plaats maken voor 's zomers grauwwitgroen en 's winters flets geel hoog gras. Rustend en afgetakeld *hoogveen* zal hetzelfde lot ondergaan. Nog actief, levend hoogveen zal zijn fijne kleurnuances van dophei, zeggen, heldergroene tot rode veenmossen, en de witte pluizenbollen van veenpluis en wollegras gaandeweg gaan verliezen. Door vergrassing als gevolg van verdroging en eutrofiëring zal het hoogveen, net als de natte heide uniform, 's zomers grauwwitgroen en 's winters fletsgeel kleuren.

*Vennen* zullen ingrijpend van karakter gaan veranderen. Meer verdamping in de zomer kan tot verdwijnen van open water in dat seizoen leiden. Verruiging volgt. Voor nu nog voedselarme vennen dreigt verzuring. Het open water zal ten gevolge van verdroging, extreme fluctuaties nat-droog, eutrofiëring en versnelde verlanding verdwijnen en plaats gaan maken voor grauwgrijze grassen (pitrus, pijpenstrootje) en kleinbloemige ruderales kruiden, zoals tandzaad en brandnetel.

Het risico van heidebranden zal naar verwachting toenemen.

### **Rivierengebied - buitendijks**

Door het veranderend afvoerregime zal langs de oevers ook meer benedenstrooms meer zand worden afgezet, waardoor de vorming en ontwikkeling van oeverwallen meer gepro-

nonceerd wordt en zich verder stroomafwaarts zal manifesteren. Het gevolg zal een grotere milieudifferentiatie zijn, die in de flora en het beeld van de begroeiing duidelijk tot uitdrukking zal komen. De grotere habitatvariëteit kan leiden tot een grote biodiversiteit in het buitendijkse rivierengebied (Vos e.a., 2007).

Het aanzicht van uiterwaardgrasland vanaf de rivier tot aan de bandijk, hier en daar met een zandige tot kleiige rand onderlangs het water, zal stroomafwaarts geleidelijk veranderen in, vanaf het zomerbed gezien, een helder geelwitte strandzoom. Een oeverwal van geelwit zand met een open en gevarieerd begroeiing voornamelijk bestaand uit pollen kleurig bloeiende kruiden, zoals doornappel, kattendoorn en morgenster. Op den duur ook met opslag van struiken en bomen zoals meidoorn. Tussen oeverwal en bandijk ontstaat ten gevolge van slibafzetting en inklinking lager liggend vochtig grasland tot zompig moeras met een hoger opgaande begroeiing van riet en biezengras. Op termijn gaat dit over in ooibos. Deze ontwikkeling, in het bijzonder van de vlakke kommen tussen wal en dijk en van bosopslag, zal afhankelijk zijn van de wijze waarop met de uiterwaarden zal worden omgegaan. Het gaat dan om eventueel agrarisch gebruik en het waterstaatkundig beheer. Dat laatste is weer afhankelijk van de adaptatiemaatregelen met betrekking tot klimaatveranderingen die men gaat nemen, zie paragraaf 4.2.

Het ligt daarnaast in de lijn der verwachting dat er bij hoogwater meer rommel en vuil in de bomen en struiken zal blijven hangen (plastic lappen, tonnen, hout en dergelijke) en in een brede baan langs en tegen de buitenhelling van de bandijken zal achterblijven.

### **Wateren, moerassen en laagveengebieden**

In sloten, vaarten en plassen zal zich veelvuldiger en op grotere schaal massale ontwikkeling van vooral drijvende waterplanten voordoen. Het te verwachten vaker optreden van groenalgenbloei maakt het water troebel-groen ("groentensoep"). Blauwalgenbloei veroorzaakt als de algen gaan drijven of aanspoelen een onaantrekkelijke helder groene, synthetische kleur. Draadalgenbloei zal een drijvende lichtgroene schuimige laag op het water doen ontstaan. Drijvende hogere planten, doorgaans kroos<sup>8</sup>, leiden tot een helder groen dek. In het geval van Grote kroosvaren is het slootdek blauwgroen, later in de zomer verkleurend tot opmerkelijk wijnrood. Deze drijvende lagen zullen het open water afdekken.

Door deze ontwikkelingen zal vaker en op groter schaal zuurstofloosheid ontstaan en botulisme optreden. De toegenomen sterfte onder vissen en watervogels

<sup>8</sup> De trend in massaal optreden van drijvende waterplanten komt vooral op conto van een door stijging van de watertemperatuur versterkte uitbreiding van uit Amerika afkomstige soorten zoals Dwergekroos en Knopkroos. Ook de ondergedoken groeiende Smalle waterpest is van Amerikaanse oorsprong.



zal vanwege het zicht en de geur van de kadavers niet aangenaam zijn. Zuurstofloosheid, botulisme en kadavers zijn ook bedreigend voor de gezondheid van de mens.

Langs sloten, vaarten en plassen en in moerassen zullen oever- en moerasplanten sneller toenemen. Vooral de door eutrofiëring en grotere waterstandschommelingen bevorderde en storing verdragende soorten. Het open water, vooral het ondiepere, zal hierdoor sneller dichtgroeien met soorten zoals liesgras, waterzuring, lisdodde, riet, harig wilgenroosje en dergelijke, en moeras zal verruigen met soorten zoals harig wilgenroosje, kattenstaart, leverkruid, braam en wilgenopslag. Voedselarme, door kwel gevoede moerassen zullen ten gevolge van sterker wisselende waterstanden, eutrofiëring en afnemende kwel hun specifieke vegetatie van vroege verlandingsfasen met bijv. verschillende orchideeënsoorten en dotters verliezen. In laagveengrasland zal pitrus, met zijn donker dof groene sprietpollen problemen kunnen gaan veroorzaken.

Door deze ontwikkelingen zal de begroeiing langs oevers van sloten, vaarten en plassen een minder gevarieerd, hoger en dichter karakter krijgen. De oppervlakten aan open water van plassen, poelen en ander, niet vanuit een economisch oogpunt onderhouden, water zal daarbij afnemen. Moerassen zullen sterker verruigen.

### Urbaan en suburbaan groen, wegbermen en dergelijke

Groenstroken, tuinen, parken, bermen en dergelijk groen in stedelijke en suburbane gebieden hebben doorgaans een voedselrijke, dynamische en vaak droge, open en omgewerkte grond. Hier floreren de ruderaal soorten die door de verwachte klimaatverandering toch al de wind in de zeilen hebben. Dit temeer, omdat de temperatuur in stedelijke omgevingen toch al enige graden hoger is dan in het vrije veld. De verwachte effecten zijn tweërlei.

In de eerste plaats zullen *onkruiden*, zoals varkensgras, straatgras en akkerwinde, zich in potentie sterker uitbreiden. Vooral als men het onderhoud verwaarloost zal de aantrekkelijkheid, variatie en kleurigheid plaats maken voor een monotoner en rommeliger onkruidbeeld.

Verder moet rekening worden gehouden dat *uitheemse sierplanten*, die nu alleen overleven bij permanente verzorging, meer kans van slagen hebben te ontsnappen en in de omgeving en in het buitengebied te verwilderen en in te burgeren. De verwachte klimaatverandering zal dit proces en de verbreiding van zulke uitheemse soorten versterken. Voorbeelden zijn de uit Amerika afkomstige (bastarden van) Grote teunisbloem en de uit Zuid-Europa afkomstige Rode spoorbloem. Mogelijk voor een deel ten koste van de inheemse flora, maar niet per se ten nadele van de landschappelijke aantrekkelijkheid.

Loofbomen in landschappelijke beplantingen zoals langs wegen en dergelijke - dus aangeplant in een open, individueel verband - zullen naar verhouding sterk op verdroging reageren. Ook zullen zij eerder en met verstrekender gevolgen door insecten en schimmels worden aangetast.

De aanplant van bomen in de stad vindt veelal niet plaats op grond van de voor de bewuste soort even optimale omstandigheden, maar om allerlei andere redenen. Zij zijn hierdoor kwetsbaar voor verdroging en eventuele massale insectenvraat en schimmelinfectie.

#### 2.1.4 Anticiperend landschapsbeleid

Zoals met de meeste directe effecten van klimaatverandering op het landschap, ligt het anticiperende beleid vooral in de sfeer van monitoring en alert blijven. Dit geldt dan met name voor het oprukken van ongewenste uitheemse planten. Dit zullen vooral de zogenaamde ruderals zijn, soorten die zich goed thuis voelen in voedselrijke milieus en instabiliteit in de milieuomstandigheden goed kunnen verdragen. Zogenaamde stress tolerantors die juist in marginale omstandigheden weten te overleven maar grote instabiliteit in hun milieu niet verdragen, krijgen het daarentegen moeilijk. Die instabiliteit moet overigens vooral gelezen worden als het vaker optreden van perioden met extreem weer, i.c. lange, hete en droge perioden in de zomer en vorstvrije winters. En minder in de verwachte gemiddelde temperatuursverhoging of de totale jaarlijkse neerslag.

Monitoring en alert blijven zijn ook de trefwoorden voor het naar verwachting vaker optreden van voorheen ongekende ziekten en plagen, die de inheemse vegetatie aantasten.

Op het gebied van beplantingen is het zaak rekening te houden met de in par. 2.1.2. beschreven mechanismen die overleven en groei van planten, heesters en bomen bepalen. Veranderende klimaatomstandigheden vragen ook andere soorten en cultivars, en in sommige gevallen ander beheer.

Meer specifiek, is voor de verschillende landschappen c.q. vegetaties het volgende te zeggen over anticiperend beleid.

##### Bossen

Hier gaat het om een zorgvuldige afstemming van de boomsoorten op de optimale standplaats eigenschappen, c.q. het vermijden van aanplant op suboptimale tot marginale

plaatsen. Wil men het verhoogde risico op bosbranden verminderen dan is omvorming van naaldhout naar loofhout een optie. Verder is aan te bevelen spontane verjonging bevorderen, dan wel ontzien. Verder monoculturen vermijden, in plaats daarvan kleinschalige menging van soorten. Ook kan anticiperend te werk worden gegaan door de samenstelling te richten op soorten uit meer continentale centraal (Zuid en Oost) Europese gebieden en vergelijkbare klimaatgebieden elders, bijv. zomereik, haagbeuk, tamme kastanje en acacia. Dunnen en kappen extensief en op zo klein mogelijke schaal, vgl. het “natuurgestuurd bosbeheer” op het kroondomein. Klimaatverandering biedt de mogelijkheid passende nieuwe exoten, zoals palmen of olijfbom, te introduceren langs lanen, bij recreatieve concentratieplekken en in parkachtige delen.

##### Stuifzand, droog schraal grasland, heiden, vennen en hoogvenen

Hier lijkt het tegengaan en/of op bijsturen van de verwachte effecten van klimaatverandering niet mogelijk anders dan in individuele gevallen. Waar de gevolgen onaantvaardbaar dreigen uit te pakken, kan worden gekozen voor neerslagretentie voor de watervoorziening van venen, natte heide en levend hoogveen. Of, als voor een alternatief natuurdoel worden gekozen, bloemrijk grasland of bos (spontaan of aanplant).

##### Rivierengebied – buitendijks

De hier verwachte effecten zijn niet negatief. Ook niet als er vanuit andere hoofde natuurontwikkeling, rivierverruiming of waterberging aan de orde is (zie par. 4.2.2). Hier ligt dus eerder een kans dan een probleem, bijv. het recreatief toegankelijk maken van het gebied. De ophoping van meer rommel en vuil in bomen en struiken en tegen de bandijken vraagt wel zorg, maar is bij bijv. intensiever recreatief gebruik ook wel te organiseren.

##### Wateren, moerassen, laagveengebieden

Het gaat hier vooral om landschapsbeleid in reactie op maatregelen in het kader van het adaptatiebeleid met betrekking tot klimaatverandering. Zie daarvoor par. 4.4.

##### Urbaan en suburbaan groen, wegbermen en dergelijke

Net als bij bossen, geldt ook hier het vermijden van aanplant op suboptimale en marginale standplaatsen, waarbij het dan gaat om aëratie, vochtvoorziening en de voedingstoestand bodem. Dus de boomsoorten zorgvuldig afstemmen op de standplaats eigenschappen - of andersom. Ook hier biedt klimaatverandering de kans voor aanplant van boomsoorten uit meer continentale centraal (Zuid en Oost) Europese gebieden en vergelijkbare klimaatgebieden elders, bijv. plataan, acacia, palmsoorten, olijfbom, Euca-



lyptus. Idem voor heesters. In het algemeen is het zaak bodemverstoring minimaliseren, zowel in het beheer als bij graverij voor andere doelen. Om het beeld van “zwarte grond” te vermijden, en om oprukkende ruderals minder kans te geven, zou men zich bewust en actief moeten richten op bevordering van een zich snel sluitende begroeiing met bodembedekkers. Dit kan in de vorm van een dichte, en later eventueel te lichten, aanplant van meerjarige planten dan wel een herhaalde uitzaai van snel groeiende een- en meerjarige kruiden (“akkeronkruidenmengsel”).

## **2.2 Nieuwe landbouwgewassen**

Een veranderend klimaat maakt het in beginsel mogelijk gewassen die traditioneel in zuidelijker delen van Europa worden geteeld, nu ook in Nederland te verbouwen. Te denken valt aan zonnebloem, korrelmaïs, tabak, druiven of ander fruit, zoals kiwi, perzik en abrikoos. Ook al bestaande teelt, bijvoorbeeld die van graan, kan aantrekkelijker worden door gunstiger gemiddelde weersomstandigheden, bijv. tijdens de rijping. Veranderingen in opbrengst zullen vooral optreden bij a-periodische planten. Dat zijn planten die hun groei afstemmen op de omstandigheden (temperatuur, vochtigheid) en niet op de kalender, zie ook de paragraaf over natuurlijke vegetatie. Gras is hiervan een voorbeeld. De biomassaproductie en daarmee de opbrengst, van deze a-periodische planten verandert als bijv. het groeiseizoen wordt verlengd. Dus zowel geschiktheid voor en opbrengsten van landbouwgewassen worden beïnvloed door het klimaat. En verandering van bouwplan heeft evidente gevolgen voor het landschappelijk aanzicht. De vraag is nu of de verwachte klimaatverandering een bepalende factor gaat worden voor de keus van landbouwgewassen.

Daartoe moet eerst gekeken worden naar de meest relevante onderdelen binnen de verwachtingen over klimaatverandering. In het inleidende hoofdstuk is al beschreven waar op dit moment en redelijke mate van consensus over is voor Nederland:

- Verandering van weerspatronen, zoals - naar verwachting - hogere temperaturen, langer groeiseizoen, meer winterneerslag maar langere droge periodes in de zomer en het frequenter optreden van extreem weer. Voor landbouwgewassen gaat het hierbij minder om de overall temperatuurstijging (deze is naar verwachting te geleidelijk om impact te hebben), maar meer om droogte-resistentie, resistentie tegen lange periodes van extreem weer en verlenging van het groeiseizoen. Zie ook de voorgaande paragraaf.



- Een nog decennialang voortdurende stijging van de concentratie CO<sub>2</sub> in de atmosfeer.
- Stijging van de zeespiegel, in combinatie met bodemdaling in delen van Nederland. Dit heeft consequenties voor de mogelijkheden om overtollig water uit neerslag of aanvoer via rivieren af te voeren. Ook dreigt een verdere verzilting via binnendringen van zeewater in sommige laaggelegen delen van Nederland. Dit biedt de mogelijkheid van een verdere uitbreiding van zoutminnende gewassen, de zogenaamde zilte landbouw.

### 2.2.1 Veranderende geschiktheid en opbrengsten

Voor de belangrijkste huidige gewassen - aardappels, suikerbiet, graan, snijmaïs - is de verwachting dat negatieve effecten van klimaatverandering kunnen worden opgevangen door de keuze van cultivars die beter aan de zich wijzigende omstandigheden zijn aangepast. Er is geen reden om aan te nemen dat deze - op grond van klimaatverandering - zich niet meer kunnen handhaven. Tarwe bijvoorbeeld wordt in de EU nu al van Estland tot Portugal verbouwd. De aanpassingen (in cultivars en teelttechniek) zullen vooral het gevolg zijn van de indirecte gevolgen van klimaatverandering zoals het vaker ontbreken van vorstperiodes in de winter met gevolgen voor de ziekten- en plagendruk of het frequenter optreden van heftige buien met gevolgen voor het legeren van granen of rooiproblemen bij hakvruchten.

Nederland zou ten gevolge van een warmer klimaat geschikt kunnen worden voor de verbouw van gewassen en fruitbomen waar het hier voorheen te koud voor was. Druiven c.q. wijn is een vaak genoemd voorbeeld (zie bijv. Corporaal, 2007). Maar dit maakt direct duidelijk waar de schoen wringt: Nederland zou onder nog steeds suboptimale productieomstandigheden moeten concurreren met de grote gevestigde wijnlanden. Op kostprijs valt onmogelijk te concurreren, op kwaliteit evenmin. Wat overblijft is inzet op de curiositeitswaarde maar die gaat verloren bij een grote productie. Het zal dus blijven gaan om een (regionale) nichemarkt. Eenzelfde redenering is te volgen bij andere nu nog uitheemse gewassen en fruit. De landschappelijke impact zal, door de beperkte arealen, gering blijven.

Anders komt dit te liggen als gewassen geteeld gaan worden specifiek gericht op hun bijdrage aan een fraai landschap. Het kan dan gaan om kleur (bijv. koolzaad, klaver, zonnebloemen, mosterd), geur, een combinatie van beide (bijv. lavendel) of landschapsstructuur (bijv. hoogstamfruitbomen, riet). Vooral als dit wordt gecombineerd met regionale productontwikkeling (bijv. honing, zeep, *slow food*) kan een dergelijk agrarisch grondgebruik bijdragen aan verfraaiing van het landschap. Ideeën in die richting, voor een

‘wellness-landschap’, zijn uitgewerkt in een WOt-werkdocument *Investeren in landschapskwaliteit. De toekomstige vraag naar mooie landschappen om in te wonen, te werken en te ontspannen* (Luttik e.a., 2007: 38).

### CO<sub>2</sub>-bemesting

Een hogere concentratie kooldioxide in de atmosfeer verbetert de plantproductiviteit en de efficiëntie van het watergebruik (IPCC, 2001; Roetter & van Diepen, 1994). Dat is de reden waarom de glastuinder kooldioxide in zijn kassen toevoert. Of deze positieve effecten op gewasgroei onder veranderende klimaatomstandigheden ook daadwerkelijk optreden moet echter maar worden afgewacht. Er zijn namelijk ook groeiverminderende (en kostenverhogende) effecten, zoals meer extremen in droogte en nattigheid en een hogere ziekte- en plagendruk. Veel maakt dit echter niet uit voor onze vraag - die naar de landschappelijke impact van klimaatverandering - omdat het CO<sub>2</sub> effect overal geldt en de opbrengstbeperkende factoren binnen Noordwest-Europa niet sterk zullen verschillen. Voor de concurrentieverhoudingen zal het dus niet te veel betekenen. Deze gevolgen van klimaatverandering zijn daarmee niet bepalend voor de gewaskeus. Die wordt vooral ingegeven door marktverhoudingen als relatieve kostprijs en de afzetprijzen (Hermans & Verhagen, 2008).

## 2.2.2 Zilte landbouw

Verzilting van landbouwgronden is een neveneffect van klimaatverandering en een gevolg van andere processen zoals de inklinking van veengronden en de geologische kanteling van Nederland (zie omslag). Zeespiegelrijzing en bodemdaling kortom. Verzilting treedt niet alleen op in de kustgebieden maar ook, ten gevolg van zoute kwel en inlaat van brak water, in laagveengebieden.

Op dat laagveen kan verzilting op een bepaald moment zo ernstig worden dat reguliere landbouw - in de meeste gevallen is dat (melk)veehouderij - niet meer rendabel is. Zonder specifieke ondersteuning en bescherming verdwijnt dan het weidse graslandkarakter, vooral als overgegaan wordt op een hoger grondwaterpeil en natuurontwikkeling. Dit laatste betekent in deze gebieden vrijwel altijd vernatting. In de uit productie genomen graslanden zullen we massaal ‘verpitruissing’ zien (Corporaal e.a., 2007: 53). Begraasde open weilanden maken plaats voor een ruiger en dichter begroeid landschap. Het cultuurlandschap dat al in de middeleeuwen z’n huidige verschijningsvorm heeft gekregen, zal op die plekken aanzienlijk van aanzicht veranderen.

Akkerbouwgewassen en vollegrondstuinbouw hebben meer last van zout dan gras. Verwacht mag daarom worden dat in de kustgebieden (buiten het veenweidegebied) de daar aanwezige akker- en tuinbouw bij toenemende verzilting in eerste aanleg zal overgaan in grasland. Een stap verder is de verbouw van zoutminnende gewassen als zeeegroente of spelt. De afzetmarkt van dergelijke producten is vooralsnog beperkt, en de arealen navenant klein. Meer perspectief lijkt een combinatie van landbouw, natuur en recreatie in verzilte gebieden te hebben. Een initiatief van het InnovatieNetwerk zet hier op in. Zie hun folder *Van zoute schade naar zilte oogst* en zie ook kader.

In de folder *Van zoute schade naar zilte oogst* wordt - met enig optimisme - een aantal ontwikkelingsrichtingen geschetst met landschappelijke consequenties.

### Begrazing

Begrazing van brakke natuur. Van deze al bestaande combinatie is het aan te bevelen de vermarkting en ketenvorming sterker te ontwikkelen. Dit kan heel goed in combinatie met ketens voor streekproducten. Het biedt ook een prima mogelijkheid voor het doorontwikkelen van kruiden en grassen voor begrazing van zilte weiden.

### Zilte natuurpluk

Locaties waar natuur beleefd en genoten mag worden door te plukken en te oogsten. Een nieuwe combinatie waar zilte natuur met wilde gewassen zich goed voor leent. Dit kan in allerlei varianten worden opgezet. Cruciaal is dat het enerzijds een toegevoegde waarde biedt aan bestaande zilte natuur, anderzijds de vrijheden kent om te oogsten. Het moet daarbij wel een afzonderlijke positie krijgen in regelgeving en planologie. Het kan zowel commercieel als educatief worden opgezet. Interessante optie is een corporatie van agrariër en natuurbeheerder.

### Getijdennatuurpolder

Hier wordt het natuurlijke getij gebruikt voor de productie van uiteenlopende organismen als gewassen, wieren, algen, schaal- en schelpdieren en vis. Het speelt zich af op het grensvlak van polder en estuarium (wijde trechtervormige riviermond waar zoet en zout water bijeenkomen). Het betreft een kansrijke optie vanwege de combinatie met dierlijke productie. Het leidt tot een geleidelijke gradatie van zilte landbouw/aquacultuur naar zilte natuur. Het draagt bij aan natuurontwikkeling door versterking van de kraamkamerfunctie van een estuarium.

De Zilte cascade is de meer intensieve variant van de getijdennatuurpolder op het land. Het wordt door marktextperts en betrokken partijen als een zeer interessant concept gezien. Hierbij zijn de afzonderlijke productieonderdelen onderling afhankelijk. Plant-aardig materiaal (algen, wieren) wordt gekweekt als zelfstandig product en als voedsel voor de dierlijke productie. Het afval daarvan wordt gebruikt als meststof voor de algen en gewassen. De stofstroom uit de voorgaande kweek wordt dus gebruikt als voeding voor de volgende. Ook is dit uitstekend te combineren met bepaalde vormen van recreatie en toerisme. Een vergelijkbaar project is inmiddels gestart (de 'Zeeuwse Tong').

### **De Zilte ProefTuin**

Een bijzondere combinatie van waterbeheer, landschapsontwikkeling en economie. De Zilte ProefTuin gaat uit van het genieten en letterlijk proeven van een zilte economie: het consumeren van ter plaatse geteelde producten, recreëren in het zilte landschap, beleven van de zilte omgeving met zijn bijzondere waterbeheer. Maar ook bredere toepassingen zijn in dit concept mogelijk, bijvoorbeeld door de toevoeging van energie opwekking.

### **Het Zilte landgoed**

Een ontwikkelingsrichting met een licht stedelijke uitstraling is het zilte landgoed. In een combinatie van zilte natuur(ontwikkeling), zilte landbouw, recreatie en landelijk wonen worden de financieringsmogelijkheden uitgebreid en de risico's gespreid. Hier liggen uitstekende mogelijkheden voor combinaties met vormen van wellness: de zuiverende zilte lucht, zilte baden en cosmetica op basis van zilte gewassen.

### **Het Zilte dorp**

Het Zilte dorp is een concept waarin diverse zilte mogelijkheden geïntegreerd worden met wonen en werken. Het benutten van verzilting is uitgangspunt in de diverse functies in het dorp. Het kan gaan om landbouw, (glas)tuinbouw, woonconcepten, dag- en verblijfsrecreatie, toerisme, een golfbaan, havenontwikkeling/transport, handel, retail. Zelfs energievoorziening is mogelijk, via getij of zoet-zout verschillen (osmose). Concrete uitvoering al naar gelang de mogelijkheden op locatie.

Bron: InnovatieNetwerk, juni 2007

Probleemloos is de combinatie landbouw - natuur echter niet. Een rapport in opdracht van datzelfde InnovatieNetwerk opgesteld door het Centrum voor Landbouw en Milieu, zegt hierover:

“Het blijkt in de praktijk moeilijk om een combinatie te maken van zilte landbouw en natuur. Dat heeft te maken met verschillende factoren. Aan de ene kant kan natuurbeleid (bijv. de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Flora- en faunawet) beperkend werken voor de landbouw. Het voorkomen van beschermde dieren en planten kan het gebruik van de grond voor de landbouw beperken. Aan de andere kant kan vraat door ganzen of smienten de oogst vernielen. De mate van inpassing van landbouw in de natuur is dus niet alleen afhankelijk van de agrariër en/of natuurbeheerder, maar ook van het ruimtelijk beleid en natuurbeleid en andere externe factoren. De discussie over wat “landbouw”, maar vooral wat “natuur” mag worden genoemd, is hierbij sturend.” (Guldemond e.a., 2007: 24)

### **2.2.3 Anticiperend landschapsbeleid**

Verzilting is niet alleen een gevolg van klimaatverandering, maar wordt daar mogelijk wel door versterkt. Door verzilting in het laaggelegen veenweidegebied dreigt het oorspronkelijke cultuurlandschap, dat wil zeggen weidelandschap op plekken te veranderen in een meer natuurlijk, maar verruigd en verdicht landschap. In de kustgebieden biedt verzilting vooral kansen voor landschapsverfraaiing in de combinatie landbouw-natuur.

Behalve het verzilting zullen de andere aspecten van klimaatverandering geen dominante rol spelen bij de teeltkeuze van landbouwgewassen. Andere gewassen kunnen heel goed in Nederland hun intrede doen, maar dat wordt dan vooral bepaald door veranderende concurrentieverhoudingen, verandering in de vraag, veranderingen in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, technologische vooruitgang of beleidsmatige restricties die aan de grondgebonden landbouw worden opgelegd. Anticiperend landschapsbeleid op die terreinen kan dus wel effectief zijn, maar vallen buiten het kader van dit katern.



## 3 Mitigatie

Onder mitigatie (letterlijk: verzachting; verlichting) wordt bij het klimaatbeleid het bron-gericht beleid verstaan, gericht op vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Hierbij kan men denken aan de overschakeling van fossiele brandstoffen naar bio- of andere 'duurzame' energie, het extra vastleggen van koolstof in bossen of bodems, het verminderen van de oxidatie van veengronden of het veranderen van voeding van herkauwers (methaan:  $\text{CH}_4$ ) of van mestbeheer (lachgas:  $\text{N}_2\text{O}$ ).

Verlichting van de oorzaken van klimaatverandering dus, niet verzachting van de gevolgen. Dat laatste wordt adaptatie genoemd. In het volgende hoofdstuk te behandelen project 'Routeplanner climate change', onderdeel van het beleidsprogramma ARK, worden ook enkele mitigatiemaatregelen genoemd met landschappelijke gevolgen.

- Introductie van bio-energiegewassen.
- Verhoging van het grondwaterpeil in de veenweidegebieden (om  $\text{CO}_2$ -uitstoot te verminderen).
- Plaatsen van windturbines (en plaatsing van zonne-energiecellen op gebouwen en woningen).

In dit hoofdstuk behandelen we het eerste punt, bio-energie, en het laatste, de plaatsing van een nieuwe generatie windturbines. De landschappelijke gevolgen van verhoging van het grondwaterpeil in de veenweidegebieden bespreken wij bij de strategie "Water vasthouden" in het volgende hoofdstuk: par. 4.2.2.

### 3.1 Verbouw bio-energiegewassen

#### 3.1.1 Eerste en tweede generatie

Bij de 'eerste generatie' bio-energiegewassen gaat het vooral om een andere aanwending van al bestaande teelten, zoals koolzaad, graan of suikerbiet. In dit geval niet voor consumptie (voedsel, voeder) maar ter vergisting tot ethanol en dergelijke. Bio-energiegewassen zijn op dit moment in Nederland nog niet kostendekkend te telen. In een aantal buurlanden, met name Duitsland en Frankrijk, worden zij echter al op grote schaal geteeld. In het voormalige West-Duitsland zelfs al tot 12% van het areaal akker-



bouw areaal. Het gaat dan vooral om koolzaad en energimaïs. Het gunstige subsidie- en fiscale klimaat specifiek voor deze energievorm speelt hierbij een belangrijke rol.

De huidige energiegewassen zijn de zogenaamde eerste generatiegewassen die in uiterlijk en eigenschappen nog veel lijken op de reguliere gewassen voor voedsel of veevoer. In de toekomst zou dit kunnen veranderen, bijv. naar speciale energimaïs of dieselkoolzaad. In Duitsland concurreren deze gewassen al met de voedervoorziening voor rundvee. Het lijkt interessanter om maïs te telen voor de vergister dan voor de bek van de koe<sup>9</sup>. Ook elders in Europa heeft het stimuleringsbeleid zijn uitstraling. Door subsidies in Duitsland en de vraag naar gewassen vanuit de energiesector wordt de vraag naar landbouwgewassen kunstmatig gestimuleerd en is de prijs in theorie hoger. Een van de argumenten voor bio-energie stimuleren is dan ook het ondersteunen van boeren.

Een landschappelijke impact valt pas te verwachten als op grote schaal de 'tweede generatie' bio-energiegewassen hun intrede zouden doen in Nederland. Het gaat dan om de zogenaamde *ligno-cellulose crops*: houtachtige, hoge, snelgroeiende, meerjarige gewassen, veelal grasachtigen. Voorbeelden: *Mycanthus* (olifantsgras), wilgen, Switch gras, riet. Aanwending is hier verbranden, vergassen of vergisten. Grootchalige introductie van dit soort gewassen zal een grote landschappelijk impact hebben, qua uitzicht en landschapsbeleving.

#### Voorwaarden voor introductie van tweede generatie biobrandstoffen

Om de tweede generatie bio-energie daadwerkelijk van de grond te laten komen zullen technologische en organisatorische doorbraken moeten plaatsvinden. De technologie is vooralsnog niet rendabel en alleen op laboratoriumschaal toepasbaar. De schaal van verwerking en afzet maakt professionele logistiek en investeringen ook niet snel rendabel. Lang niet bij alle pompen is eerste generatie biodiesel te krijgen; lang niet alle auto's kunnen hierop rijden. Dit zorgt voor een zekere inertie van het huidige energiesysteem.

<sup>9</sup> Maar ook hier gaan de ontwikkelingen snel en blijken subsidiestromen en prijsverhoudingen doorslaggevend. De prijzen van landbouwproducten op de wereldmarkten zijn zo gestegen dat vraag vanuit veevoerindustrie vanwege hogere melkprijzen weer zo is aangehaald dat vergisters moeite hebben met het verkrijgen van feedstock tegen een acceptabele prijs. Daardoor staan veel vergisters en biodieselinstallaties nu 'droog'. Op een bio-energie conferentie in Brussel dit najaar 2007 sprak een aantal sprekers uit dat er een *shake out* zou plaatsvinden onder de verwerkers van bio-energie. Op langere termijn konden alleen de grote jongens het overleven. Dus de Nedalco's en DSM's en Cargills. Kleine met subsidie opgestarte projecten liggen met de minste of geringste even aanhoudende marktprijsstijging plat. (Conference 'The impact of biofuels on commodity markets'. Brussels 25-26 september 2007. Renaissance Hotel. Agra informa ltd).

Hogere olieprijsen, inzet van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek naar efficiënte winningstechnologie, druk vanuit de maatschappij om een groenere energievoorziening en politieke wil en daadwerkelijke afspraken (bijv. om minder afhankelijk te zijn van Rusland voor energie) zullen introductie van 2<sup>e</sup> generatie biobrandstoffen bevorderen. Of ze dan daadwerkelijk een vliegwiel zullen aanzwengelen is nog onduidelijk.

De markt voor energie is mondiaal. Of biobrandstoffen op grote schaal in Nederland geteeld zullen worden of daarbuiten, hangt daarmee ook af van de geopolitieke verhoudingen en van de markten van de grote spelers op de biobrandstoffenmarkt. Als de Verenigde Staten of Brazilië besluiten hun boeren te ondersteunen of om biobrandstoffen verplicht bij te mengen door hun Shells of BP's dan heeft dat invloed op de prijzen hier. Waarschijnlijk blijft het efficiënter (kosten, milieu) om bio-energie (vanuit suikerriet of palmolie) te importeren uit Brazilië of Indonesië, dan om het te winnen uit graan of suikerbieten uit Nederland. Het is daarmee ook een verhaal van internationale handelsafspraken. Hier komen landbouwbeleid, voedselzekerheid, milieu en energiemarkten bij elkaar. Het lijkt onmogelijk voor Nederland om hier een solo-koers te varen. Een EU-koers is realistischer. De EU heeft beleid ingezet om in 2020 10% van de energiebehoefte voor transport uit biobrandstoffen te halen (en een vijfde van al het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen). Van die 10% biobrandstoffen zou tenminste 80% binnen de EU moeten worden voortgebracht, in de verhouding 50% eerste generatie en 30% tweede generatie. Lidstaten moeten het EU-beleid verder invullen. Nederland haalt veel biomassa uit reststromen van de voedselverwerkende industrie en uit (huishoudelijk) afval.

Het robuuster maken van het watersysteem en natuurgebieden (Ruimte voor de rivier, veenweidegebieden, EHS, waterberging) biedt mogelijkheden op medegebruik vanuit robuuste energiegewassen als wilg en riet. Dubbeldoel-gebruik van deze gebieden voor energieteelten leiden tot enige, maar nog steeds een zwakke, economische basis.

### 3.1.2 In welke landschappen?

Als de tweede generatie biobrandstoffen hun intrede doen, zal dat met name gebeuren in de buitendijkse delen van het rivierengebied of in de nader aan te wijzen, regelmatig te overstromen, gebieden. Bij eens per 25 jaar overstroming in een bergingspolder lijkt reguliere landbouw nog steeds rendabeler.

Ook zijn er perspectieven in gebieden met natuurontwikkeling en de laagste delen van het veenweidegebied waar men bezig is met aanpassing van het waterbeheer

volgens een functie-volgt-peil principe. In deze gebieden wordt de landbouw weggekocht of wordt het te nat voor reguliere melkveehouderij waardoor riet en wilgenteelt in beeld komen.

In regio's met weinig alternatieve hoogrenderende landbouwgewassen kan ook akkerbouwmatig aan energieteelten worden gedaan. Dit zijn uitdrukkelijk niet de vruchtbare kleigronden in Noord-Friesland, Noord-Groningen, Zeeland, Flevoland en West-Brabant. De langjarige energieteelten zullen qua opbrengsten nooit met de intensieve akkerbouwgewassen, zoals pootaardappelen en grove groenten, kunnen concurreren. De boeren zullen daarom daar blijven kiezen voor intensieve gewasrotaties, eventueel met een eerste generatie energieteelt als eenjarig wisselgewas. In de minder vruchtbare akkerbouwregio's, zoals de Veenkoloniën, maar ook elders op de zandgronden, zullen eerder perspectieven zijn voor meerjarige energieteelten. Vanwege fysieke nadelen zullen boeren daar niet kostentechnisch op hoogrenderende gewassen kunnen concurreren. Na afbouw van landbouwsubsidies kan de teelt van alleen graan of zetmeelaardappelen een te smalle basis vormen. Om grond toch nog iets te laten renderen kan voor zeer extensieve energieteelten worden besloten eventueel in combinatie met recreatieve of maatschappelijke functies (natuur, waterberging, CO<sub>2</sub> vastleggen) waarbij de landbouwgrond wel als stille reserve wordt achtergehouden. Zie ook 'Klimaatmantel' (par 4.3). De berekeningen van Eururalis 2.0 geven aan dat in Nederland alleen de Veenkoloniën als bio-energie-teelt gebied in beeld is (Rienks, 2008; Eururalis, 2008). Vooral als daarbij bossingels worden aangeplant - om verstuiving tegen te gaan - zal dit de openheid van dat gebied sterk aantasten. Of dit landschapsverbetering is (in bijstaand kader wordt gesproken van 'terugbrengen tot de menselijke maat') of aantasting van een in Nederland steeds bijzondere landschapskwaliteit, daarover kan men verschillend denken.

#### Monumentale bio-energie in de Veenkoloniën

De Veenkoloniën kenmerken zich door een grote schaal en een grote mate van openheid. Bossingels voorkomen dat de humusrijke bovenlaag verwaait. Daarnaast brengen ze de schaal van het landschap terug tot de menselijke maat. Binnen de schermen wordt op grote schaal biomassa geteeld, naast de traditionele gewassen aardappelen, bieten en graan. Biomassa wordt via kanalen en vaarten naar de verwerkende industrie vervoerd. Het monumentale karakter van het landschap wordt nog eens benadrukt door windparken.

Bron: Klimaatmagazine 3, sept. 2006: 15, over het project *Ground for Change*

De Veenkoloniën was in Eururalis 1, waar geen energiegewassen zijn opgenomen, ook een gebied waar op enige schaal *land abandonment* zou optreden. Afgezet tegen ontwikkelingen elders in Europa is het te verwachten areaal biobrandstoffen in Nederland erg klein.

### Hoe ziet het er uit?

De tweede generatie biobrandstoffen die in aanmerking komen voor teelt in Nederland zijn, zoals gezegd, onder meer populier, wilg, *Miscanthus* en hennep. Hun verschijningsvorm is als volgt.

- Populier – laanbomenrijen in blokvorm. Kleur groen. Oogst eens per 3 à 7 jaar, in beginsel in bladrijke periode van december tot april. Oogsthoogte circa 2 meter.
- Wilg – rijen of in grienvorm. Bladmassa is transparanter groen dan populier. Oogst eens per 3 à 4 jaar, in beginsel in bladrijke periode van december tot april. Oogsthoogte circa 3 à 5 meter.
- *Miscanthus* – donkergroen; maïsachtig gewas; jaarlijkse oogst in april. Hoogte 1,5 à 4 meter.
- Hennep – maïsachtig gewas met iets fijnere structuur; heeft ook iets van een rietgewas; jaarlijkse oogst in augustus en september. Oogsthoogte 2 à 2,5 meter.

Zie verder het rapport over multifunctioneel gebruik van energieteelt van Nicoline van der Windt en andere in de ontwerp inzending *Switch on!* voor de prijsvraag *Levende Energie* (NIROV, 1999).

Bij tweede generatie en akkerbouwmatige teelt kunnen percelen groter zijn dan dat nu het geval is. Het ontwateringspatroon hoeft minder dicht te zijn want de gewassen zijn minder watergevoelig. Dit geldt met name voor de korte omloopbossen. Voor de grasachtige gewassen geldt een vergelijkbare perceelsgrootte als in grootschalige akkerbouwgebieden. Met groot materieel kan eens per jaar of eens per 5 jaar worden geoogst. Er is sowieso minder vruchtwisseling, waardoor het landschap een meer monofunctioneel aanzien krijgt. Waarschijnlijk blijft de huidige perceelsstructuur op hoofdlijnen bestaan maar worden vele percelen naast elkaar gebruikt voor eenzelfde gewas. De multifunctionele energieteeltgebieden met natuur- en waterbergingscombinaties krijgen een minder recht en hoekig karakter.

Meerjarige energieteeltgewassen worden vaak vroeg in het voorjaar geoogst. Dus 's winters hoog en in de lente laag. Dat is een soort omkering met het huidige akkerbouwgebruik. Er ontstaat bij meerjarig gewassen als wilgen en populieren een meer blokkig landschapskarakter met tegelijkertijd hoogopgaande percelen en juist geoogste percelen. Mogelijk wordt vanwege logistiek hele aansluitende arealen in een jaar leeggeoogst.

### 3.1.3 Anticiperend landschapsbeleid

De introductie van eerste generatie biobrandstoffen, zoals koolzaad of maïs, zou landschappelijk geen breuk veroorzaken met het verleden en betekent slechts een toename van het areaal van deze gewassen. Anders ligt dat met de tweede generatie biobrandstoffen, hoogopgaande houtigen en grasachtigen. Teelt hiervan zou een aanzienlijke verdichting van het landschap betekenen met gewassen en bomen van enkele meters hoog voordat zij worden geoogst. Een bijdrage aan positieve landschapsbeleving zullen zij niet leveren met hun monotonie en de periodiek kale vlakten na de oogst. Ook hun bloei is weinig opmerkelijk.

Of hier om deze redenen anticiperend landschapsbeleid moet worden gevoerd, valt echter te betwijfelen. De kans op grootschalige introductie in Nederland lijkt voornamelijk klein. Denk alleen al aan de hoge grondprijzen en de beperkt beschikbare arealen marginale landbouwgrond in Nederland in vergelijking met andere Europese landen. Alleen met massieve overheidssteun zouden in specifieke, landbouwkundig mindere, gebieden (denk aan de Veenkoloniën, vernatte laagveengebieden of uiterwaarden) boeren kunnen worden verleid tot omschakeling. Meer kansrijk zijn voor de tweede generatie biobrandstofteelt vormen van functiecombinatie, en dan met name met natte natuur.

## 3.2 Windturbines

### 3.2.1 Ontwikkelingen en ambities

Naast de teelt van biobrandstoffen is elektriciteitsopwekking door windmolens een andere optie voor het terugdringen van het fossiele brandstofgebruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot<sup>10</sup>. Momenteel (najaar 2007) wordt in Nederland door windenergie in 3,2 % van de elektrici-

<sup>10</sup> Voor de constructie, de installatie, het onderhoud en de uiteindelijke ontmanteling van de windturbine is uiteraard ook energie nodig en vindt uitstoot van CO<sub>2</sub> plaats. Dit valt echter in het niet bij de bespaarde fossiele brandstof en de daarmee gepaard gaande emissies. Wind Service Holland (WSH) haalt op haar website een Duits onderzoek van het DGE (Das Grüne Emissionshaus, augustus 2003) aan over de terugverdientijden van de diverse benodigde energie en veroorzaakte vervuiling. Deze zijn gebaseerd op een Enercon turbine van 1800 kW met een rotordiameter van 70 meter op een betonnen mast van 98 meter en een jaarproductie van 4 miljoen kWh. De terugverdientijden: (i) energie voor het maken en installeren van de turbine: 2,9 maand, (ii) kooldioxide: 4,4 maand. WSH concludeert dat gedurende de levensduur van een turbine van 20 jaar wordt 40-80 maal zoveel energie geproduceerd als nodig is om de turbine te bouwen, te installeren en te onderhouden.



teitsvraag voorzien. Het geïnstalleerd vermogen op land en *near-shore* is 1550 Megawatt (MW) opgewekt door ruim 1800 turbines. Hiermee is de doelstelling van de Bestuurs-overeenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie (BLOW) uit 2001 - 1500 MW geïnstalleerd vermogen (excl. off shore) - voor 2010 al in 2007 gerealiseerd.

Windenergie neemt momenteel de helft van het aandeel duurzame energie voor haar rekening. Nederland loopt nog achter bij voorloper Denemarken (met een aandeel windenergie in de elektriciteitsvraag van meer dan een 20%), maar ook bij landen als Duitsland (9%) of Spanje (8%) en zelfs het EU-gemiddelde van 5%. Gezien onze ligging aan zee en ons vlakke land mag worden verwacht dat Nederland deze achterstand zal inlopen. Na een wat moeizame start - tussen 1986 en 1994 zijn zo'n 300 windturbines geplaatst, in daarop volgende acht jaar zo'n driemaal zoveel - neemt het aantal windmolens snel toe (MNP, 2007: 56). De voorspelling dat het geïnstalleerd vermogen binnen niet al te lange tijd tenminste zal verdubbelen, is niet gewaagd. Momenteel telt Wind Service Holland 148 turbines in aanbouw met een gezamenlijk vermogen van 284 MW. In het werkprogramma *Schoon en Zuinig* van het ministerie van VROM is de ambitie om het vermogen tijdens de huidige kabinetsperiode meer dan te verdubbelen opgenomen.

Om in 10% extra van onze stroombehoefte via windenergie te voorzien, berekent Wind Service Holland dat met de nieuwste generatie windturbines (vermogen 5 MW) 670 turbines nodig zijn die op het land ca 25.000 ha in beslag zouden nemen (medegebruik uiteraard mogelijk). Op zee zouden door de krachtiger wind 400 windmolens volstaan. We praten hier wel over turbines met wieken van 126 meter, dus meer dan 150 meter hoog! Opteert men voor kleinere molens dan wordt het benodigde oppervlak uiteraard navenant groter.

Zowel de ambities van de overheid met betrekking tot windenergie als de technische mogelijkheden (met name de nieuwe generatie hoge windturbines) maken het dus waarschijnlijk dat er de komende jaren veel druk zal worden uitgeoefend om meer en hogere turbines te plaatsen. Op zee maar ook op het land.

### **Belangrijke keuzen**

Om de landschappelijk impact in te schatten zijn drie keuzen van direct belang.

1. De keuze voor zee- of landlocaties, of een gemengde strategie. In de Innovatienota van het ministerie van Economische Zaken wordt voor de gemengde strategie gekozen.
2. De keuze tussen de generatie turbines die tot 2005 gebruikelijk waren (ashoogte tot circa 60 meter) en de nieuwe generatie met een hoogte boven de 100 meter (incl. rotor) en vermogen boven de 2 MW. De Rijksadviseur voor het Landschap, Dirk Sijmons, zegt over zo'n kwalitatieve stap in schaalgrootte en zichtbaarheid het volgende:



“We spreken bij de nieuwe generatie niet meer van windmolens maar van windturbines. Zelfs de benaming energiecentrale zou niet misstaan. Het vermogen kan oplopen tot 4,5 megawatt per turbine. Het gaat om masten die tussen de 80 en 120 meter hoog zijn. Wanneer we de rotorbladen meerekenen, zijn de allergrootste reuzen, zowel gelet op de hoogte als op de diameter van de schacht, vergelijkbaar met de Euromast. Omdat het 100 meter boven de grond overal in Nederland even hard waait, komen ook andere dan de kustprovincies in aanmerking voor de opstelling van de nieuwe windturbines. Bestuurlijke eufemismen als ‘landschappelijke inpassing’ verliezen hun betekenis bij de aanblik van deze reuzen. Windturbines van deze omvang zijn onder gunstige weersomstandigheden op een afstand van zo’n 20 tot 30 kilometer zichtbaar.” (*Windturbines in het Nederlandse landschap*. Advies, maart 2007. blz 22).

3. En tenslotte is uiteraard de ambitie met betrekking tot het aandeel van windenergie in de elektriciteitsvraag van belang. Het *Voorstel Nationaal plan van aanpak Windenergie* (31-10-’07) van het ministerie van VROM zegt hierover het volgende.

“Het aandeel hernieuwbare energie wordt tussen 2007 en 2011 verdubbeld. De groei van de hernieuwbare energie komt de komende jaren vooral van windenergie. Om de doelen te halen is tijdens de huidige kabinetsperiode een committering voor 2000 MW voor wind op land nodig. Dat is meer dan een verdubbeling ten opzichte van de ruim 1500 MW windenergievermogen die er nu al staat. Nieuwe locaties moeten worden ontwikkeld en bestaande locaties met kleine oude windmolens moeten worden vernieuwd.

Op zee zal in deze periode 450 MW extra nodig zijn (bovenop de 200 MW die er eind 2007 staat), en het oplossen van de problemen rondom locatiekeuze op de Noordzee. In 2011 moet er bovendien een ruimtelijk perspectief zijn voor forse groei tot na 2020.” (blz 4)

Het meeste effect op het landschap hebben uiteraard veel en hoge windturbines opgesteld op het land. Om die reden concentreren wij ons op zo’n ontwikkeling.

### **Voorgeschiedenis**

Het is niet voor het eerst dat in Nederland windenergie op het programma staat: na een relatief windmolenloze periode van bijna 75 jaar verschijnen aan de Nederlandse horizon opnieuw in groten getale draaiende wieken (Schöne, 2007). Want ook anderhalve eeuw geleden, rond 1850, stonden er bijna 10.000 molens in Nederland. Deze vormden toentertijd de motor van de economie. Sindsdien is het blijven waaien maar vanaf 1850 nam het aantal windmolens af,

eerst geleidelijk en later drastisch, door de opkomst van de stoommachine en de ontwikkeling van andere energiebronnen. De windmolen verdween zelfs zo zeer uit het landschap, dat er verenigingen werden opgericht tot het behoud van de molens.

Pas in de jaren '70 van de vorige eeuw begonnen nieuwe molens weer te verschijnen. Het ging nog niet om windmolenparken (het eerste park stamt uit 1985: in Oosterbierum, Friesland) maar om individuele molentjes van 50 tot 100 kW, met een masthoogte van 5 tot 15 meter. Ze werden vooral als solitaire geplaatst, hoofdzakelijk bij boerderijen en woonboten, vaak uit idealisme en in enkele gevallen omdat het elektriciteitsnet niet overal in Nederland aanwezig was. De (relatief geringe) investeringen van de overheid de eerste periode waren vooral gericht op verbetering van de techniek. Hoewel de turbines al snel hoger werden dan 15 meter bleef de windsnelhedenkaart tot voor kort bepalend voor de plekken waar turbines verschenen.

Maar de afgelopen vijf jaar zijn er nieuwe generaties windturbines ontwikkeld. Deze worden gekenmerkt door een forse toename van de hoogte van de mast en de diameter van de rotorbladen en een daarmee gepaard gaande toename van het vermogen, gemiddeld zo'n 2 MW. Van de windturbines die nu worden neergezet is de ashoogte gemiddeld 70 meter en de rotordiameters zelfs nog iets groter. Daarmee steekt het hoogste punt van de nieuwste windmolens gemiddeld ruim 100 meter boven het maaiveld uit.

Dit heeft twee belangrijke gevolgen:

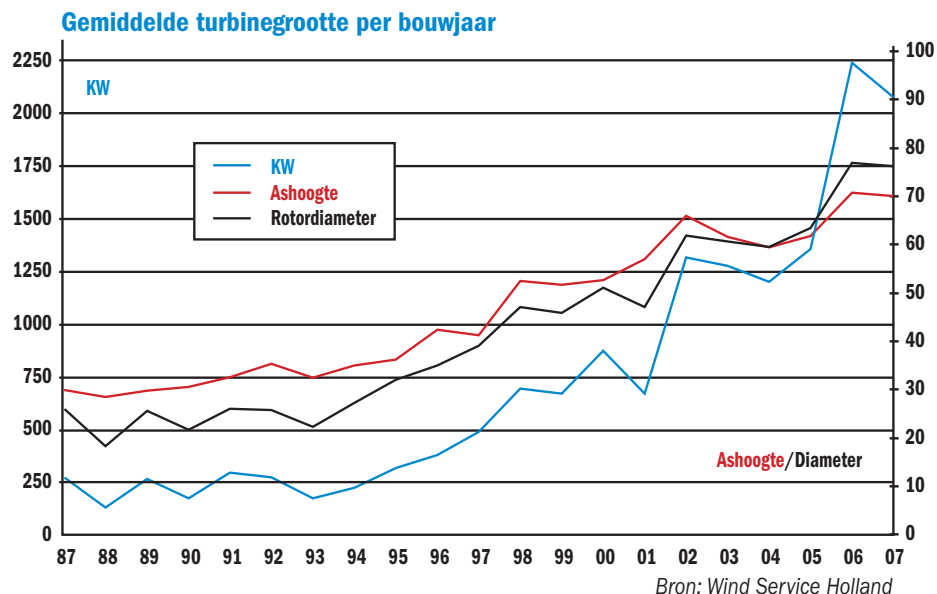
- (1) Door de toename van de hoogte is de windsnelhedenkaart niet meer doorslaggevend voor de locatie. Anders gezegd, windmolens kunnen min of meer overal in Nederland worden neergezet zonder veel verlies aan capaciteit.
- (2) Door de sterk toenemende afmetingen wordt de impact op het landschap van een andere orde. Bij de toekomstige generatie windturbines gaat het niet meer om *inpassing* in het landschap maar *passen bij* het landschap.

Op beide punten gaan we hieronder in.

### 3.2.2 Locaties en configuraties

De huidige verdeling van windturbines over Nederland weerspiegelt nog heel sterk de windsnelhedenkaart van Nederland met de overwegend westelijke wind vanuit zee (Klijn et al., 1999, zie ook de kaart bij deze paragraaf). Daarnaast speelt ook het provinciaal beleid een belangrijke rol. Daarbij worden landschappelijke argumenten gebruikt. Zo moedigt Flevoland met zijn open agrarische landschap en relatief veel wind de komst van windturbines aan, maar is Drenthe beducht voor de inbreuk die deze maken op het Drents landschap (MNP, 2007). De laatste provincie volstaat voorlopig met één parkje met vijf turbines van nog geen 5 MW, terwijl Flevoland bijna 40% voor zijn rekening neemt van het totaal opgesteld vermogen op het land van ruim 1500 MW.

Er is een duidelijke groepering in provincies te onderscheiden met - in termen van geïnstalleerd vermogen - Flevoland als absolute koploper, vervolgens Noord en Zuid Holland, dan een middengroep met Friesland, Groningen en Zeeland en dan de rest van Nederland. In termen van aantal windmolens scoren Groningen, Friesland en Noord Holland hoger, hetgeen aangeeft dat daar in het algemeen kleinere molens staan dan in bijvoorbeeld Zuid Holland en Flevoland (zie tabel). Het vermogen per turbine is een indicatie van de hoogte van de windmolen.



### Windturbines per provincie, 2007

| Provincie                               | Vermogen (MW) | Aantal windturbines | Vermogen per windturbine (MW) |
|-----------------------------------------|---------------|---------------------|-------------------------------|
| Flevoland                               | 615           | 596                 | 1,0                           |
| Zuid Holland                            | 245           | 154                 | 1,6                           |
| Noord Holland                           | 239           | 302                 | 0,8                           |
| Groningen                               | 136           | 247                 | 0,6                           |
| Friesland                               | 134           | 317                 | 0,4                           |
| Zeeland                                 | 109           | 149                 | 0,7                           |
| Brabant                                 | 39            | 44                  | 0,9                           |
| Gelderland                              | 12            | 11                  | 1,1                           |
| Overijssel, Utrecht, Limburg en Drenthe | 19            | 12                  | 1,6                           |

|                         |      |      |     |
|-------------------------|------|------|-----|
| Nederland (op het land) | 1547 | 1832 | 0,8 |
|-------------------------|------|------|-----|

Bron: Wind Service Holland

In beginsel kan, door de introductie van hoge windturbines, in deze scheve regionale verdeling verandering komen. Of een meer gelijkmatige verdeling van windmolens over het land of over een gebied vanuit landschappelijk opzicht wenselijk is, is echter de vraag. Uniformering en vervlakking van het landschap dreigt. Om dit te voorkomen stelt de Rijksadviseur voor het Landschap dan ook concentratiegebieden voor en zogenaamde ‘vides’, gebieden die gevrijwaard blijven van windturbines. Schöne in haar studie over windmolens noemt deze bedreiging van het landschap ‘verzadiging’, zie kader. Ook zij pleit voor windmolenparken en windmolenvrije gebieden:

“Wanneer er zoveel turbines geplaatst worden, dat de opstellingen niet of nauwelijks meer als zelfstandige windparken zijn te herkennen, nemen de windturbines het landschap over. Er is dan bijzonder veel redundantie in de waarneming. Net als in een bos, waar de patronen die de bomen met elkaar vormen niet interessant meer zijn. Slechts op enkele punten ben je dan geïnteresseerd, bijvoorbeeld om de oriëntatie te vergemakkelijken.

Voorkomen moet worden dat heel windrijk Nederland volloopt met redundante informatie. Dit betekent dat er ook gebieden visueel windmolenvrij moeten zijn. Dat is wat anders dan op papier of de topografische kaart. Als bijvoorbeeld op de kaart tussen twee windmolenparken een gebied van vijf bij vijf kilometer windmolenvrij is, ervaar je dat in de werkelijkheid meestal niet zo. Van belang hierbij is dat in

open gebieden, door de grote afstanden waarop de turbines nog zichtbaar zijn, veel grotere ruimtes turbinevrij moeten worden gehouden dan in relatief kleinschaliger landschappen.” (Schöne, 2007: 41)

En met oog voor allerlei optredende optische effecten en optische illusies<sup>11</sup> heeft ze voor de ontwerper het volgende advies (op cit. 42):

“Het zou fantastisch zijn wanneer je van te voren de beelden definieert die je als ontwerper nastreeft, bekeken vanuit de routes die mensen volgen en met extra aandacht voor het niveau van de draaiende wieken en kleur. En dat je vervolgens kijkt wat dat voor gevolgen heeft voor de precieze locaties van de windturbines om die betreffende beelden te realiseren. Het zal in veel gevallen in de plattegrond een minder ordelijke opstelling lijken, maar in werkelijkheid komt het de herkenbaarheid van de opstelling ten goede.”

### Een ongebreidelde toename van het aantal molens leidt tot verzadiging. Alle teveel is negatief, zelfs van de lekkerste snoepjes.

De laatste tijd wordt vaak gemopperd dat Nederland dichtslibt met huizen, kantoren en bedrijven. Als de feitelijke bebouwde oppervlakten, in gebruik voor wonen en werken, worden opgemeten blijkt dat er een ongelooflijk veel grotere oppervlakte grond onbebouwd is dan bebouwd. Een belangrijke oorzaak voor de gevoelsmatige volte is, dat er direct langs de routes die wij volgen wordt gebouwd. Hoe dichter bij de route, hoe beter de achterliggende ruimte visueel afgeschermd wordt, hoe minder we de bebouwingsvrije ruimte achter de locatie gewaar worden. De Nederlandse landschappen worden vooral bekeken en ervaren vanaf routes. Het merendeel van de grondoppervlakte van Nederland is alleen maar visueel toegankelijk, niet fysiek. ▶

<sup>11</sup> Zo heeft het simpele feit dat onze ogen naast en niet boven elkaar staan het gevolg dat we hoogte, zolang we die niet in één beeld kunnen vangen, moeilijk kunnen inschatten (het verschijnsel van ‘de twee blikvelden’). Een molen van 80 meter wordt daarom even hoog ingeschat als een van 100 meter. Het enige visuele verschil is dat we laatstgenoemde molen van verder kunnen zien. Een andere optische illusie is dat een flat van 100 meter hoog veel hoger wordt geschat dan een windmolen van dezelfde hoogte (tenzij ze pal naast elkaar staan). Dit wordt veroorzaakt door de massaliteit van de flat in contrast met de ijlheid van de molen. Daarnaast zijn er nog andere wetmatigheden in onze manier van waarnemen, zoals het zoeken naar eenvoud en herkenbaarheid. Dit mechanisme verklaart waarom rechte lijn opstellingen eerder worden herkend dan langs gebogen of kronkelende lijnen, en gemakkelijker worden geaccepteerd. Omdat oriëntatie bij ver uiteen staande hoge windturbines problematisch is, kan dit principe gebruikt worden door plaatsing langs een lijn waarvan men uit ervaring weet dat deze recht is, zoals een dijk, kanaal of snelweg (Schöne op cit. 37-40).



Daarnaast speelt een rol dat bebouwing meer opvalt dan ruimte, en zeker dan ruimte in de zin van landschap. Zo blijkt dat bij een bedrijventerrein langs een snelweg met aan weerszijden een stuk landelijk gebied, de beide delen landelijk gebied samen tenminste 80% van de totale trajectlengte moeten uitmaken, wil het urbane karakter niet overheersen. Op de schaal van urbaan naar landelijk liggen windturbines dicht bij urbaan dan bij landelijk als gevolg van hun technische en door mensen gemaakte uitstraling in plaats van een natuurlijk en gegroeid imago.

Tenslotte blijkt dat het relatief moeilijk is om de visuele verschijningsvorm van de huidige opstellingen te decoderen tot herkenbare figuren en patronen als gevolg van de grote onderlinge afstanden tussen de molens in een park, de relatieve ijlheid van het beeld van de molens en de twee blikvelden.

*Bron: Schöne (2007)*

In een vervolg op het Advies van de Rijksadviseur zijn door Schröder en anderen (2008), in opdracht van het ministerie van VROM, locaties en figuraties verder uitgewerkt voor een viertal gebieden. Opdracht was het effect te laten zien van de opstelling van een park met 100 grote windturbines in verschillende landschapstypen. Het gaat daarbij om de visuele impact, gezien vanuit verschillende zichthoeken. De gekozen gebieden zijn noord Groningen, De Peel, het Westland en de Veluwe. Deze verschillen sterk in wat ontwerpers noemen de 'korrelgrootte' van het landschap, dat wil zeggen de plaats op de schaal openheid-beslotenheid. Hun bevindingen zijn dat:

- In het open landschap van noord Groningen het park, afhankelijk uiteraard van de afstand, een groot deel van de horizon kan domineren. Of het als een duidelijk geordend park overkomt of als een min of meer chaotische verzameling, is echter sterk afhankelijk van de zichthoeken vanaf de waarnemingspunten op de routes.
- In het verdichte, bebouwde landschap van het Westland zullen windturbineparken weinig nieuwe kwaliteiten toevoegen, maar bestaande kwaliteiten - voor zover aanwezig - ook niet al te veel aantasten.
- De korrelgrootte van het halfopen landschap van De Peel zorgt er voor zorgde dat het park als zodanig nauwelijks is te overzien.

Over het besloten landschap van de Veluwe zeggen de opstellers:

“Op de Veluwe kan je de illusie hebben dat er veel minder dan 100 turbines aanwezig zijn. Het zou vanuit deze optiek misschien wel mogelijk zijn om een groter park te realiseren zonder dat men het ervaart als groot. Anderzijds werd duidelijk dat de

waardering van het bestaande landschap, zonder turbines, bepalend is voor de waardering van dat landschap mét turbines [dit pleit dan weer voor het Westland, FV]. Het zal voor een aantal mensen onacceptabel zijn indien juist in een natuurgebied als de Veluwe een park gerealiseerd wordt.” (Schröder et al., 2008: 37)

En met deze laatste overweging komen we bij het vraagstuk van passendheid.

### 3.2.3 Passendheid

Met de groottesprong die we bij de nieuwe generatie windturbines meemaken is inpasbaarheid in het landschap niet meer aan de orde. Schöne (2004):

“De hoogtemaat van het merendeel van alle objecten in ons landschap is niet veel hoger dan een meter of vijftientig. Een drie-verdiepingen hoog huis is ongeveer tien meter hoog, een populier vijftientig. Slechts enkele dingen zijn hoger: een torenflat, hoogspanningsmasten, een fabrieksschoorsteen. De windturbines die nu rendabel te exploiteren zijn, hebben een maatvoering die fors buiten deze normaal voorkomende maten in het landschap valt. Dit betekent dat het bij de grote molens niet meer om het passen in het landschap gaat maar om het passen bij een landschap.”

Voor het ‘passen bij’ kunnen verschillen criteria worden aangelegd. Enkele voorbeelden (zie ook Schöne, 2004):

- Windturbines passen op windiger plaatsen. Dus de grote open ruimtes waar het altijd waait, waar weinig beschutting is, de vlakke gebieden nabij de kust en de zee of het IJsselmeer zelf, zijn de aangewezen plekken om molens neer te zetten.
- Een historisch appèl: windmolens zijn altijd verbonden geweest met onze strijd tegen het water. Zij passen dus bij onze dijken en polders.
- Vanuit een recenter historisch besef: in eerste instantie werden de, toen nog kleine, molens ingezet om decentraal energie op te wekken. De eigenaar van de molen was de verbruiker van de energie. Voorstanders van decentrale energieopwekking hanteren nog vaak dit perspectief. Vanuit deze zienswijze moet de turbine zo duidelijk mogelijk aan de verbruiker gekoppeld worden. Het gaat dan om solitaire molens dan wel kleine parkjes dicht bij de gebruiker. Deze associatie past ook goed bij het streven naar meer autonomie en minder afhankelijkheid van internationale en zelfs nationale aanvoerlijnen.
- Windturbines zijn iconen van moderne high tech en een energie-intensieve economie. De turbines passen bij landschappen die ook een technische, weinig natuurlijke

uitstraling hebben zoals industrieterreinen<sup>12</sup>, infrastructurele werken of anderszins sterk verstedelijkte landschappen. In deze visie zou een ‘lijnbeplanting’ van windturbines over de lengte van de Betuwe spoorlijn dus goed passen.

- Windenergie is schoon en duurzaam. In die zin misstaan ze niet in (nieuw te ontwikkelen) natuurgebieden of op de Waddenzee.

Dit lijstje is eenvoudig uit te breiden. Merk wel op dat deze ‘associaties’ onderling strijdig kunnen zijn. Dat hoeft geen probleem te zijn bij ruimtelijke scheiding: bij elk landschap c.q. gebied kan men kiezen voor een bepaald associatief verband en de bijbehorende type en configuratie van de molens. Dit impliceert echter wel een bovenlokale visie.

Door een beroep te doen op dergelijke associaties krijgt het creëren van draagvlak voor de nieuwe generatie windturbines meer en meer het karakter van het ontwikkelen van een uitgekende marketingstrategie. Grondslag daarvoor is fundamenteel beleevingsonderzoek “waarin (eindelijk) rekening wordt gehouden met de unieke landschappelijke kwaliteit van de windturbine, namelijk het feit dat de wieken draaien, en daarmee het bestaan van twee ‘horizonten’ waarin de molens (zeker de hele grote) worden waargenomen.” (Advies Rijksadviseur, blz 36). Tevens behelst het een ontwerp-opgave, zowel qua vormgeving als qua ruimtelijke configuratie. Daarin is al een eerste aanzet gegeven in het onderdeel Visies van het eerdergenoemde Advies van de Rijksadviseur. Vijf ontwerpers presenteren daar hun ideeën.

### 3.2.4 Anticiperend landschapsbeleid

In feite is het uitbrengen van het advies van de Rijksadviseur voor het Landschap, in maart van 2007, *Windturbines in het Nederlands landschap* een fraai staaltje van anticiperend landschapsbeleid. Vóór de grootschalige introductie van de nieuwe generatie windturbines wordt daarin uitgebreid aandacht besteed aan alle denkbare aspecten die het landschap betreffen:

- de beleidsambities met betrekking tot windenergie;
- een nationale strategie van concentratie en van molens gevrijwaarde zones;
- de mogelijke locaties, inclusief de keuze voor zee, land of zee en land;
- de overwegingen om tot locatiekeuzes te komen;

<sup>12</sup> Probleem hierbij is dat, behalve havengebieden, de meeste industrieterreinen in Nederland zo klein zijn dat een windpark van enig formaat er uitbarst. Dat betekent dat het park dan grotendeels buiten het industrieterrein ligt, in het landelijk gebied en dat de associatie met een ‘technisch’ landschap niet meer klopt.

- onderzoek dat deze keuzen kan schragen;
- de ontwerp-opgave (met een vijftal uitgewerkte voorbeelden plus nog diverse andere suggesties);
- de bestuurlijke mogelijkheden van sturing (onder de nieuwe wet ruimtelijke ordening).

Dit alles op een overzichtelijke manier gepresenteerd in een cassette met drie boekjes: Advies, Visies en Achtergronden.

Wij gaan hieronder wat dieper in op het punt dat in het Advies wel wordt genoemd maar niet ver wordt uitgewerkt: de bestuurlijke mogelijkheden tot sturing.

### Rijk: decentraal ruimtelijk ordeningsbeleid

Stimulering van duurzame, CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening is een nationale doelstelling. Hierin past energieopwekking via wind. De ruimtelijke ordeningsaspecten, incl. de landschappelijke inpassing, van die windmolens laat het rijk echter over aan de provincies. Wel geeft de Nota Ruimte (deel 3a, 2005) aanwijzingen:

“De provincies kiezen een plaatsingsstrategie van grootschalige dan wel kleinschalige bundeling van windturbines, afhankelijk van de mogelijkheden per landschapstype en de mogelijkheden tot combinatie met infrastructuur en bedrijventerreinen. Provincies geven aan, welke gebieden zij van landschappelijke en/of cultuurhistorische waarde beschouwen. De mogelijke effecten op de natuurlijke, cultuurhistorische en landschappelijke kwaliteiten moeten door de betrokken decentrale overheden expliciet worden betrokken bij (verkenning van de mogelijkheden voor) plaatsing van windturbines. Het rijk verwacht dat de verantwoordelijke overheden in elk geval uitgaan van deze kwaliteiten wanneer ze plaatsingsmogelijkheden zoeken voor windturbines.

Langs nieuwe strakke dijken kunnen windturbines worden geplaatst, mits deze niet leiden tot een omheining. Ter bescherming van de open horizon is plaatsing in open water ongewenst; de windmolens dienen zo dicht mogelijk langs de dijken geplaatst te worden, voor zover op basis van technische en ecologische criteria mogelijk. Afhankelijk van de situatie kunnen de windturbines in enkele lijnopstelling of in meerdere lijnen geplaatst worden.

Voor het IJsselmeergebied is ter behoud van de open horizon plaatsing bij de dijk Enkhuzen-Lelystad ongewenst. Om dezelfde reden én vanwege de externe werking van het Waddenzeebeleid is plaatsing bij de Afsluitdijk ongewenst. Plaatsing in het PKB gebied Waddenzee is verboden.”

### De provincies: opname in streek- en omgevingsplannen

In de streek- en omgevingsplannen van de provincies (die deels al voor het verschijnen van de Nota Ruimte zijn opgesteld) wordt vrij goed bij deze aanwijzingen aangesloten. Over het algemeen wordt er naar gestreefd effecten zo beperkt mogelijk te houden, aanvankelijk door middel van kleinschalige (lijn)opstellingen en kleine turbines, onder andere in Friesland. Maar geconstateerd moest worden dat dit leidde tot nivellering van het landschap, dat wil zeggen dominantie in de zin van overal aanwezig en verlies van openheid (Friesland, Flevoland). De oplossing wordt door veel provincies gezocht in concentratie van windenergie al of niet in combinatie met opschaling en sanering van bestaande windmolens. Daarmee worden de effecten plaatselijk opgeheven, en plaatselijk groter (Schöne, 2007).

Naar aanleiding hiervan, maar vooral naar aanleiding van de technische ontwikkelingen, waarbij steeds grotere windturbines tot de mogelijkheden behoren, wordt thans de vraag gesteld of landschappelijke inpassing nog wel mogelijk is (Noord-Brabant, Zuid- en Noord-Holland). Hierboven is al de vraag gesteld of bij de orde van grootte van de toekomstige windmolens het niet meer een kwestie is van ‘passen bij’ in plaats van ‘passen in’ het landschap is. Deze denkbeelden zijn nog niet verwerkt in de streek- en omgevingsplannen. Wel zijn er uitsluitingen aangegeven: gebieden die vallen onder EHS en/of Natura 2000, Vogeltrekroutes, en cultuurhistorisch belangrijke gebieden. Overijssel noemt bovendien ook *wetlands* als gebieden die uitgesloten worden; Friesland sluit stiltegebieden inclusief de invloedssfeer van 1 km rondom uit, en de Waddeneilanden.

### De relatie provincie-gemeenten

De provinciale streek- en omgevingsplannen boden onder oude Wet Ruimtelijke Ordening (WRO) een toetsingskader voor de verplichte goedkeuring van bestemmingsplannen en de wijzigingen daarin (art. 28). Deze verplichting is in de nieuwe Wet ruimtelijke ordening (Wro) komen te vervallen. Dit betekent echter niet dat de provincies hiermee de bestemmingsplannen niet meer kunnen toetsen (op bijv. de wenselijkheid of onwenselijkheid van solitaire windmolens of van windmolenparken), maar daar is wel een actievere opstelling voor nodig. Als Gedeputeerde Staten een zienswijze indienen met betrekking tot het ontwerp-bestemmingsplan, en de gemeente deze negeert, kan GS reageren met een aanwijzing (art. 3.8 lid 6 van de Wro) en de gemeente daarmee alsnog dwingen het bestemmingsplan volgens de zienswijze aan te passen. Ook beschikt de provincie in de nieuwe Wro over het instrument van een proactieve aanwijzing.

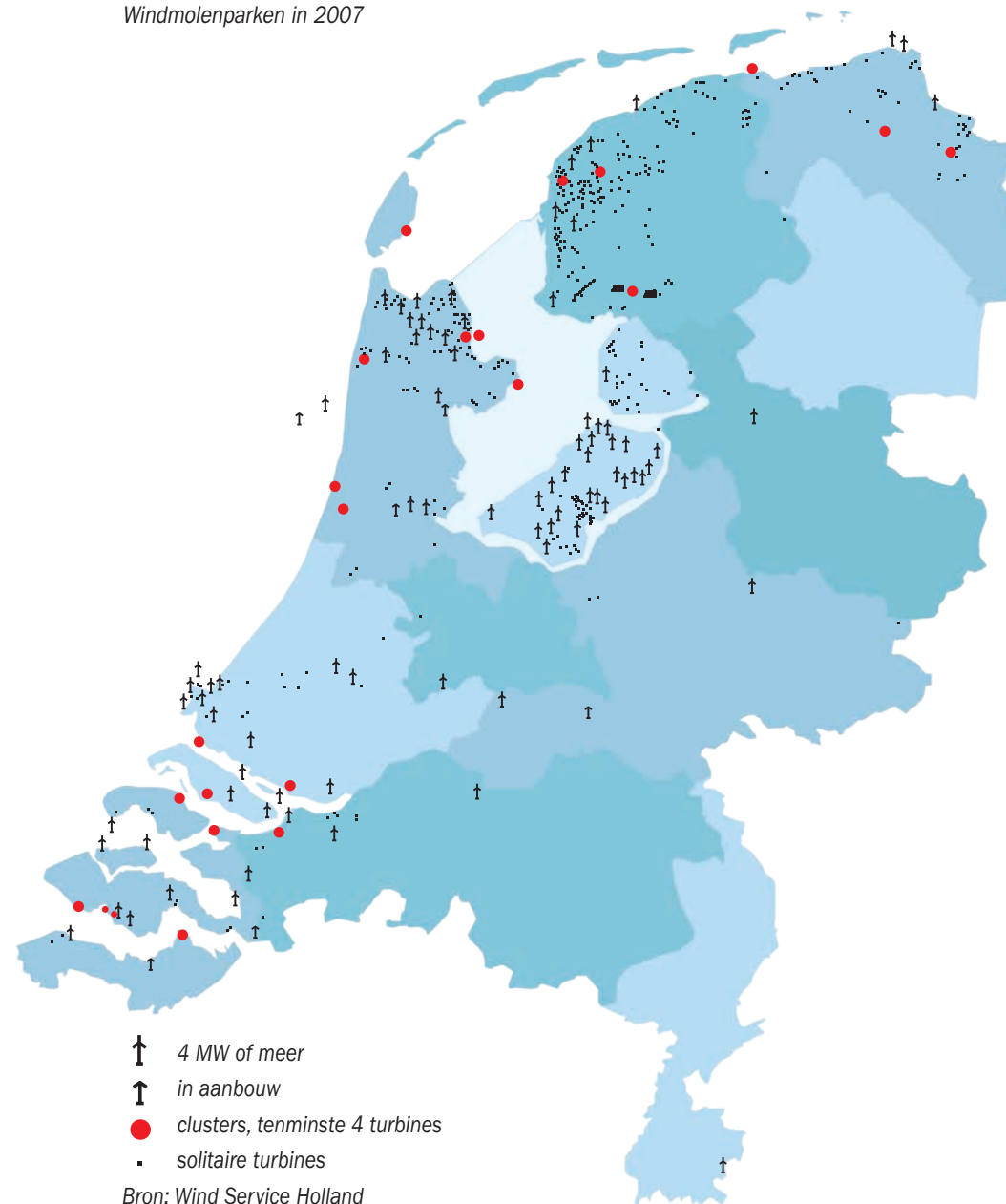
Onlangs is er bovendien een rapport van het Interprovinciaal Overleg, IPO, verschenen waarin gewezen wordt op het nieuwe instrument van de Provinciale Ruimte-

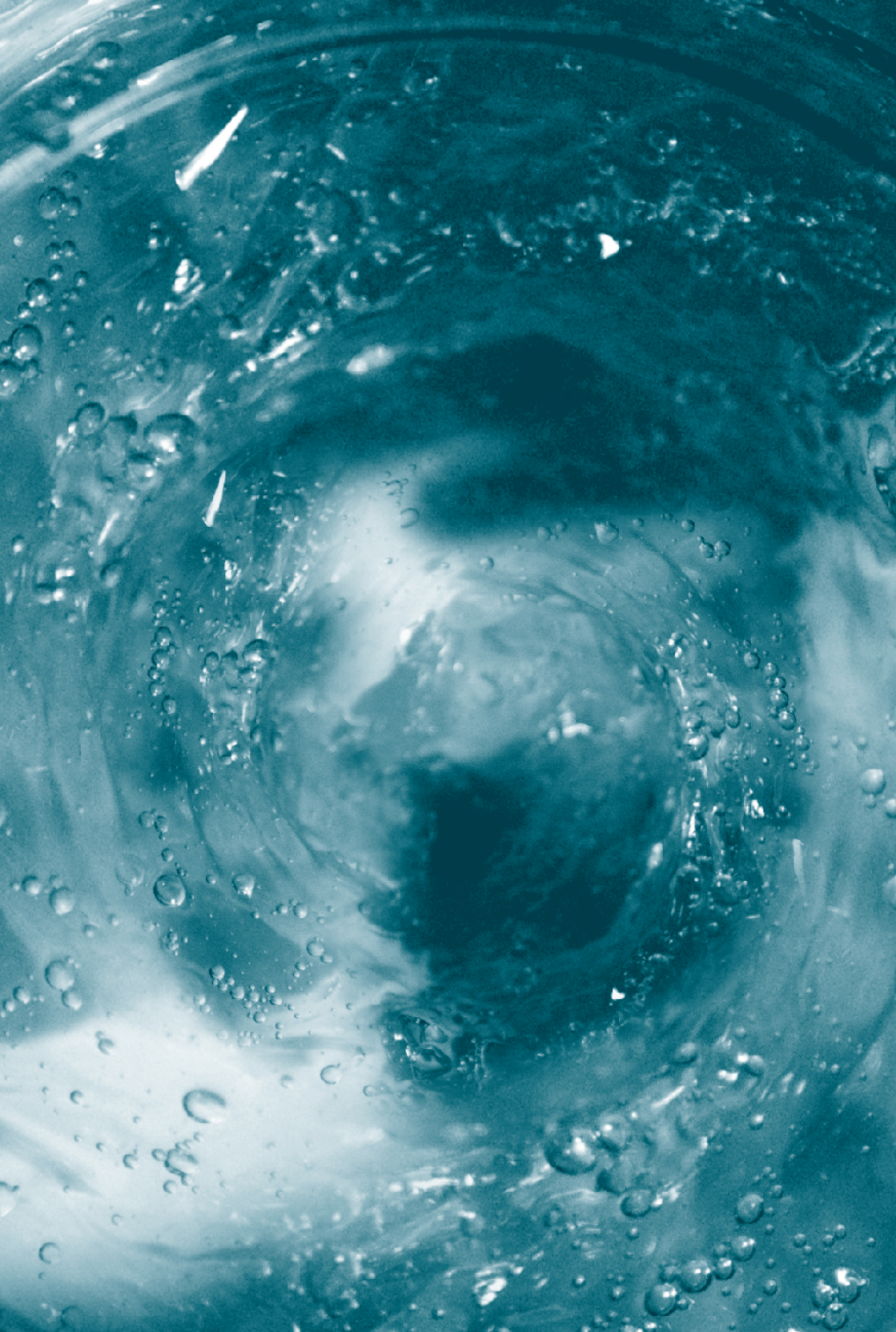
lijke Verordening (PRV). Hierdoor kan een ontheffingsstelsel in het leven worden geroepen waarin bijv. windmolenparken onder gespecificeerde condities mogen worden gebouwd. Deze ontheffing geldt dan voor een ieder: gemeente, particulier of bedrijf. Ook hiermee is dus direct sturend mee op te treden (overigens op veel meer terreinen dan alleen windmolens).

Het Rijk is zeker niet machteloos, in de zin dat het afspraken over taakstellingen voor te installeren vermogen met de provincies kan maken alsmede tips voor landschappelijke inpassing of aanpassing kan geven. Het Rijk kan ook gebieden volledig vrijwaren van windmolens. Evenmin zijn de provincies machteloos, zij kunnen proactief en reactief 'aanwijzingen' geven aan gemeenten en zij beschikken over het instrument Provinciale Ruimtelijke Verordening. Maar gemeenten blijven in de huidige bestuurlijke constellatie een sleutelrol spelen met hun bestemmingsplannen, die zullen moeten worden aangepast om de nieuwe generatie hoge turbines te kunnen plaatsen. Dit gaat gepaard met langdurige inspraak- en bezwarenprocedures, waar de vaak tegenstrijdige belangen van diverse partijen moeten worden afgewogen. Initiatiefnemers, grondeigenaren, belangenverenigingen op het gebied van landschap, natuur en milieu, omwonenden, allemaal hebben ze hun eigen visie op de problematiek. De landschappelijke impact van windturbines is hierbij maar één van de overwegingen. Lokaal en commercieel belang zal in het algemeen domineren, en daar komt bij dat op gemeentelijk niveau zelden de benodigde kennis aanwezig is over de landschappelijke impact en er evenmin de financiën zijn om onderzoek uit te besteden.

Voor een anticiperend landschapsbeleid is het daarom de vraag relevant of deze uiteindelijke besluitvorming op het lokale, gemeentelijke niveau niet tot voorzienbare brokken leidt. Dit temeer omdat, zoals we hebben betoogd, door de technische vooruitgang de vraagstelling verschuift: de nieuwe generaties turbines zijn dermate buitenproportioneel dat we niet meer op zoek zijn naar landschappen waar ze *in* passen maar waar ze *bij* passen. Dit vraagt om een bovenlokale, bovenregionale, misschien wel bovennationale strategie, regie en autoriteit. En dus een herbezinning van de rol van het Rijk, zowel vis-à-vis de provincies als vis-à-vis de ons omringende landen. De instrumenten daarvoor zijn nu al beschikbaar: een Algemene Maatregel van Bestuur (zoals nu voor snelwegpanorama's wordt overwogen) gebaseerd op een Structuurvisie van het Rijk.

Windmolenparken in 2007





## 4 Adaptatie

Naast de directe gevolgen van veranderingen in weerspatronen op het landschap, heeft ook het klimaatbeleid dat daarop een reactie is consequenties. Dit beleid valt uiteen in brongericht beleid (mitigatie) en aanpassingsbeleid (adaptatie). Over dit laatste handelt dit hoofdstuk. Het gaat daarmee vooral om de ruimtelijke aspecten van dit adaptatiebeleid omdat deze, vanzelfsprekend, de meest ingrijpende gevolgen hebben voor het landschap. Ruimtelijk beleid om de gevolgen van klimaatverandering (en bodemdaling) op te vangen heeft in de Nederlandse situatie vooral betrekking op het waterbeheer (par. 4.2), maar niet uitsluitend (par. 4.3). Begonnen wordt met een overzicht van ruimtelijke beleidsmaatregelen die worden overwogen.

### 4.1 Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat - ARK

In het project 'Routeplanner climate change', onderdeel van het beleidsprogramma ARK, wordt in een conceptrapport een lijst gegeven van niet minder dan 96 mogelijke aanpassingsstrategieën, waaronder ook enkele brongerichte maatregelen (Teisman, 2006: 87-91). Strategieën met een mogelijk belangrijke impact op landschap zijn in onderstaande tabel aangegeven.

In het betreffende hoofdstuk van het conceptrapport is bovendien de mate van uitvoerbaarheid aangegeven. Dit dan bezien vanuit drie invalshoeken: (i) de technische, (ii) de maatschappelijke en (iii) de institutionele complexiteit. Daarmee wordt bedoeld: (i) Technische complexiteit: de technische voorzieningen die moeten worden getroffen, de daarbij gepaard gaande technologische onzekerheden en de uniciteit van de ingreep (is het al eens eerder uitgetoetst of niet?).

(ii) Maatschappelijke complexiteit: de mate waarin opvattingen van betrokken partijen moeten veranderen, de noodzakelijkheid van hun medewerking en de diversiteit in waarden die in het geding zijn.

(iii) Institutionele complexiteit: hoeveel aanpassing in het ambtelijk en bestuurlijke apparaat is nodig om een ingreep uit te voeren. Elementen zijn hier: botsingen van institutionele regels, organisatorische consequenties (waaronder noodzakelijke samenwerking) en de mate van vernieuwing van bestaande arrangementen.

Elk van deze 'complexiteiten' zijn op een 5-punts schaal getaxeerd, en er is een gewogen som (technische complexiteit weegt voor 20% mee, de overige twee voor 40%) van deze scores berekend. Zie kolom (a). Dit getal kan gezien worden als

de inschatting van de *haalbaarheid* van de strategie, zoals gezien door de auteurs. Het geeft tevens, en dat is voor ons doel wel prettig, een indicatie over de *waarschijnlijkheid* dat men deze strategie zal toepassen. Daarnaast is - door ons - een inschatting gegeven van de landschappelijke *impact* van de maatregelen, ook op een 5-punts schaal: kolom (b). Vermenigvuldigt men deze twee getallen dan ontstaat een indicatie van het *belang* van de aanpassingsstrategie voor het landschap, en dus voor een eventueel anticiperend landschapsbeleid. Aan de precieze waarde van dit laatste getal, dat maximaal 25 kan zijn en minimaal 1, moet uiteraard geen overdreven waarde worden gehecht. Het is het product van twee subjectieve inschattingen.

### Aanpassingsstrategieën met landschappelijke effecten; haalbaarheid en mate van impact

| Adaptatie aan klimaatverandering                                                                           | 'Haalbaarheid' | Landschappelijke impact | Kans x impact<br>(a)x(b)=<br>(c) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|
| (a)                                                                                                        | (b)            | (c)                     |                                  |
| <b>Landbouw</b>                                                                                            |                |                         |                                  |
| • Aanpassing van rotatieschema's en zaai- en oogstdata.                                                    | 3,4            | 1                       | 3                                |
| • Aanpassing van bouwplan c.q. teeltkeuze.                                                                 | 3,4            | 4                       | 14                               |
| • Wateropslag op landbouwgrond: tijdelijke inundatie bij wateroverschot.                                   | 3,4            | 1                       | 3                                |
| • Verplaatsing vollegrondstuinbouw, glastuinbouw en bollenteelt vanwege verziltingsproblemen in het Westen | 4,4            | 4                       | 18                               |
| <b>Bossen en natuur</b>                                                                                    |                |                         |                                  |
| • Introductie van beter tegen droogte bestendige bomen.                                                    | 2,2            | 3                       | 7                                |
| • Vasthouden van winterneerslag in bossen.                                                                 | 2,2            | 1                       | 2                                |
| • Versnelde uitvoering EHS, in het bijzonder (robuuste) ecologische verbindingen.                          | 3,6            | 3                       | 11                               |

| Adaptatie aan klimaatverandering                                                                                                                                                    | 'Haalbaarheid' | Landschappelijke impact | Kans x impact<br>(a)x(b)=<br>(c) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|
| (a)                                                                                                                                                                                 | (b)            | (c)                     |                                  |
| <b>Waterkering</b>                                                                                                                                                                  |                |                         |                                  |
| • Flexibele zeeverdediging: Toestaan van gecontroleerd binnendringen van de zee over brede duinstroken en het toestaan van overstroming van (verbrede) dijken.                      | 3,8            | 4                       | 15                               |
| • Verbreden van de zeeverdediging. Kan in combinatie met urbanisatie en natuurontwikkeling, bijv. via parallel aan de kust kunstmatige riffen.                                      | 2,8-4,8        | 4                       | 15                               |
| • Inpoldering van een deel van de het zuidelijke deel van de Noordzee.                                                                                                              | 3,0            | 5                       | 15                               |
| • Versterkte inspanningen in zandsuppletie langs de gehele kust.                                                                                                                    | 2,8            | 2                       | 6                                |
| • Versterking van zeedijken en dammen, inclusief de zg. Zwakke Schakels Kust.                                                                                                       | 2,2            | 3                       | 7                                |
| <b>Waterbeheer</b>                                                                                                                                                                  |                |                         |                                  |
| • Opslag van zoetwater om verzilting tegen gaan en te kunnen 'doorspoelen' bij langdurige droge perioden. Hoger waterniveau van het IJsselmeer. Aanhouden van hoger grondwaterpeil. | 3,4-4,0        | 1                       | 4                                |
| • Ruimtelijke compartimentalisering met eigen waterbeschermingsregiem en infrastructuur. Aparte bescherming voor 'vitale gebouwen' en verkeersinfrastructuur.                       | 2,6-4,0        | 2                       | 7                                |

| Adaptatie aan klimaatverandering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 'Haalbaarheid' | Landschap-pelijke impact | Kans x impact<br>(a)x(b)=<br>(c) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|
| <b>Overig</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                          |                                  |
| • Verplaatsing van energiecentrales naar de kust, vanwege het benodigde koelwater.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4,8            | 2                        | 10                               |
| • Woningbouw en bedrijventerreinen bouwen op hoger gedeelte van Nederland.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2,0            | 4                        | 8                                |
| • Energie-arm bouwen, in het bijzonder zodanig bouwen dat air conditioning in de zomer kan worden beperkt. Dus minder glas/ramen, dikkere muren, meer lichte kleuren, minder (schaduwloze) platte daken, kortom een meer Zuid-Europese stijl van bouwen. Geldt niet alleen voor woningen, maar ook in de utiliteitsbouw zoals scholen, ziekenhuizen, winkelcentra, sporthallen, kantoren, enz.. | 1,0-2,6        | 2                        | 4                                |
| • Versterkte hoogspanningsmasten. Deels vervanging van bovengrondse kabels door ondergrondse. Verzwaring geluidsschermen. Dit alles ter bescherming tegen storm.                                                                                                                                                                                                                                | 2,2            | 4                        | 9                                |
| • Behoud van de waterrecreatiecapaciteit in kustzone o.m. door zandsuppletie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3,6            | 2                        | 7                                |

Bron: Teisman (2006): 87-91 en eigen inschatting (kolom (b))

De tabel laat zien dat de aanpassingen aan klimaatverandering waaraan gedacht worden in Nederland vooral gezocht worden in de sfeer van waterkering en het waterbeheer. Ook een aantal zaken die onder Landbouw en Bos en natuur worden genoemd zouden onder het kopje Waterbeheer kunnen worden gerubriceerd. Dit komt voort uit de specifieke Nederlandse combinatie van ligging aan de monding van grote rivieren, bodemdaling, zeespiegelrijzing en de verwachting van grilliger neerslagpatronen. In de volgende twee paragrafen gaan we dieper op de landschappelijke effecten in.

De aanpassingen in de landbouw, zoals teeltkeuze of de reactie op verzilting, zijn al

behandeld bij de directe effecten van klimaatverandering (par. 2.2). Dit geldt evenzo voor aanpassing in natuur- en bosbeheer (par. 2.1). In de voorlaatste paragraaf gaan we in op de landschappelijke effecten van overige aanpassingsstrategieën. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over de mogelijkheden van anticiperend beleid.

## 4.2 Waterbeheer

### 4.2.1 Waterkering

#### Bij de grote rivieren

Door klimaatverandering wordt verwacht dat pieken in de rivierafvoer van de Rijn en de Maas vaker zullen voorkomen. Om ons daar tegen te wapenen worden maatregelen genomen in de sfeer van dijkverhoging, uiterwaardverlaging, rivierbedverbreding en het graven (of weer in ere herstellen) van zijgeulen en *by-passes*. Gevolg is een vergroting van het winterbedareaal.

Bij rivierverruiming komt een grote hoeveelheid grond vrij<sup>13</sup>. Transport hiervan is kostbaar. Daarom bestaat de voorkeur voor gebruik in de buurt van de grote rivieren. Te denken valt aan wonen op terpen (zie ook verderop), verbreden en/of verhogen van dijken en kades, grote bodemsanering operaties of watergerelateerde land art zoals vlietbergen (zie project Een Dijk van een Wijk op [www.wateruitdagingen.nl](http://www.wateruitdagingen.nl)).

Alle gebruikswijzen hebben, door hun grote grondverzet, belangrijke landschappelijke gevolgen. Dit geldt vooral voor cultuurhistorische waarden en de leesbaarheid van de ontstaansgeschiedenis van het landschap. Voor het buitendijksgebied lijkt rivierverruiming ook het 'natuurlijke' aanzicht aan te tasten. Maar hier moet men zich wel realiseren dat, zoals we in het eerste deel van deze serie stelden: "... soms ogen landschappen vrij natuurlijk, maar zijn dat in de verste verte niet. Zo zijn de uiterwaarden welhaast het meest vergraven landschap van Nederland." (Klijn & Veeneklaas, 2007: 37). Waar het sediment wordt afgezet, biedt het mogelijkheden voor hoogteverschillen en daarmee landschapsbouw. Een voorbeeld zijn plannen voor Lent bij Nijmegen.

<sup>13</sup> Tegelijkertijd wordt verwacht dat 's zomers extreem lage rivierstanden vaker gaan voorkomen. De aanpassingsmaatregelen die hier worden genomen zijn onder meer vaargeulverdieping. Ook hierbij komt grond vrij.



### Verhoging van Lent

Lent, gelegen aan de Waal tegenover Nijmegen, ondergaat de komende tijd een ware metamorfose. Van dorp aan de Waal moet het veranderen in aantrekkelijk woongebied met stedelijke allure: “De Waalsprong”. Centraal in dit veranderingsproces is de dijkverlegging en de aanleg van een geul die bij hoogwater gaat meestromen. Dit om de bescherming tegen hoogwater ook op de lange termijn te garanderen. Er wordt een verkenning uitgevoerd naar de maatschappelijk, technisch, organisatorisch en financieel haalbaarheid om met de grond uit de te graven geul de stadsuitbreiding Citadel verhoogd aan te leggen. Zodat de bewoners een vrij uitzicht hebben over de Waal en het stadsfront van Nijmegen.

Bron: [www.wateruitdagingen.nl](http://www.wateruitdagingen.nl)

### Kustverdediging

Ten aanzien van de zeewering kan gekozen voor twee verschillende strategieën, met beide aanzienlijke landschappelijke consequenties.

De eerste is een zeewaartse ‘harde’ verdediging met in zee dwarsdammen of blokkendammen dan wel kunstmatige riffen parallel aan de kust. Op het land gaat het om versterkte en verbrede zeedijken, vooral bij de tien geïdentificeerde zogenaamde Zwakke Schakels Kust. Ook intensivering van de jaarlijkse zandsuppletie past bij deze strategie. Maar ook dan kan door kusterosie de kustlijn met zo’n 100 meter terugwijken bij een zeespiegelrijzing van 25-30 cm. Een dergelijke stijging wordt in het ‘midden-scenario’ van het KNMI rond 2050 wordt verwacht (Kwakernaak e.a., 1998). Zonder zandsuppleties kan het duinverlies tot over de 200 meter oplopen. Een studie in opdracht van het Milieu- en Natuurplanbureau naar de gevaarlijke gevolgen van klimaatverandering voorziet het optreden van het verschijnsel *coastal squeeze*: landinwaartse verschuiving van de kustlijn, tegengegaan door harde zeewering waardoor strand en andere ‘zachte’ zeewering zoals duinen verdwijnen (MNP, 2006: 112-113).

De andere aanpak is ‘flexibele kustverdediging’. Dit houdt in dat gecontroleerd binnendringen van de zee over brede duinstroken op plaatsen wordt geaccepteerd. Uiteraard kan dit alleen in natuurgebieden zonder bebouwing. Nieuwe zilte en brakke milieus zullen daardoor ontstaan. Ook het toestaan van incidentele overstroming over sterk verbrede dijken past in deze strategie. Maar ervaring hiermee in Nederland ontbreekt nog en de weerstand hiertegen in de gemeenschappelijke Hollandse psyche moet men niet onderschatten, zoals de reacties op het ‘ontpolderen’ illustreren.

### 4.2.2 Water vasthouden en bergen

Aanpassingen als gevolg van klimaatveranderingen in het waterbeheer volgen sinds de commissie Waterbeheer 21ste eeuw daarover in 2000 adviseerde de lijn dat bij overschotten men eerst moet proberen water zoveel mogelijk vast te houden (retentie), dan water te bergen (eventueel via overloopgebieden) voordat men tot snelle afvoer overgaat. Dit om problemen benedenloops en in de diepgelegen gebieden zoveel mogelijk te beperken.

#### Hoog Nederland

In de hoger gelegen delen van Nederland betekent de retentiestrategie onder meer hermeandering van beken en andere maatregelen om de afvoersnelheid te remmen. Gevolg is dat verdroging van natuurgebieden en van de landbouw in de zomer vermindert. Daar staat vernatting in de winter en het voorjaar tegenover. Landschappelijk heeft een en ander geen grote consequenties, tenzij de landbouw zich uit deze vernatte gebieden terugtrekt. Maar voor die beslissing zijn andere factoren, vooral economische en met betrekking tot milieurestricties, veel meer doorslaggevend.

#### Laag Nederland

Moeilijker ligt het deze strategie toe te passen in laag Nederland. Laaggelegen veengebieden hebben een hoog grondwaterpeil zodat de retentie en bergingscapaciteit beperkt is. Dit peil verlagen zal men, juist vanuit klimaatoverwegingen, niet snel overwegen: het zou de uitstoot van kooldioxide door oxidatie van het veen alleen maar versnellen.

Het is goed mogelijk dat in de toekomst laagveengebieden worden vernat en de melkveehouderij zich daar terugtrekt (zie bijv. kader). Uiteraard heeft dit grote gevolgen voor het aanzicht van het landschap. Dat zal dichter en ruiger worden, met meer riet, wilgen, broekbossen en andere en moerasachtige vegetaties. Ook de toegankelijkheid zal worden ingeperkt, hetgeen de beleving zal beïnvloeden. Maar deze vernatting vloeit niet voort uit een aanpassingsstrategie voor klimaatverandering met betrekking tot het waterbeheer. Deze kan hoogstens zijn ingegeven als brongericht klimaatbeleid (vermindering van oxidatie van het veen) en verder door de wens bodemdaling te vertragen. Ook natuurontwikkeling kan een motief zijn.

#### Wetterwraald (Waterwereld) in de Friese veengebieden

Bodemdaling en stijging van de zeespiegel maken dat het droog houden van Friese veengebieden steeds meer energie kost. Minder bemalen zorgt ervoor dat grote delen van het gebied vernatten. Omdat daarbij de natuurlijke hoogtelijnen worden gevolgd, ontstaat een afwisselend landschap met vele overgangen tussen nat en droog. Het gebied leent zich voor permanente en tijdelijke bewoning, al dan niet op terpen of in drijvende woningen. Energievoorziening gebeurt door biomassa (riet, snoeihout) en - op het oude land - kleinschalige wind- en zonne-energie.

*Bron: Klimaatmagazine 3, sept. 2006: 15, over het project Ground for Change*

Voor piek- en voorraadberging wordt vaak gedacht aan bestaand of nog te creëren oppervlaktewater. Maar oppervlaktewateren, dus ook moerassen, hebben een absorptiecapaciteit zo groot als verhard oppervlak, namelijk nul. Alleen door peilverhoging kan water worden geborgen en hier zijn in ons vlakke en dichtbevolkte land snel de grenzen snel bereikt. Dus komen in laag Nederland alleen de diepergelegen droogmakerijen in aanmerking voor berging (zie ook het interview met Dirk Sijmons in het *Change special Klimaatverandering & adaptatie*, 2006, blz 21). Maar hier stuit men al snel op problemen met de bestaande bebouwing.

### 4.3 Andere aanpassingen

#### Klimaatmantel rond de EHS

Aanpassing aan, nog deels onbekende, veranderingen in klimaat kan gevonden worden in het inbouwen van een grotere veerkracht, meer robuustheid, van systemen. Een van de strategieën daarvoor is een ruimtelijke: het creëren van buffers rond gebieden die kwetsbaar zijn voor veranderingen in het klimaat, zoals steden en natuurgebieden. Zo is er voor natuurgebieden in de Alterra brochure *Natuur en klimaatverandering; Wat kan het natuurbeleid doen?* de suggestie gedaan om ruimte te reserveren voor zogenaamde klimaatmantels (Vos e.a., 2006: 12-14). Zij definiëren die als: 'een zone met multifunctioneel landgebruik gericht op natuurwaarden, landbouw, waterhuishouding en recreatieve waarden.' Behalve als buffer, biedt het ook ruimte nog onvoorziene risico's op te vangen

van klimaatverandering. Onder meer ter vermindering van de noodzaak gebiedsvreemd water in te moeten laten bij perioden van langdurige droogte. Gedacht wordt aan een extensief landbouwgebruik, bijv. via granen en ongemaaid gras. Dit laatste is dan veel minder vaak en minder fel groen (zoals productiegras), maar andere tinten als geel, rood, zilverblauw en bruin gaan domineren. Een groen-blauwe dooradering van de landbouw rond de EHS zou ook tot een betere, natuurlijke plaag- en pestbeheersing leiden.

Het idee van een klimaatbuffer komen we, naast bescherming van natuurgebieden, ook tegen als een soort buffer, met name voor waterbeheer, rond stedelijk gebied.

### Architectonische aanpassingen

Recente zware regenval en sneeuwval (onder meer in Duitsland en Polen, maar ook - voor regen - in Nederland) heeft de kwetsbaarheid van platte daken aangetoond. Instortingsgevaar dreigt. Verwacht wordt dat vooral grote oppervlakten platte daken vervangen worden door aflopende of puntdaken. In de nieuwbouw zal minder met platte daken worden gewerkt. Daar staat weer tegenover dat er stemmen op gaan om begroeide daken te stimuleren. Deze isoleren beter (minder uitstoot CO<sub>2</sub>) en houden neerslag langer vast (zie voorgaande paragraaf).

Hetere zomers zullen gevolgen hebben op de bouwwijze: warmtebestendig bouwen, kleinere ramen, dikkere muren, lichtere kleuren. Kortom, een meer mediterraan aanzicht.

### Nieuwe terpen

De grotere kans op wateroverlast maakt het interessant om op kwetsbare plekken waar nieuwbouw - woningen, bedrijfsgebouwen, kassen - wordt gepleegd, verhoogd te bouwen. Dit impliceert massaal grondverzet, en bijgevolg meer (micro-)reliëf<sup>14</sup>. Al eerder hebben geconstateerd dat rivierverruiming (om water sneller af te voeren) en uitdieping van de vaargeul (voor de scheepvaart bij lage waterstanden) baggerslib oplevert dat liefst zo dicht mogelijk bij de rivier aangewend zou moeten worden. Wonen en werken op terpen in het rivierengebied is hier een optie, zoals het concept “Spaarkaat” laat zien:

### Terpen van rivierslib

Wonen en werken langs de rivier op sedimentheuvels van baggerslib dat afkomstig is uit die rivier. Dat is het concept van Spaarkaat, dat de eerste prijs heeft gewonnen in een ideeëncompetitie van Rijkswaterstaat. Het gaat erom dat bagger uit de rivieren niet alleen een probleem hoeft te zijn, maar ook gebruikt kan worden om aantrekkelijke woon- en werklocaties te creëren, in plaats van deze potentieel waardevolle grondstof te dumpen in slibputten. Mede in het kader van herinrichting van het rivierengebied zal de aanleg van terpen en brede dijken noodzakelijk kunnen zijn. Doel van Spaarkaat is het selecteren (en op den duur realiseren) van één of meer geschikte locaties voor baggerterpen langs de rivier, waar wonen en de berging van verontreinigde bagger worden gecombineerd.

Bron: [www.levenmetwater.nl](http://www.levenmetwater.nl)

### Verhoogde infrastructuur

Verhoogd wonen om wateroverlast bij extreme neerslagen te vermijden, kan worden uitgebreid met het verhoogd aanleggen van hoofdverbindingen. Dit om in geval van watersnood een vlotte evacuatie mogelijk te maken of vitale functies zoals ziekenhuizen bereikbaar te houden (ARK, 2007: 23). De zichtbaarheid van deze verbindingen (en de geluidsoverlast) neemt daarbij wel toe en dit zal door de bank genomen geen verbetering betekenen. Alleen bij architectonisch hoogstandjes, zoals een golvende snelweg op poten, zal sprake zijn van verfraaiing van het landschap. In het buitenland zijn diverse voorbeelden van dergelijke *fly-overs*, snelwegen op hoge poten. Voor het vlakke Nederland zijn er in het buitengebied geen gerealiseerde kunstwerken maar een idee voor zo'n verticaal meanderende snelweg is wel eens geopperd voor de A1 door de Veluwe (Brinkhuijsen & van Mansfeld, 2001).

## 4.4 Anticiperend landschapsbeleid

Wij gebruiken de maatregelen overzichtstabel aan het begin van deze paragraaf als eerste leidraad voor aangrijpingspunten van een anticiperend landschapsbeleid. In die tabel staat een selectie van de aanpassingsstrategieën die worden overwogen. In de laatste kolom is een indicator gegeven over het belang voor het landschap: de waar-

14 zie ook column van Ed Nijpels in *Klimaat Magazine*, sept. 2006.



schijnlijkheid ('haalbaarheid') dat de maatregel wordt genomen vermenigvuldigd met de landschappelijke impact. We lopen adaptatiemaatregelen die hoog scoren hieronder na.

### **Landbouw**

De twee belangrijkste - aanpassing van bouwplan c.q. teeltkeuze en verplaatsing vanwege verziltingsproblemen in het Westen - zijn al behandeld bij de directe gevolgen van klimaatverandering, zie par. 2.2.

### **Bossen en natuur**

Hier zou de versnelde uitvoering van de EHS, in het bijzonder (robuuste) ecologische verbindingen, de belangrijkste zijn. In de gebieden die het betreft heeft het uiteraard grote landschappelijke gevolgen, maar het gaat hier vooral om een andere temporisering. Specifiek landschapsbeleid is hier niet nodig. Belangrijker lijkt een beleid met betrekking tot landschapswaarden indien zogenaamde 'klimaatmantels' rondom natuurgebieden worden ingesteld: zones met een multifunctioneel landgebruik gericht op natuurwaarden, landbouw, waterhuishouding en recreatieve waarden, die als een soort buffer optreden voor extreme weersituaties (par. 4.3). Hier liggen grote kansen om een aantrekkelijk landschap te creëren. Het is aan te bevelen hier, vanuit landschapsoverwegingen, al in een vroeg stadium bij de plannenmakerij betrokken te zijn.

### **Waterkering**

Vroegtijdige betrokkenheid is ook effectief wanneer maatregelen worden voorgenomen in de sfeer van flexibele zeeverdediging: het toestaan van gecontroleerd binnendringen van de zee over brede duinstroken. En, in het verlengde hiervan, van verbreding van de zeeverdediging. Dit biedt de mogelijkheid van landschapswaarden met de creatie van nieuwe landschapswaarden, zoals bij de Deltawerken (hoewel toentertijd, voor zover wij weten, landschappelijke overwegingen geen rol hebben gespeeld). Men kan denken aan combinaties van kunstwerken, urbanisatie, recreatiegebieden en natuurontwikkeling, bijv. via parallel aan de kust kunstmatige riffen. Voor een gedeeltelijke inpoldering van de Noordzee geldt dit nog a fortiori.

### **Waterbeheer**

Vasthouden van water betekent verdiepen, over-dimensioneren en oevers afvlakken van sloten en vaarten, gepaard met een natuurlijker waterpeilbeheer (natter in winter en voorjaar, droger in de zomer). Om karakteristieke landschapskennissen te bewaren kan

het nodig zijn het beheer aan te passen. Afhankelijk van de situatie kan men denken aan:

- Doorstroming bevorderen vanuit retentiebekkens.
- Drijvende waterplanten vegen en afvoeren.
- Plassen gedeeltelijk verdiepen, brede onderwater oever handhaven.
- Overjarig riet meer laten staan ten behoeve van het esthetisch winterbeeld.
- De verlanding van moerassen bij tijd en wijle gedeeltelijk terugzetten door ontgraving.

### **Overige adaptatiemaatregelen**

Vervanging van bovengrondse kabels bij het elektriciteitstransport door ondergrondse zal het landschapsbeeld alleen maar ten goede komen. Bij verzwaring van geluidsschermen - ook een maatregel om stormschade te voorkomen - is een proactief landschapsbeleid meer op z'n plaats. Zowel landschapsschoon als landschapsbeleving zijn erbij gebaat dat verder gekeken wordt dan technische (schermt het voldoende het geluid af) en economische (kosteneffectiviteit) criteria. Er moeten toch creatievere oplossingen zijn dan de huidige praktijk, waarbij beter gekeken is naar de visuele impact op het landschap (dus van buitenaf gezien naar de snelweg) en naar de belemmering van landschapsbeleving en oriëntatie (vanaf de snelweg gezien naar buiten).

## Geraadpleegde bronnen

ARK - Adaptatie Ruimte en Klimaat (jan. 2007). *Nationale Strategie "Natuurlijk doen"*, Stuurgroepversie. 41 blz.

Brinkhuijsen, M., M.J.M. van Mansfeld (2001). *Van das tot dam. Een verkenning van grijs-groene kruispunten*. Alterra rapport 222, Wageningen. 76 blz.

Commissie Waterbeheer (2000). *Waterbeleid voor de 21ste eeuw*. Advies aan de staatssecretaris van V&W en de Unie van Waterschappen. 125 blz.

Corporaal, A., A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée en H.P.J. Huiskes (2007). *Klimaatverandering, een nieuwe crises voor onze landschappen?* WOt-rapport 51, Wageningen. 70 blz.

EURURALIS 2.0 (2008). *A scenario study on Europe's Rural Areas to support policy discussion*. Wageningen UR en Netherlands Environmental Assessment Agency

Guldemon, A., W. Tolkamp en L. van der Weiden, CLM (2007). *Zilt verweven. Kansen voor een gezamenlijke ontwikkeling van zoute landbouw en natuur*. Rapport InnovatieNetwerk 07.2.153, Utrecht. 56 blz.

Hermans, C.M.L. & J. Verhagen (2008). *Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe*. Alterra report 1697, PRI report 188. Wageningen.

InnovatieNetwerk (juni 2007). *Van zoute schade naar zilte oogst. Belang en mogelijke ontwikkelingsrichtingen van een groene zilte economie*. Folder, Utrecht. 4 blz.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007). *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Summary for policy makers. 18 pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2001). *Climate Change 2001 Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1032 pp.

Klijn, J.A., A.E. Buijs, H. Dijkstra, J. Luttik, F.R. Veeneklaas (1999). *De vergeten waarden van natuur en landschap. Gebruik en beleving in geld en gevoel*. Essay in het Jaarboek Alterra 1999, Wageningen. 18 blz.

Klijn, J.A. & F.R. Veeneklaas (2007). *Anticiperend landschapsbeleid. Deel 1: Drijvende krachten*. Alterra-rapport 1557, Wageningen. 87 blz.

Kwakernaak, C., K.W. Ypma, J.A. Klijn, P.J.T. van Bakel, en J.W.J. van der Gaast (1998). *Ruimtelijke gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling. Effecten van veranderingen in de waterhuishouding op het ruimtegebruik*, Staring Centrum rapport 618, Wageningen.

LNV (juli 2006), Change special: Omgaan met klimaatverandering; hoe natuur, landbouw en visserij zich aanpassen, *Magazine ihkv. Klimaat voor Ruimte*.

Luttik J., F.R. Veeneklaas, J. Vreke, T.A. de Boer, L.M. van den Berg, P. Luttik (dec. 2007). *Investeren in landschap. De toekomstige vraag naar mooie landschappen om in te wonen, te werken en te ontspannen*. WOt-werkdocument 75. Wageningen. 64 blz.

Milieu en Natuur Planbureau (2007). *Natuurbalans 2007*. Bilthoven.

Milieu en Natuur Planbureau (nov. 2006). *Assessing dangerous climate impacts for the Netherlands*. par. 5.2 Plants and vegetation. Joyeeta Gupta (Institute for Environmental Studies, VU A'dam) et al., Report within the framework of the Netherlands Programme on Scientific Assessment and Policy Analysis (WAB) for Climate Change, report 500102 007, Bilthoven. 168 blz.

NIROV (1999). *Switch on!*. Inzending van de prijsvraag Levende Energie, gemaakt door Mark Eker, Wolter Elbersen, Barbara de Klerk, Robbert de Koning, Nicoline van der Windt en Annoesjka Wintjes.

Opdam, P.F.M. & J. Klijn (2003). *Klimaatverandering in de 21ste eeuw: consequenties voor het natuurbeleid*, Alterra-rapport 813, Wageningen.

Pearce, F. (2007). *De laatste generatie*. Uitgeverij Jan van Bakel / Maurits groen milieu & communicatie BV. 359 blz.

PCCC – Platform Communication on Climate Change (2008). *De Staat van het Klimaat 2007. Actueel onderzoek en beleid nader verklaard*. Alterra, Wageningen UR. 39 blz.

Rienks, W. (2008). *The future of Rural Europe; an anthology based on the results of the EURURALIS 2.0 scenario study*. Wageningen.

Rijksadviseur voor het Landschap – Dirk Sijmons (2007). *Windturbines in het Nederlandse landschap*. Cassette met drie boekjes: Advies; Visies; Achtergronden.

Roetter, R.P. & Van Diepen, C.A. (1994). *Rhine Basin Study: Land use projections based on biophysical and socio-economic analyses. Volume 2. Climate change impact on crop yield potentials and water use*. SC-DLO Report 85.2, Wageningen, The Netherlands. 150 pp.

Schöne, M.B. (2004). “5 Wetten voor een nieuwe manier van kijken bij het ontwerpen van grote windturbineparken in het landschap.” in: SenterNovem, *Dans der turbines, studie naar windturbines en landschappen*. Duurzame energie in Nederland, Utrecht.

Schöne, M.B. (2007). *Windturbines in het landschap*. Alterra-rapport 1501. Wageningen. 60 blz.

Schröder, R., L. Schöne, S. Slabbers, R. Olde Loohuis, L. Nagtegaal, J. Heersche en J-D. Bulens (2008). *Schetsboek windturbines & ruimtelijke kwaliteit; Landschappelijk onderzoek naar vides en concentratiegebieden*. Alterra, Bosch Slabbers en Bureau Schöne, in opdracht van het min. van VROM DG Ruimte. 49 blz.

Teisman, G.R. (draft sept. 11, 2006). “Feasibility of adaptation options”, Erasmus Universiteit, Vakgroep bestuurskunde. In: E.C. van Ierland, K. de Bruin, R.B. Delink & A. Ruijs, A qualitative assessment of climate adaptation options, WUR, Routeplanner sub-project 4-5

Vos, C.C., Nijhof, B.S.J., Van der Veen, M., Opdam, P.F.M. & Verboom, J. (2007). *Risicoanalyse kwetsbaarheid natuur voor klimaatverandering*. Alterra-rapport 1551, Wageningen.

Vos, C. C., , M. van der Veen, P.F.M. Opdam (2006). *Natuur en klimaatverandering; Wat kan het natuurbeleid doen?* Brochure, Alterra / Klimaat voor Ruimte, Wageningen.

VROM (2007). *Voorstel Nationaal plan van aanpak windenergie*. 31-10-'07, Den Haag.

## Websites

Wind Service Holland, <http://home.planet.nl/~windsh/wsh.html>

Klimaatscenario's: [www.knmi.nl/klimaatscenario's](http://www.knmi.nl/klimaatscenario's)

Platform Communication on Climatic Change: [www.klimaatportaal.nl](http://www.klimaatportaal.nl)

Adaptatiemaatregelen/water: [www.wateruitdagingen.nl](http://www.wateruitdagingen.nl); [www.levenmetwater.nl](http://www.levenmetwater.nl)

## Verantwoording

Op de omslag staat, niet helemaal terecht, één naam. Het aantal mensen dat deze publicatie heeft mogelijk gemaakt is vanzelfsprekend veel groter. Hun inbreng varieert van het leveren van commentaar op conceptteksten, zoals door Jan Klijn van Klijn Advies, en mijn Alterra collega's Ronald Hutjes, Peter Kuikman, Fred Kistenkas en Tia Hermans, tot het leveren van een substantiële bijdrage aan de oorspronkelijke teksten. Dit laatste is het geval voor de paragrafen over natuurlijke vegetatie (Hans de Molenaar), bio-energieeteelt (Willem Rienks) en nieuwe landbouwgewassen (Reimund Rötter). Hiervoor mijn dank. Alle fouten en misinterpretaties zijn uiteraard van mij.

Verder dank ik de opdrachtgevers van het ministerie van LNV, Annegien Helmens tot begin 2008 en Kees Verbogt daarna, voor het in mij gestelde vertrouwen tijdens het gehele project. Hetzelfde geldt, aan de zijde van Wageningen UR, voor de themacoördinatoren Landschap van het onderzoekscluster Vitaal Landelijk Gebied, Joke Luttk en Greet Overbeek.

Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van LNV in het kader van het Beleids-ondersteunend Onderzoek in het cluster Vitaal Landelijk Gebied. Het is uitgevoerd in de periode oktober 2006 - mei 2008.

## Colofon

### Auteur

F.R. Veeneklaas, Alterra, Wageningen UR

### Vormgeving

TasT, projecten voor tastbaar erfgoed, Hollandsche Rading.

### papier

omslag: constellation snow e50 arpa 350 grams

binnenwerk: pioneer offset hoogwit 110 grams

### font

itc franklin Gothic

### Druk

De Groot Drukkerij bv, Goudriaan

# Illustratieverantwoording

pagina en naam (gegevens fotograaf/stockbureau)