

# Klimaatverandering en de arealen van boomsoorten

Rik Leemans reageert op het artikel van Koen Kramer over de beuken op de te verwachten klimaatverandering en vat de gevolgen voor bossen en boomsoorten samen. Met deze kennis kunnen beheerders hopelijk tijdig anticiperen om de te verwachte effecten van klimaatsverandering te pareren.

— Rik Leemans

**T**wintig jaar geleden werden de eerste artikelen gepubliceerd over klimaatverandering als gevolg van toenemende concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer. Op dat moment werd klimaatverandering vooral gezien als een mogelijkheid gebaseerd op relatief eenvoudige klimaatmodellen. Deze modellen gaven aan dat de veranderingen pas waarneembaar zijn halverwege deze eeuw. De actualiteit heeft dit echter achterhaald. In de jaren negentig werd temperatuurrecord na record gebroken. Zes van de warmste jaren gedurende de laatste 1000 jaar zijn gemeten in het laatste decennium met 2003 als absoluut record. Het Intergouvernementele Panel voor Klimaatverandering (IPCC, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)), een vijfjaarlijkse wetenschappelijke rapportage voor de UN over de nieuwste inzichten rond klimaatverandering, heeft onlangs duidelijk aangegeven dat het



Hans van den Bos

grootste gedeelte van de geobserveerde klimaatveranderingen van de laatste halve eeuw veroorzaakt wordt door de uitstoot van broeikasgassen. De wereldgemiddelde temperatuurstijging over de laatste eeuw is 0,7 °C, met de grootste stijging gedurende de laatste 20 jaar. Het IPCC stelt verder dat als deze uitstoot niet sterk vermindert, er deze eeuw een extra temperatuurstijging te verwachten is van ergens tussen de 1 en 6 °C. Zo'n grote klimaatverandering op zo'n korte termijn kan niet zonder gevolgen blijven.

### Smeltende gletsjers

Deze gevolgen worden dan ook steeds duidelijker zichtbaar. Gletsjers smelten bijna overal ter wereld en de dikte van het ijs op de polen neemt af. Als dit zo doorgaat zal bijvoorbeeld het eeuwige ijs op Kilimanjaro in Kenia over 15 jaar geheel zijn verdwenen, met vele gevolgen voor de biodiversiteit en watervoorziening daar. Het groeiseizoen in het voorjaar begint eerder, wat de fenologie van vele soorten beïnvloed. Dit effect is ook waarneembaar in recente satellietbeelden over Europa, Rusland en Noord Amerika. Door de klimaatverandering verschuift ook het areaal van veel planten- en diersoorten. Aan de Nederlandse standaardlijst van plantensoorten zijn onlangs 43 nieuwe soorten toegevoegd. De meeste hiervan hebben een zuidelijke oorsprong. Ook veranderingen in andere organismen, zoals korstmossen, insecten en vogels, bevestigen dit patroon. Veel van deze al waargenomen effecten zijn beschreven in het onlangs verschenen boek 'Opgewarmd Nederland'<sup>1</sup> ([www.opgewarmdnederland.nl](http://www.opgewarmdnederland.nl)). Omdat slechts een deel van de te verwachten klimaatverandering teniet kan gedaan worden door lagere uitstoot van broeikasgassen, moeten we ons aan een klimaatverandering gaan aanpassen. Voor de Nederlandse landbouw is dit waarschijnlijk niet onmogelijk. Er is veel know-how over gewasselectie en techniek, en elk jaar (elke oogstcyclus) kan er bijgestuurd worden. Sectoren met een langere horizon, zoals bosbouw en natuur, hebben het moeilijker. De aanpassingsmogelijkheden zijn beperkt. Elke boom moet in de toekomst verschillende klimaatpatronen overleven. Natuurlijk zijn veel soorten

veerkrachtig, maar waar de uiteindelijke grenzen liggen is vooralsnog onbekend, omdat de te verwachten klimaatverandering zijn weerga in het verleden niet kent. De zomer van 2003, bijvoorbeeld was de warmste ooit, maar zou een normale zomer zijn over 50 jaar, en een relatief koele zomer over 100 jaar.

### De geobserveerde en verwachte klimaatverandering

Gedurende de laatste decennia is het in Nederland duidelijk warmer en natter geworden. De hoeveelheid neerslag is vooral toegenomen in de wintermaanden. In de zomer is er een verschuiving opgetreden naar zware buien. De temperatuurstijging in de winter is ook sterker geweest dan in de zomer. Hierdoor is begint het groeiseizoen eerder en de herfst later (zie ook [www.natuurkalender.nl](http://www.natuurkalender.nl)).

De opwarming van het Nederlandse klimaat wordt niet louter veroorzaakt door het broeikas effect. Een verandering in de locatie van hogedrukgebieden speelt ook een rol. Over het algemeen heeft Nederland een zeeklimaat. Soms, als er een hogedrukgebied ligt over Scandinavië, dan hebben we te maken met oostelijke, droge winden. Eigenlijk hebben we dan een landklimaat met koude winters en warme droge zomers. Dit weertype overheerste tussen 1940 en 1970. Momenteel overheersen echter de zuidwestelijke, vochtige winden. Dit wordt veroorzaakt door de momenteel meer frequente hogedrukgebieden boven de Azoren. Vooral de recente winters zijn hierdoor veel warmer en natter.

Recent onderzoek van het KNMI geeft aan dat dit laatste

Hans van den Bos



Tabel 1. De verschillende klimaatscenario's voor Nederland (Bron: KNMI)

	Laag	Centraal	Hoog
Temperatuur	+ 10C	+ 20C	+ 4-60C
Gemiddelde zomerneerslag	+ 1%	+ 2%	+ 4%
Zomerverdamping	+ 4%	+ 8%	+ 16%
Gemiddelde winterneerslag	+ 6%	+ 12%	+ 25%
Hevigheid van extreme neerslag	+ 10%	+ 20%	+ 40%
Kans op extreme neerslag	Eens in 50 jaar	Eens in 25 jaar	Eens in 10 jaar

patroon ook in de toekomst zal manifesteren. Daardoor warmt Nederland waarschijnlijk sneller op dan de rest van de wereld. De winters zullen mild zijn met relatief veel neerslag, meestal in de vorm van regen. De kans op sneeuw en ijs nemen af. Er zullen vaker hete zomers optreden. De zomerse neerslag is hier gecorreleerd aan de temperatuur. Van 15 °C tot 23 °C neemt de neerslag toe en valt in langdurige buien, die het bodemvocht effectief aanvullen. Van 23 °C tot 28 °C neemt de hoeveelheid neerslag af. Dit zijn de traditionele zomerdagen. Boven de 28 °C neemt de neerslag exponentieel toe. Deze neerslag valt in zware buien, meestal met onweer. Dit water stroomt snel oppervlakkig af en draagt weinig bij aan bodemvocht. Ook neemt de verdamping toe, wat verdere negatieve gevolgen heeft voor de waterhuishouding. Tabel 1 typeert deze veranderingen op basis van de IPCC scenario's. Door allerlei onzekerheden is het vooralsnog onmogelijk om de verandering nauwkeurig te voorspellen. De lage en hoge schatting geven de grenzen van de waarschijnlijke veranderingen aan.

#### Gevolgen van klimaatverandering

Weer en klimaat bepalen voor een groot gedeelte het voorkomen en de productiviteit van soorten. Vandaar dat de vegetatiegordels op deze wereld ook worden gekarakteriseerd via klimaat, zoals in tropisch regenbos en gematigd loofbos. In het verleden zijn vegetatiegordels ook steeds verschoven als gevolg van klimaatverandering. Zo was Nederland bedekt door toendra ten tijde van het eind van de laatste ijstijd. Toen

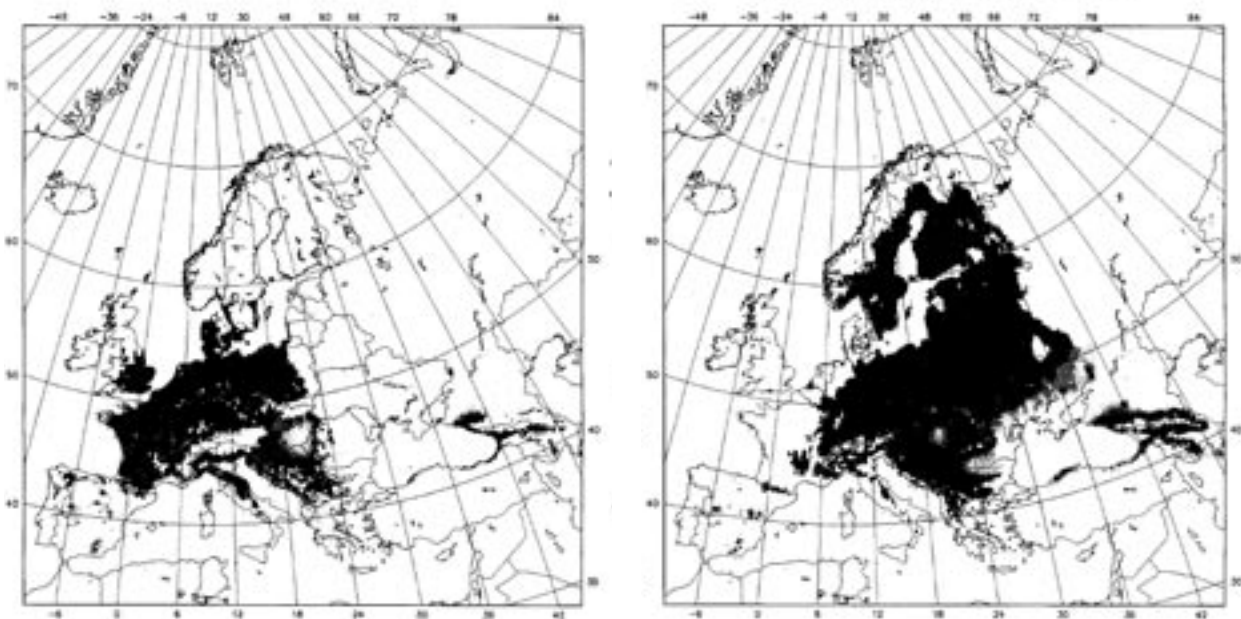
het warmer werd ontwikkelde zich eerst naaldbos, dat langzaam werd vervangen door loofbos. Gedurende de laatste zesduizend jaar heeft het klimaat wereldwijd slechts kleine schommelingen laten zien en zijn de huidige vegetatiegordels ontwikkeld. Algemeen werd aangenomen dat die in evenwicht waren met het heersende klimaat. Momenteel bepaalt vooral de mens de soortensamenstelling: om verschillende redenen werden bepaalde soorten gestimuleerd en anderen onderdrukt.

De afgelopen jaren zijn er verschillende computermodellen gemaakt die de verspreiding van vegetatiepatronen en soorten beschrijven. In deze modellen wordt rekening gehouden met verschillende factoren, zoals het voorkomen van (streng) vorst, lengte van het groeiseizoen en droogte. Deze modellen zijn getoetst aan de hand van historische veranderingen. Deze worden goed gesimuleerd. Met behulp van klimaatscenario's (Tabel 1) kunnen ook toekomstige gevolgen worden bepaald. Bij een lage schatting zal ruim 10% van de vegetatiegordels wereldwijd veranderen, bij een centrale schatting ruim 20% en een hoge schatting meer dan 40%.

#### Verdwijnen spar, linde en beuk?

De grootste veranderingen treden op in bossen. Boomontwikkeling wordt mogelijk in gebieden die momenteel te koud zijn. Het naaldbos verschuift sterk naar het noorden en hoger de bergen op, ten koste van de toendra en alpine vegetaties. Ook loofbomen zullen in zuidelijk Scandinavië, Siberië en Canada talrijker worden. In de tropen, maar ook

FIGUUR 1 De verspreiding van de Beuk (*Fagus sylvatica* L.) in het huidige klimaat (kaart links) en aan de hand van een klimaatscenario met een centrale schatting van de opwarming.



elders, worden de meeste gevolgen bewerkstelligd door droogte. Grote gebieden in de Amazone en Indonesië zullen gekenmerkt worden door een jaarlijks terugkerende droogteperiode. De vele bosbranden die optraden in de droge El Niño van 1996-1997, kunnen hiervan een voorbode zijn.

Verschuivingen in vegetatiegordels worden vooraf gegaan door specifieke soortverschuivingen. Deze worden al waargenomen (zie Opgewarmd Nederland) bij vogels, insecten, korstmossen en vele kruiden. Bij boomsoorten zien we nog nauwelijks veranderingen, maar in Lapland, de Alpen en Canada worden wel al verschuivingen van de boomgrens waargenomen. Soorten waarvan de zuid- of westgrens van hun areaal in of nabij Nederland ligt, zoals spar, linde en beuk kunnen hierdoor wel eens uit Nederland verdwijnen (Figuur 2). Soorten zoals berk, es, esdoorn, iep en eik kunnen belangrijker worden. Voor de meeste soorten geldt overigens dat ze zich sterk naar het noorden en oosten kunnen uitbreiden. Deze areaalverschuivingen zijn niet te wijten aan de warmere winters, maar aan de sterke zomerdroogte. De kwetsbaarheid is natuurlijk sterk afhankelijk van de standplaats.

#### Langzamere uitdroging

De beuk is een belangrijke soort in Nederlandse bossen en parken, maar is kwetsbaar voor de te verwachten klimaatverandering. Deze kwetsbaarheid wordt veroorzaakt door de zomerdroogte, maar ook teveel bodemvocht in het voorjaar na een natte winter, waardoor het zuurstofgehalte in de bodem te sterk daalt, veroorzaakt problemen. Veel beuken

groeien de laatste zomers minder en hun zaailingen hebben een lager concurrentievermogen. In zuidoost Engeland, waar de beuk zijn westgrens bereikt, wordt momenteel ook al een sterke teruggang in de vitaliteit van de beuk gemeld, terwijl in midden Scandinavië aangeplante beuken zich momenteel spontaan verjongen.

De verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie kan de effecten van klimaatverandering enigszins dempen. Het directe effect van CO<sub>2</sub> is tweërlei. Ten eerste zal meer CO<sub>2</sub> groei bevorderen. Dit effect treedt nauwelijks op bij oudere bomen, maar wel bij zaailingen die een krachtiger wortelgestel ontwikkelen. Ten tweede sluiten bij hogere CO<sub>2</sub>-concentraties de huidmondjes, waardoor minder water verloren gaat. Zo'n verhoogde watergebruiksefficiëntie kan substantieel zijn (zie bijvoorbeeld [www.unibas.ch/botschoen](http://www.unibas.ch/botschoen)) en leidt een langzamere uitdroging van de bodem. Beide effecten kunnen bijdragen aan extra veerkracht van bomen en bossen.

#### Toekomstig bosbeheer

De te verwachten klimaatverandering is gaande en zal groter zijn en sneller plaatsvinden dan ooit tevoren. Lokaal zullen de gevolgen zeer verschillend zijn, maar veelomvattend. Dit is de kern van het probleem. Het UN klimaatverdrag, dat in tegenstelling tot het Kyoto protocol door nagenoeg alle landen is ondertekend, heeft dan ook als doel om gevaarlijke menselijke inmenging in het klimaat te vermijden. Een van de expliciet genoemde criteria hiervoor is dat ecosystemen zich op natuurlijke wijze moeten kunnen aanpassen.

Jan Huttinga



De centrale vraag is hoe wij de natuur een handje kunnen helpen bij deze aanpassing. Het pleidooi van Kramer voor vergroting van het adaptatievermogen via effectief beheer van genetische variabiliteit, is op de langere termijn zeer nuttig. Maar de te verwachten klimaatverandering gaan hoogstwaarschijnlijk te snel, zodat dit nauwelijks soulaas biedt. Het grootse gevaar voor Nederlandse bossen zal de steeds vaker optredende zomerdroogte zijn. De effecten zullen dan ook het grootst zijn op hogere zandgronden (Veluwe, Achterhoek en Drenthe). In de hete zomers raakt hier het water het eerst op, waardoor groei beperkt wordt. Houdt de droogte aan, dan zullen veel bomen bladeren eerder dan normaal laten vallen, zodat ze volgend jaar toch weer kunnen uitlopen. Maar als deze droogte bijna elk jaar terugkeert, dan zal uiteindelijk de boom afsterven en plaatsmaken voor beter aangepaste soorten.

Bosbeheerders zullen dus proberen om de effecten van droogte op te vangen. Individuele monumentale bomen in parken met vaak een grote natuurhistorische waarde, kunnen vrij gemakkelijk beschermd worden door extra water te geven. De symptomen van droogtestress zijn makkelijk te herkennen, zodat in zo'n geval effectief maatregelen kunnen worden ondernomen. Voor uitgestrekte bossen is dit echter veel moeilijker. Men zou hierbij kunnen denken aan het langer proberen vast te houden door vijvers aan te leggen of een betere regulatie van de grondwaterspiegel. Vijvers geven ook de mogelijkheid om de te verwachte grote hoeveelheden water tijdens stortbuien beter te gebruiken. Maar deze mogelijkheden vergen een goede infrastructuur en kunnen vaak slechts in een breder regionaal verband worden geïmplementeerd.

Door de droogte zullen vele bomen vatbaarder worden voor plagen en pesten en kunnen bosbranden makkelijker en vaker optreden. Als dit op kleine schaal gebeurt kan het bijdragen aan een gevarieerder bosbestand. Helaas is klimaatverandering een oorzaak die zich over grote gebieden op vergelijkbare wijze manifesteert. Bosbeheerders zullen zich dus op velerlei wijze moeten wapenen om de kwetsbaarheid van bomen en bossen te verminderen en de veerkracht ervan te vergroten. Klimaatverandering zal de komende jaren en decennia steeds duidelijker worden en zal onmiskenbaar vele verwachte en onverwachte gevolgen hebben. Een van de eerste stappen om dit bij beheer te betrekken is om er open voor te staan, symptomen van verandering snel te interpreteren en waar nodig pro-actief maatregelen te nemen. Voor veel van die maatregelen zijn waarschijnlijk middelen nodig die traditioneel niet tot het instrumentarium van bosbeheerders horen. ♦

Prof dr Rik Leemans, Leerstoelgroep Milieusysteemanalyse,  
Wageningen UR, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen.  
Tel: 0317 484919; email: rik.leemans@wur.nl



## 'Opgewarmd Nederland'

Onlangs verscheen het boek 'Opgewarmd Nederland'. Het uiterst toegankelijk en leesbaar boek beschrijft de mogelijke effecten van klimaatverandering op de natuur. Mogelijke effecten want er is natuurlijk nog nauwelijks bewijs dat er ook veel gaat veranderen. Wel geven de diverse auteurs aan waar zij menen dat bepaalde zichtbare veranderingen in de natuur toe kunnen leiden. Welke planten verhuizen naar het noorden, welke zullen uit Nederland verdwijnen? Welke ecosystemen redden het wel en welke niet? Kan het bos al onze broeikasgassen vastleggen? Kortom, met welke veranderingen in de natuur moeten we rekening houden?

Het aardige van het boek is in ieder geval dat het heel erg veel trends weergeeft die iedereen kan zien in de natuur als je maar oplet. Want alleen dan zie je dat langs de Nederlandse kust een toename van mediterrane-Atlantische soorten zoals zeevenkel, plaatsvindt. Dan zie je ook dat het aantal broedende ijsvogels fors is toegenomen, waarschijnlijk door een aantal warme winters. Maar ook negatieve effecten zijn te zien, bijvoorbeeld het oprukken van plaaginsecten die bomen en struiken kunnen aantasten.

Het boek bevat een CD-rom met diverse documentaires over libellen, vlinders, vogels, wilde planten, korstmossen en mossen, rivieren en het strand.

Af en toe bekruipt de lezer het gevoel dat de auteurs niet helemaal weten wat ze nu van de ontwikkelingen moeten vinden. Het boek eindigt weliswaar met een keurig hoofdstuk over het beleid om al te drastische klimaatveranderingen tegen te gaan, maar er klinkt toch ook wel degelijk een zekere fascinatie door voor de vaak onverwachte veranderingen in de natuur en de snelheid waarmee planten en dieren reageren op de klimaatveranderingen.

Behalve voor heden ten dage is het boek zeker ook over laten we zeggen vijftig jaar een interessant boek. Eens kijken of alle voorspellingen en verwachtingen ook zijn uitgekomen.

ROOS, R., S. WOUDEBERG, G. DORREN, AND E. BRUNNER 2004.  
'Opgewarmd Nederland'. Stichting Natuurmedia & Uitgeverij Jan van Arkel, Amsterdam.  
ISBN 90 8081 5829