

Wat leren wij van een internationale vergelijking?

## Toekomst van het Nederlandse beukenbos

**Wat is de toekomst van het Nederlandse bos? Die toekomst wordt voor een deel bepaald door spontane processen, zeker nu bij beheerders de interesse voor benutten van deze spontane processen toeneemt. Zo is bij 'geïntegreerd bosbeheer' het inspelen op spontaan optredende verjonging en de daarbij behorende flexibiliteit in het beheer van belang. In dit artikel wil ik aandacht besteden aan te verwachten toekomstige ontwikkelingen van het beukenbos zoals die bepaald kunnen worden door spontane processen.**

De beheerder zal willen weten welke spontane ontwikkeling hij kan verwachten, en of die spontane ontwikkeling naar een soort eindstadium leidt. Zo kan de beheerder van een eiken-beukenbos (*Fago-Quercetum*) waarnemen dat beuk overvloedig verjongt maar eik niet. Betekent dit dat 'het eiken-beukenbos' een tijdelijk stadium is en dat de spontane processen leiden naar een puur beukenbos? Of zijn de enkele waargenomen jonge gewone esdoorns voorbodes van een gemengd esdoorn-beukenbos dat zich op de lange duur kan ontwikkelen? Of moeten we meer letten op de spontane douglas-verjonging met een douglas-beukenbos in de toekomst? Het beheer kan alleen zinvol inspelen op deze processen als de spontane processen goed gekend zijn.

Om die spontane processen goed te leren kennen kunnen we voor-

beeld bossen bestuderen en die vergelijken met onze eigen bossen. Goede voorbeelden ontstaan wanneer menselijke invloed gering is en spontane ontwikkeling kan plaatsvinden. Hoe langer deze spontane ontwikkeling plaatsvindt hoe beter. Ik denk dat het beter is te spreken van gering of nauwelijks door de mens beïnvloed bos en de periode waarop dit betrekking heeft. In onze streken zijn bossen altijd wel op een één of andere manier door mensen beïnvloed geweest. In Nederlandse beukenbossen is de menselijke invloed tot op heden groot geweest, maar in de ons omringende landen zijn beukenbossen waar decennia of zelfs eeuwen lang deze invloed gering is geweest, zoals gedurende de afgelopen 6 eeuwen in twee bosreservaten in Fontainebleau (Koop, 1989). Op andere continenten zijn beukenbossen te vinden die nooit sterk zijn beïnvloed door mensen. Om dergelijke bossen als voorbeeld te kunnen nemen voor bossen in Nederland moeten we de factoren die de spontane ontwikkeling tot nu hebben beïnvloed kennen en vergelijken. Het is gunstig als zoveel mogelijk factoren overeenkomen.

Factoren van belang zijn behalve de mens, ook klimaat, groeiplaats en bodem, boomsoorten, en bosdynamiek, en de veranderingen hierin gedurende de afgelopen 10 miljoen jaren. Vanaf enkele miljoenen jaren terug hebben dergelijke veranderingen bepaald dat het aantal boomsoorten in Europa geringer is dan in Noord-Amerika of Azië, en pollen-onderzoek toont aan dat na de ijstijd boomsoorten met zeer

verschillende snelheden noordwaarts migreerden vanuit refugia rond de Middellandse Zee. Gedurende de afgelopen 7000 jaar heeft de mens de bossen in Nederland steeds sterker beïnvloed, waarbij soortensamenstelling, bosstructuur en bodem werden gewijzigd. De factor klimaat beïnvloedt op continentale schaal via temperatuur en neerslag de soortensamenstelling en door middel van storm en ijzel ook de bosstructuur. De ecologie van boomsoorten en de interactie/concurrentie tussen boomsoorten bepalen de bosontwikkeling en moeten worden vergeleken wanneer bosvoorbeelden in andere continenten worden gezocht. De dynamiek van een bos wordt o.a. bepaald door het lokale windregime. Het windregime beïnvloedt de geslotenheid van het kronendak, en daarmee het voor de verjonging belangrijke lichtklimaat in de ondergroei.

Aan de hand van de invloed die de factoren mens, klimaat, groeiplaats en bodem, boomsoorten en bosdynamiek op de bossen hebben uitgeoefend zal ik hier verschillende bossen vergelijken. De mate waarin bossen in het buitenland als voorbeeld voor het Nederlandse beukenbos kunnen dienen hangt af van die factoren. Om iets te kunnen zeggen over de toekomst van het Nederlandse beukenbos is het belangrijk toekomstige ontwikkelingen van deze factoren te kunnen voorstellen.

### Beukenbossen in de wereld

In steeds meer Nederlandse beukenbossen zijn ook spontane

■ *Figuur 1 - Gemengd suikeresdoorn-beukenbos in zuid-Michigan, U.S.A.*

processen waarneembaar als gevolg van recentelijk geringere menselijke invloeden. Deze bossen hebben een voorbeeldfunctie omdat de factoren die deze bossen hebben beïnvloed, zoals klimaat, bodem en boomsoorten, grotendeels overeenkomen met die van de rest van het Nederlandse beukenbos. Beukenbossen elders in Europa of in Noord-Amerika of Azië zijn belangrijk als voorbeeld voor spontane ontwikkeling omdat daar de menselijke invloed of veel kleiner of duidelijk anders is geweest. Ik wil boomsoortensamenstelling en dynamiek van beukenbossen in Europa, Noord-Amerika en Azië met de Nederlandse beukenbossen vergelijken.

De Nederlandse beukenbossen zijn vrij monotone bossen met een veelal puur beukenkronendak, weinig ondergroei en weinig structurele variatie. Van der Werf (1991) beschrijft het algemeen voorkomende wintereiken-beukenbos als een vrij gesloten beukenbos met enkele eiken, waaronder een weinig tot zeer gering bedekkende struik- en kruidlaag is. Ook het minder algemeen voorkomende gierstgras-beukenbos heeft een dichte boomlaag met daaronder slecht ontwikkelde struik- en kruidlaag, terwijl het parelgras-beukenbos vooral jonge bomen in de struiklaag heeft en een goed ontwikkelde kruidlaag. In de drie bostypen domineert volgens Van der Werf (1991) de beuk van nature en komen andere boomsoorten zelden of slechts in geringe mate voor. Er zijn uitzonderingen te zien in een aantal landgoedbossen [bijvoorbeeld Amelisweerd bij Utrecht, Goedenraad in Zuid-



Limburg] waar verscheidene boomsoorten het kronendak domineren. Deze zijn, evenals de 'productie' beukenbossen, aangelegd en men kan daarom niet met zekerheid zeggen dat een beukenbos zich spontaan naar zo'n gemengde vorm kan ontwikkelen.

Elders in Europa hoog in de bergen zijn wel gemengde beukenbossen bekend. Deze bossen werden extensief en kleinschalig gebruikt en beheerd en ze zijn minder sterk beïnvloed door de mens. Beukenbossen in de subalpine zone van de Vogezen, de westelijke Jura en (lokaal) de Alpen zijn vaak mengingen van beuk en gewone esdoorn (Ellenberg, 1986). In de montane zone domineren fijnspar en zilverden met beuk. Dominantie in de subalpine zone, van beuk en esdoorn ten opzichte van fijnspar en zilverden wordt voor een deel verklaard door: 1: gevoeligheid van de fijnspar en zilverden voor schimmels als gevolg van milde winters in oceanisch klimaat; 2: snellere groei van beuk en esdoorn in warmere zuidelijke klimaten; 3: gevoeligheid van coniferen voor sneeuwdruk (Ellenberg, 1986). Dit verklaart echter

niet waarom beuken-esdoornbossen geen belangrijke plaats innemen in het laagland. Een mogelijke verklaring zit in de migratiesnelheid van boomsoorten na de laatste ijstijd. De gewone esdoorn heeft nooit op spontane wijze Nederland kunnen bereiken, behalve mogelijk in Zuid Limburg, er zijn dus geen oorspronkelijke voorbeelden. Ook is de boomsoortensamenstelling sterk beïnvloed door de mens, vooral gedurende de afgelopen 200 jaar.

Er zijn ook voorbeelden van gemengde esdoorn-beukenopstanden in het laagland. In Denemarken neemt de gewone esdoorn een steeds belangrijkere plaats in in beukenbos. In het Farum Distrikt (gierstgras-beukenbos) worden beuk, es en gewone esdoorn groepsgewijs gemengd. In Folehaven bij Horsholm (eiken en gierstgras-beukenbos) verjongt gewone esdoorn zich goed onder beuk en kan esdoorn in een verjongingsfase lokaal domineren; later verjongt onder de esdoorn weer beuk. In Fanefjord (parelgras-beukenbos) verjongt gewone esdoorn zich goed onder beuk en domineert soms de verjonging.



■ Figuur 2 - Gemengd beukenbos in Nagano, Japan.

Verder weg, in noord-Amerika of oost-Azië, komen beuken vaak in mengingen met andere boomsoorten voor. Bijvoorbeeld in het Amerikaanse suikeressdoorn-beukenbos vind je naast beuk en esdoorn, o.a. vogelkers, es, iep, linde, eik, tulpeboom en bitternoot (*Carya* spp.) in het kronendak (Figuur 1). De dominantie van beuk varieert van minder dan 20% tot meer dan 80%. In welke factoren onderscheidt dit Amerikaanse beukenbos zich van het Europese? Een verschil met Europa is dat de menselijke invloed veel minder intensief is geweest in Amerika. De bossen hebben zich tot ongeveer 400 jaar geleden vrij spontaan kunnen ontwikkelen: slechts 20 van de 300 pollendiagrammen in de oostelijke VS tonen sporen van menselijk ingrijpen. Ook is het Amerikaanse beukenbos gedurende de afgelopen 400 jaar weinig beheerd, en er is zelden van bosaanplant sprake. Daarom is er de natuurlijke boomsoortensamenstelling nog vrij compleet aanwezig. Hoewel gedurende de afgelopen paar miljoen jaar veel Europese boomsoorten/geslachten zijn uitgestorven, komen veel geslachten uit het Amerikaanse beukenbos ook in Europa voor:

beuk, esdoorn, kers, es, paardekastanje, linde, iep, kastanje, eik. Gemiddelde temperatuur, neerslag en vochtigheid komen ook overeen (Tabel 1), maar de temperatuurextremen zijn groter in Amerika. Het beukenbos in Amerika komt voor in continentaal klimaat terwijl dat in Europa in oceanisch klimaat. Gelet op globale bodemkarakteristieken volgens de FAO-klassificatie (1988) zijn de bodems overeenkomstig: zowel Amerikaanse als Europese beukenbossen staan voornamelijk op 'Dystric Cambisols' (zure bruine bosgrond), 'Haplic Luvisols' (bijvoorbeeld radebrikgrond), 'Haplic' & 'Cambic Podzols' (bijvoorbeeld holtpodzol), en 'Umbric Leptosols'. Zowel de Amerikaanse als de Europese beuk groeien het beste op lemige bodem met een hoog humusgehalte en een pH van 4 tot 6. Beide beuken zijn gevoelig voor droogte en stagnerend water en ze hebben een verzurend effect op de bodem. Gezien overeenkomsten in klimaat, bodem en boomsoorten kunnen Amerikaanse suikeressdoorn-beukenbossen als voorbeeld dienen voor gemengde beukenbossen in Nederland.

De Japanse beukenbossen zijn

rijk in boomsoorten, soms met meer dan 50 boomsoorten per hectare (Figuur 2). Vooral aan de oostzijde van Japan, waar 's winters weinig sneeuw valt, deelt de beuk (*Fagus crenata*) de dominantie met andere boomsoorten. Esdoornsoorten spelen een belangrijke rol in deze beukenbossen. De esdoorns vormen vaak een tweede boomlaag, en een paar soorten komen naast de beuk in het kronendak voor (bijvoorbeeld *Acer mono*, *Acer palmatum*, en *Acer nikoense*). In het Ogawa bosreservaat (150 km t.n.v. Tokyo) komen bijvoorbeeld ongeveer 15 esdoornsoorten voor, waarvan 2 tot in het kronendak groeien. Evenals in de Europese beukenbossen is er al duizenden jaren sprake van menselijke invloed, maar deze heeft de boomsoortensamenstelling niet definitief veranderd. Het bos werd weliswaar gebruikt, soms ook intensief, maar er werd geen bosteelt toegepast. Wel kon de dominantie veranderen als gevolg van het gebruik. Lokaal was een gevolg van frequent kappen, branden of begrazing dat eiken (o.a. *Quercus serrata*) domineerden, maar bij spontane ontwikkeling verloren de eiken na één generatie dominantie aan beuk. Ook geldt dat in vergelijking met Europa er veel meer boomsoorten bestaan in Japan, maar Europa en Japan hebben ook vele geslachten gemeenschappelijk: beuk, esdoorn, es, eik, linde, iep, haagbeuk, kastanje. De Japanse beukenbossen groeien in een meer continentaal klimaat dan de Europese. De winters zijn koel, de zomers zijn warm en vochtig. De gemiddelde temperatuur is vergelijkbaar maar de neerslag is groter (Tabel 1). Japanse beukenbossen groeien

**Tabel 1. Temperatuur en neerslag karakteristieken van verschillende beukensoorten.**

beukensoort	regio	gemidd. jaar temp <sup>1</sup> (°C)	warmte index <sup>2</sup> WI	jaarlijkse neerslag <sup>3</sup> (mm)	vocht index <sup>4</sup> Im
<i>Fagus sylvatica</i> <sup>5</sup>	Europa,	2, 14	17, 114	471, 2000	-14, 239
<i>Fagus grandifolia</i>	N. Amerika	4, 21	49, 196	776, 2050	32, 225
<i>Fagus crenata</i>	Japan	3, 13	33, 98	1200, 3200	15, 300
<i>Fagus</i> spp.	China	5, 17	40, 140	740, 2770	26, 320

1. gemidd. jaar temp.: geeft minimum en maximum waarden voor beukenboslokaties.
2. warmte index WI =  $\sum (t-5)$  voor maanden met gemiddeld temperatuur (t) groter dan 5 °C; voor de koudgematigde zone geldt dat de WI tussen 45 en 85 ligt, in de warmgematigde is de WI groter dan 85 (Kira, 1948).
3. jaarlijkse neerslag: geeft minimum en maximum waarden voor beukenboslokaties.
4. vocht index Im = is bepaald met behulp van potentiële evapotranspiratie; Im is groter dan 0 in humide klimaten, groter dan 100 in extreem humide klimaten, en tussen -20 en 0 in relatief droge klimaten (Thornthwaite, 1948).
5. inclusief *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*.

voornamelijk op 'Dystric Cambisols', 'Lithic Leptosols' (ondiepe bodems op rotsen) en 'Andosols' (vulkaanbodems). De bodems zijn lemig en hebben een pH van 4 tot 6, hetgeen vergelijkbaar is met de Europese situatie. Gezien de genoemde overeenkomsten in klimaat, bodem en boomsoorten kunnen Japanse beukenbossen als voorbeeld voor Nederlandse beukenbossen gelden.

Waarom zijn er in Nederland (c.q. Europa) niet meer gemengde beukenbossen? Behalve beuk komen hier ook eik, esdoorn, es, iep en linde voor. Is misschien de ecologie van de verwante (hetzelfde geslacht) Amerikaanse, Europese en Japanse soorten verschillend? De verwante soorten tonen echter grote overeenkomsten in bijvoorbeeld schaduwtolerantie (Tabel 2). Beuk is overal de meest schaduwtolerante loofboomsoort. Ook hebben verwante soorten dezelfde groeivorm, zoals in de beuken plagiotrope assen (takken met bladeren en zijtakking aan twee zijden in een plat vlak) en in de esdoorns orthotrope assen (takken met bladeren en zijtakken aan alle zijden). In vergelijking met de beuken hebben de esdoornsoor-

ten uit tabel 2 een snellere jeugd-groei, en hoewel ze vergelijkbare schaduw verdragen, overleven ze diepe schaduw minder lang dan de beuken, 40 respectievelijk 100 jaar. Beuken en esdoorns hebben verminderde groei in de schaduw, maar na vrijstelling groeien de esdoorns aanvankelijk sneller en kunnen ze voor de beuken het kronendak bereiken. De achtergebleven beuken kunnen de esdoorns overleven en opvolgen in het kronendak. Dit patroon is in gemengde esdoorn-beukenbossen in Noord-Amerika, Japan en ook in Denemarken waargenomen. Het kan geconcludeerd worden dat in ecologisch opzicht de beuken in tabel 2 op elkaar lijken en dat de esdoorns in tabel 2 op elkaar lijken. Dit maakt een vergelijking van Noord-Amerikaanse en Japanse esdoorn-beukenbossen met onze beukenbossen zinvol.

Is de bosdynamiek misschien anders? De bosdynamiek bepaalt de structuur van het bos. Naarmate de frequentie van stormen groter is zullen vaker bomen worden omgeblazen en takken worden afgebroken en zal het bos opener zijn. Een opener beukenbos zal gunstiger zijn voor de iets

minder schaduwtolerante esdoorn of es en voor de ontwikkeling van struik- en kruidlaag. Het beheer van beukenbos was er in Nederland op gericht het kronendak gesloten te houden. De windklimaten in de Amerikaanse en Japanse beukenbosgebieden verschillen van de Europese. In het Amerikaanse suikeressdoorn-beukenbosgebied komt op iedere plek eens in de 300 jaar een tornado voor, in Nederland eens in de 20.000 jaar. Dat wil zeggen dat Amerikaanse beuken in dat gebied eens gedurende hun levenscyclus de kans hebben een alles vernietigende tornado mee te maken. In het Japanse beukenbos komt eens in de 10 à 60 jaar een tyfoon (= tropische cycloon met orkaansterkte,  $s > 120$  km/u) voor, in Nederland eens in de 500 jaar een orkaan. Een tyfoon is minder vernietigend dan een tornado, maar met een tyfoon-frequentie van eens in de 10 à 60 jaar lopen de Japanse beuken grote kans hun levenscyclus door een tyfoon beëindigd te zien. Dit onderscheidt de Amerikaanse en Japanse bossen van de Europese, maar de effectieve verschillen zijn minder groot. Zwakkere stormen zijn veel frequenter. Een storm met windsnel-

**Tabel 2. Schaduwtolerantie van de belangrijkste boomsoorten in beukenbos. Tolerantie (tol.): 1 = erg tolerant; 2 = tolerant; 3 = gemiddeld; 4 = intolerant.**

geslacht	Europa soort	tol.	VS soort	tol.	Japan soort	tol.
<i>Fagus</i>	<i>F. sylvatica</i>	1	<i>F. grandifolia</i>	1	<i>F. crenata</i>	1
<i>Acer</i>	<i>A. pseudoplatanus</i>	2	<i>A. saccharum</i>	1	<i>A. mono</i>	1
<i>Tilia</i>	<i>T. platyphyllos</i>	2	<i>T. americana</i>	2	<i>T. japonica</i>	2
<i>Fraxinus</i>	<i>F. excelsior</i>	2	<i>F. americana</i>	3		
<i>Prunus</i>	<i>P. avium</i>	2	<i>P. serotina</i>	3	<i>P. grayana</i>	1
<i>Quercus</i>	<i>Q. petraea</i>	4	<i>Q. rubra</i>	3	<i>Q. mongolica</i>	4
<i>Abies</i>	<i>A. alba</i>	1	–		<i>A. homolepis</i>	1
<i>Tsuga</i>	–		<i>T. canadensis</i>	1	–	

heid van 90 km/u kan al bomen omblazen en komt op iedere plek in Nederland eens in de 25 jaar voor. Het windklimaat kan ook in Nederland in grote mate de bosstructuur beïnvloeden en een grotere boomsoortendiversiteit bevorderen. De rol van het windklimaat zal echter geleidelijk aan sterker worden, naarmate het effect van het beheer op de bosstructuur kleiner wordt. Door de wat geringere frequentie van hoge windsnelheden in Europa zou bij spontane ontwikkeling de dominantie van beuk ten opzichte van andere minder schaduwtolerante boomsoorten zich kunnen handhaven.

Een vergelijking van Europa met Noord-Amerika en Japan toont overeenkomsten in bodem en ecologie van boomsoorten, hetgeen er op lijkt te wijzen dat in Nederland, naar analogie met Noord-Amerika en Japan, een gemengd beukenbos (m.n. beuk met esdoorn) een logischer gevolg van spontane bosontwikkeling is dan een puur beukenbos. Waarschijnlijk is de esdoornverjonging die wij op verschillende plaatsen waarnemen in het Nederlandse beukenbos een voorbode van een dergelijke ontwikkeling.

### Beuken en coniferen

Wat is nu de rol van coniferen bij spontane ontwikkelingen in het Nederlandse beukenbos? Zoals

reeds gemeld domineren in de montane zone van midden-Europese gebergten beuk met fijnspaar en zilverden. In Nederland kan de douglas mengingen met beuk vormen. Gemengde coniferen-beukenbossen komen voor op de overgang tussen de boreale zone waar koude bestendige coniferen domineren en de koel gematigde zone waar loofbomen domineren, bijvoorbeeld gemengd *Tsuga-Pinus*-loofbos (gedomineerd door *Tsuga canadensis* en beuk) in het grensgebied tussen de VS en Canada, of gemengd *Abies*-beukenbos (gedomineerd door *Abies sachalinensis* en *Fagus crenata*) spaarzaam voorkomend in Hokkaido, Japan. In de gematigde zone domineren coniferen alleen in gebieden met een oceanisch klimaat. Een voorbeeld is het kustgebied van Washington en Oregon waar o.a. de douglasbossen domineren. Het klimaat wordt gekenmerkt door milde winters en koele zomers met meer neerslag in de winter en relatief droge zomers resulterend in water stress, waardoor coniferen soms de grootste groei in de winter hebben. Hier domineren de coniferen vanwege 1) hun potentie tot actieve fotosynthese buiten het groeiseizoen, 2) beperking van waterstress op groei gedurende het groeiseizoen, 3) efficiënt nutrientegebruik door coniferen (Lassoie et al. 1985).

In tegenstelling tot de beukengebieden in Noord-Amerika en oost Azië, ligt het Europese beukengebied in een oceanisch klimaat met koele zomers en milde winters. Het vertoont grote overeenkomst met het Noord-Amerikaanse gebied waar coniferen domineren (Wolfe 1978). In vergelijking met andere beukengebieden is er relatief weinig neerslag in Europa gedurende de zomer (laagste extremen in Europa). Daardoor is kans op waterstress gedurende het groeiseizoen groot, hetgeen resulteert in een geringere zomergroei en wordt relatief de wintergroei belangrijker. In Europa hebben zilverden en fijnspaar lagere temperatuuroptima voor fotosynthese dan beuk, en dus een voordeel ten opzichte van beuk in koele zomers. Ook vertonen zilverden en fijnspaar fotosynthetische activiteit in milde winters. Meer informatie over bijvoorbeeld het aandeel van de fotosynthese in de winter is gewenst. Hier mag worden geconcludeerd dat het klimaat gunstig is voor coniferen en een groter aandeel van coniferen in Nederlandse bossen tot een van de mogelijkheden behoort bij spontane ontwikkeling.

Met betrekking tot menging van beuk en coniferen in Nederland zijn historische gegevens gebaseerd op pollenanalytisch onderzoek ook interessant. Gedurende

het Pleistoceen werden de koude ijstijden afgewisseld met warmere interglacialen. Gedurende deze warmere interglacialen vond in Nederland een typische opeenvolging van dominantie van boomsoorten plaats. In het begin domineerden wilg, berk en den, later linde, iep en eik, weer later haagbeuk, en als laatste beuk, fijnspar en zilverden. Deze late komst van beuk, fijnspar en zilverden werd hoofdzakelijk bepaald door hun trage migratiesnelheid en niet door het klimaat. Na de laatste ijstijd, verliep dit proces aanvankelijk op vergelijkbare wijze, met ongeveer 7000 jaar geleden dominantie van iep, linde en eik. Toen werd de invloed van de mens steeds groter en werd migratie van boomsoorten sterk beïnvloed. Als de mens er niet was geweest, waren dan de Nederlandse beukenbossen mengingen van beuk, fijnspar en zilverden geweest? We zullen het nooit weten. Wel geeft deze kennis van interglaciale ontwikkelingen, met de klimatologische gegevens, ons inzicht in mogelijke nieuwe spontane ontwikkelingen naar een grotere dominantie van coniferen in beukenbos.

### **Toekomstige bosontwikkeling**

Hoe wordt de toekomstige ontwikkeling bepaald door de factoren mens, klimaat, bodem, boomsoorten en bosdynamiek? We zijn geïnteresseerd in de spontane ontwikkeling dus de invloed van de mens moet zo goed als nul zijn. Het klimaat is een grote onbekende factor. Verandering in temperatuur en neerslag hoeven zich niet altijd in dezelfde richting te ontwikkelen. Indien de winters milder worden en de zomers koeler dan zou oceanisch naaldbos met fijnspar en zilverden kunnen gaan overheersen. Voor grote klimaatveranderingen moet worden gekeken naar re-

gio's die hier niet behandeld zijn. Bij gelijktijdige grote toename van temperatuur en neerslag zouden beukenbossen in Florida of zuid-China als voorbeeld kunnen gaan dienen (Peters, in druk). Bijvoorbeeld in Florida zijn beukenbossen gemengd met altijdgroene magnolia's bij een gemiddelde temperatuur van 20°C en een jaarlijkse neerslag van 1550 mm (in Nederland 9°C en 700 mm). De bodem ontwikkelt zich irreversibel, en verregaande verzuring zou de dominantie van naaldbomen en beuk kunnen bevorderen. Het voorkomen van boomsoorten en de bereikbaarheid van bossen voor boomsoorten zal een grote invloed hebben op de spontane ontwikkeling. Spontane ontwikkeling van gemengd esdoorn-beukenbos kan aanzienlijk vertraagd worden door afwezigheid van gewone esdoornzaadbronnen in de nabijheid van het beukenbos. Omdat onze bossen geplant zijn, vaak met verschillend genetisch materiaal, kunnen bossen zich op verschillende manieren spontaan ontwikkelen na klimaatverandering (bijvoorbeeld als gevolg van genetisch bepaalde verschillen in droogtetolerantie). Omdat bosbeheer gericht op het voorkomen van windworp afwezig is, zal geleidelijk aan het windklimaat een grotere greep krijgen op het bos en een open bosstructuur creëren. Een open bosstructuur zou de vestiging van wat minder schaduwtolerante boomsoorten dan beuk toestaan.

### **Conclusies**

Uit een vergelijkende studie van klimaat, bodem, boomsoorten en bosdynamiek van verschillende, zo weinig mogelijk gestoorde Noord-Amerikaanse, Japanse en Europese beukenbossen kunnen enkele gevolgtrekkingen worden gemaakt met betrekking tot de Nederlandse beukenbossen.

Een grotere menging van boomsoorten is mogelijk in beukenbossen, ook op armere groeiplaatsen. Gewone esdoorn en es kunnen een groter aandeel van het kronendak vormen. Daarvoor moet de bosstructuur veranderen (meer open) en er moet meer dynamiek worden toegestaan.

Bij spontane ontwikkeling in het oceanisch klimaat van west-Europa is het gemengde beukenbos misschien een fase vóór een gemengd bos dat door coniferen (zilverden, spar en mogelijk douglas) wordt gedomineerd.

Het ontstaan van gemengde beukenbossen of naaldbossen kan eeuwen vertraagd worden door menselijke verstoringen en traagheid van spontane verandering. Voorkennis van dergelijke potentiële spontane bossen in Nederland is een handvat voor bosbeheerders om in te spelen op "nieuwe" spontane ontwikkelingen zoals de uitbreiding van gewone esdoorn in de Nederlandse bossen.

### **Samenvatting**

Nederlandse beukenbossen zijn gemaakt door de mens, maar spontane processen zoals natuurlijke verjonging zijn op vele plaatsen waarneembaar. Hoe ziet de toekomst van het Nederlandse beukenbos eruit wanneer deze bepaald wordt door dergelijke spontane processen? Om daar wat over te kunnen zeggen zijn voorbeelden van langdurige (>100 jaar) spontane ontwikkeling gewenst, maar deze zijn niet voorhanden in Nederland of in de ons omringende landen. Een uitzondering is waarschijnlijk Fontainebleau, maar één voorbeeld kan niet alle mogelijke alternatieven beschrijven. De beukenbossen hebben verschillende uitgangsposities en de omgeving verandert voortdurend, daarom

kan men beter werken met verschillende mogelijke ontwikkelingswegen dan met één uiteindelijk ontwikkelingsdoel. Spontane ontwikkeling wordt bepaald door de factoren mens, klimaat, groeiplaats en bodem, boomsoorten en bosdynamiek, en de veranderingen hierin in de loop der tijd. Twee mogelijke ontwikkelingswegen voor het beukenbos beschrijf ik als voorbeelden.

De mens heeft een grote verarmende invloed gehad op de boomsoorten-samenstelling en vaak ook op de structuur van het beukenbos in Europa. In het Amerikaanse beukenbos is die invloed minder groot geweest. Het Amerikaanse suikeressdoorn-beukenbos is een voorbeeld van een structureel divers bos met verschillende boomsoorten in het kronendak. Een redelijk aantal van de boomgeslachten uit het suikeressdoorn-beukenbos komen ook in Europa voor en vertonen bovendien grote ecologische overeenkomsten met hun Europese verwanten. Ook in Japanse beukenbossen vindt men grote structurele variatie en diversiteit aan boomsoorten, met naast beuk vooral esdoornsoorten. Omdat ook bodem en klimaat in grote mate overeenkomsten vertonen mag men de ontwikkeling van een dergelijk gemengd bos hier in Nederland ook verwachten. In Europa wordt natuurlijk esdoorn-beukenbos beschreven voor de subalpine zo-

ne, maar ontbreekt dankzij de mens in het laagland. De aanwezigheid van gewone esdoornverjonging in beukenbos kan het begin zijn van een ontwikkeling naar een grotere boomsoortenmening.

Het klimaat in het Europese beukenbos is oceanisch met milde winters en koele zomers. Dit is in tegenstelling met de beukenbossen in oostelijk Noord-Amerika of oost Azië. Het klimaat komt meer overeen met dat in het noordwesten van de VS, waar coniferen het bos domineren. In Nederland domineerden de coniferen fijnspar en zilverden de bossen tijdens het laatste deel van het Eem-interglaciaal 120.000 jaar geleden. Lage migratiesnelheid en menselijke invloed beperkte de verspreiding na de laatste ijstijd. De douglas lijkt de plaats van deze coniferen in Nederland in te nemen, en kan gemengde bossen met beuk vormen.

Voor het Nederlandse beukenbos bestaat niet één ontwikkelingsweg, maar afhankelijk van een aantal factoren zijn verschillende ontwikkelingen mogelijk. Meer dan door bodem wordt de spontane ontwikkeling bepaald door de voorafgaande menselijke invloed. De beheerder kan inspelen op dergelijke spontane ontwikkelingen zoals verjonging van esdoorn of douglas, en daarbij alternatieven zoals esdoorn-beukenbos of coniferen-beukenbos als toekomstig bos voor ogen houden.

## Dank

Met dank aan Jim van Laar voor het kritisch lezen van een eerdere versie van het manuscript.

## Literatuur

- Ellenberg, H., 1978/1986. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3./4. Auflage, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FAO, 1988. FAO/UNESCO soil map of the world, revised legend. World Resources Rep. 60, FAO, Rome.
- Kira, T., 1948. On the altitudinal arrangement of climatic zones in Japan. A contribution to the rational land utilization in cool highlands. *Kanti-Nogaku* 2: 143-172. (Japanese).
- Koop, H., 1989. Forest dynamics: SILVI-STAR a comprehensive monitoring system. Springer, Berlin, 229 p.
- Lassole, J.P., Hinckley, T.M. & Grier, C.C., 1985. Coniferous forests of the Pacific Northwest. In: Chabot B.F. & Mooney H.A. (eds) Physiological ecology of North American plant communities, p 127-161. Chapman and Hall, New York.
- Peters, R., in druk. Beech forests of the world: the woody component. Geobotany. Kluwer.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38: 55-94.
- Van der Werf, S., 1991. Bosgemeenschappen. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 373 p.
- Wolfe, J.A., 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relations to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australia. *Geol. Surv. Prof. Paper* no. 1106, 37 pp.