

Het gebruik van natuurlijke processen bij duurzaam bosbeheer in Nederland

De laatste jaren is er in Nederland een aantal nieuwe vormen van bosbeheer populair geworden, zoals geïntegreerd bosbeheer en Pro Silva beheer. Het meest essentiële verschil met het traditionele bosbeheer in monocultures is dat er meestal sprake is van een (kleinschalige) menging van boomsoorten en/of leeftijden. Veel bossen in Nederland bevinden zich daarbij in een gunstige uitgangspositie, qua leeftijdsopbouw en boomsoortensamenstelling. Het bos bestaat voor een groot deel uit lichtboomsoorten met een voldoende hoge ouderdom om natuurlijke verjonging van veel soorten mogelijk te maken zonder al te grote ingrepen en waarbij de ingrepen zichzelf betalen door de directe opbrengsten. Hierdoor kunnen de investeringskosten van aanplant vermeden worden. De rijksoverheid heeft hierop direct gereageerd door de herbebossingssubsidies af te schaffen en bij een verhoogde jaarlijkse bijdrage meer initiatief voor maatregelen bij de eigenaar of beheerder te leggen. Deze maatregelen zullen daarom waarschijnlijk ook beter aansluiten bij de mogelijkheden die het bos biedt.

Weten we echter genoeg van de natuurlijke processen in onze

Samenvatting

Verstorings kunnen de concurrentieverhoudingen in een bos veranderen. Menselijke ingrepen kunnen gezien worden als een vorm van verstoring. Boomsoorten verschillen in reactie op deze verstoringen als gevolg van hun biologische eigenschappen: a) hoogte-groeipatroon; b) schaduwtolerantie; c) droogtetolerantie en d) reactie op vergroting van de groeiruimte. Hierdoor is een groter aantal interacties tussen bomen mogelijk als in monocultures. Begrip van deze eigenschappen leidt tot begrip voor de mogelijkheden om te sturen in de ontwikkeling van het bos. Verder wordt een aantal voorbeelden gegeven van processen die zich in gemengd bos afspelen en die kunnen leiden tot een verandering in de dominantie van de aanwezige soorten. Potentiële knelpunten en mogelijkheden voor het beheer worden genoemd.

bossen om hiermee rekening te kunnen houden bij het bosbeheer? Bij veel mensen lijkt de indruk te bestaan dat de natuurlijke processen precies aansluiten bij de doelstelling van de beheerder. Is dit in werkelijkheid ook zo? Een aantal beheerders in Nederland heeft al een aantal jaren ervaring met de toepassing van natuurlijke processen. Deze ervaring is echter vaak beperkt tot de eigen groeiplaats en moeilijk overdraagbaar. Er is een aantal activiteiten om deze kennis uit te wisselen, zoals Pro Silva excursies, een aantal provinciale projecten over geïntegreerd bosbeheer, en cursussen op dit gebied. In Nederland is er de komende jaren behoefte aan kennis omtrent bosontwikkeling in kleinschalige gemengde bossen en de mogelijkheid om deze te beïnvloeden.

Dit artikel is bedoeld om de reactie van boomsoorten te verklaren indien er sprake is van concurrentie met andere boomsoorten en/of leeftijden. Zeer belangrijk hierbij is het reactievermogen

van de verschillende boomsoorten op een ingreep, die de concurrentieverhoudingen verandert. Daarbij zal een aantal beheermaatregelen worden besproken om de ontwikkeling bij te sturen. Om de processen die zich afspelen in een gemengd bos te omschrijven en de reactie op menselijke ingrepen te voorspellen heb ik vooral de tekst van Larson (1992) gebruikt. Dit artikel is daarom deels een korte bewerking van zijn tekst in het boek "The ecology and silviculture of mixed-species forests" (Kelty et al., 1992) aangevuld met Nederlandse en enige tropische ervaringen. Dit hoofdstuk bevat deels voorbeelden uit de Verenigde Staten van Amerika. Ze zijn echter goed bruikbaar voor Nederland, omdat de boomsoorten uit de Amerikaanse voorbeelden zich vaak vergelijkbaar gedragen met in Nederland inheemse soorten uit hetzelfde geslacht. Dit geldt bijvoorbeeld voor de geslachten *Quercus* (eik), *Acer* (esdoorn) en *Betula* (berk).

De invloed van ingrepen of andere verstoringen

In elk bos hebben gebeurtenissen plaats die de concurrentieverhoudingen in het bos veranderen. Larson noemt dit "verstoringen". Een verstoring kan de dood betekenen voor het ene individu en geeft dan juist groeiruimte voor het andere individu. Deze verstoringen zijn deels natuurlijk, zoals storm, brand of ouderdom, en deels onnatuurlijk omdat ze door de mens worden veroorzaakt. Wij zijn vooral geïnteresseerd in bewuste ingrepen. Het is van groot belang hoe de structuur van het bos is ten tijde van de verstoring of ingreep: aanwezige boomsoorten, de rangorde in concurrentie als gevolg van grootteverschillen en groeiplaatskwaliteit. Daarnaast is uiteraard het type verstoring (brand, wind, dunning) en de intensiteit ervan belangrijk voor de ontwikkeling na de verstoring of ingreep. Elke verstoring kan dus worden gezien als een verandering in de concurrentieverhoudingen tussen de verschillende individuen in een bos.

In monocultures is veel meer gedocumenteerde ervaring met de reactie op verstoring of ingrepen. In gemengd bos spelen zich deels dezelfde processen af, maar door de aanwezigheid van meerdere soorten en/of leeftijden (afmetingen) is de situatie ingewikkelder. In gemengd bos zijn meer typen interacties mogelijk. Er is bovendien een grote variatie in eigenschappen van de bomen. Iedere soort reageert anders, waarbij de leeftijd van de individuele boom mede bepalend is voor de reactie. Om de verschillen in reactie te begrijpen

■ *Figuur 1. De hoogtegroei van een aantal boomsoorten bij verschillende groeiplaatskwaliteit (uit Jager & Oosterbaan, 1994)*

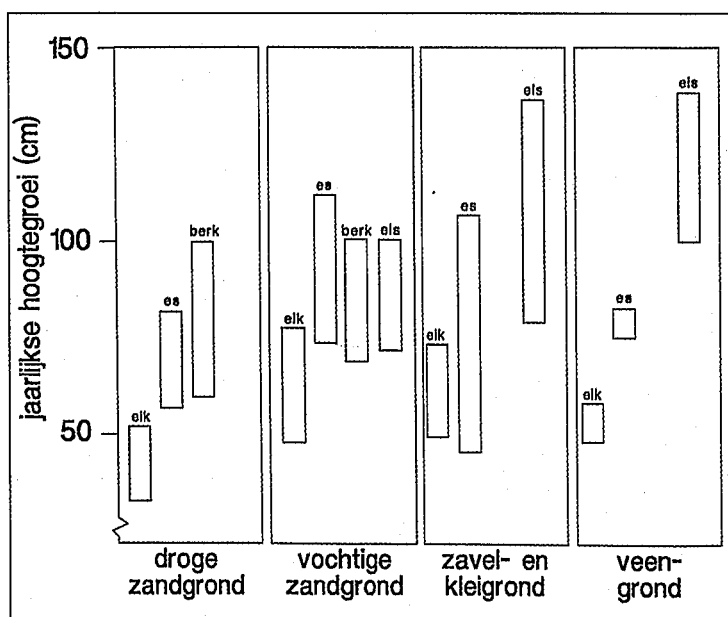
zijn de biologische eigenschappen van de verschillende boomsoorten gedurende hun levenscyclus belangrijk.

Een hulpmiddel om de ontwikkeling van individuele bomen in een gemengd bos te begrijpen is een vergelijking met de levensstadia van onbehandelde monocultures. Na het vestigingsstadium, is er het stadium van natuurlijke stamtaalreductie. Deze kan vrij lang duren: de stakenfase en de jong-volwassenfase. Het bos doorloopt hierbij een proces dat resulteert in een klein aantal winnaars, die de eindopstand gaat vormen, en een groot aantal verliezers. Daarna volgt een stadium van ontwikkeling van een onderstage en uiteindelijk is er sprake van een oud stadium van de oorspronkelijke opstand, waarin de nieuwe generatie bomen steeds meer tot ontwikkeling komen. In de laatste twee stadia treedt dus kieming en ontwikkeling van een volgende generatie op en is er in feite al sprake van gemengd bos. De nieuwe generatie kan deels of geheel uit andere boomsoorten

bestaan. Dit is een natuurlijke omvormingssituatie. Bij bewuste omvorming naar gemengd bos is begrip van deze stadia zeer belangrijk voor inzicht in de reactie ten tijde van de ingreep. In een gemengd bos zien we in de praktijk meestal ook een verschil in (gemiddelde) hoogte van de verschillende boomsoorten. Een goed begrip van de biologische eigenschappen van de verschillende boomsoorten geeft meer begrip van de reactie die kan optreden bij een ingreep.

Biologische eigenschappen van boomsoorten

In principe kan iedere boomsoort beschreven worden in een aantal afzonderlijke eigenschappen. Larson (1992) onderscheidt hierbij als belangrijkste: A) Hoogtegroei patroon, B) Schaduwtolerantie, C) Droogtetolerantie en D) Vermogen tot reactie bij vergroting van de groeiruimte. Er is dus een groot aantal combinaties van eigenschappen mogelijk voor de in Nederland voorkomende boomsoorten. Deze afzonderlijke eigenschappen worden hieron-



der kort besproken. Voor een beheerder zijn het eigenschappen die hij zo goed mogelijk moet kennen of inschatten om het effect van de ingreep voorspelbaar te maken.

A. Hoogtegroei patroon:

Er zijn vier variaties op het basispatroon van de sigmoïdale hoogtegroeï (groeï volgens een S-curve) met toenemende leeftijd van een boom: 1) een snelle hoogtegroeï in de jeugdfase, gevolgd door langzame hoogtegroeï in de oudere fase, zoals de douglas en de lariks onder Nederlandse omstandigheden; 2) een sigmoïdale hoogtegroeï, met een langzame hoogtegroeï in de startfase, een lineaire fase met hogere hoogtegroei en daarna weer een langzamere hoogtegroeï in de volwassen fase, zoals de meeste boomsoorten; 3) een langzame lineaire hoogtegroeï zelfs als er voldoende licht en water is, zoals boom- en struiksoorten die meestal de 2e etage vormen (bijvoorbeeld taxus en hulst) en 4) een snelle lineaire hoogtegroeï, zoals populier en esdoorn. Dit basispatroon van elke boomsoort wordt beïnvloed door omgevingsfactoren, zoals groeiplaats en sociale positie. Hierdoor kan de werkelijke hoogtegroeï van individuele bomen trager en soms schoksgewijs verlopen.

In figuur 1 is aangegeven hoe de verhoudingen tussen de hoogtegroeï van verschillende boomsoorten kunnen veranderen als de bodemkwaliteit anders is (Jager & Oosterbaan, 1994). Dit betekent bijvoorbeeld dat een bepaalde boomsoort een andere boomsoort soms voorblijft, maar niet altijd.

B. Schaduwtolerantie:

Hierbij zijn drie typen te onderscheiden: 1) lichteisend gedu-

rende het gehele leven, 2) schaduwwerdragend, met name in de jeugd en meer lichteisend op oudere leeftijd, en 3) schaduwtolerant gedurende het gehele leven. De lichteisende boomsoorten ondervinden veel invloed van dominerende bomen. De schaduwwerdragende boomsoorten ondervinden vooral invloed indien de dominerende bomen ook schaduwwerdragend zijn. Een aantal boomsoorten is vooral schaduwtolerant in de jeugdfase, op oudere leeftijd ontstaat een grotere lichtbehoefte en groeien deze soorten veelal in het kroonendak (bijvoorbeeld zilverspar, maar ook douglas). De boomsoorten uit de derde groep groeien gedurende hun gehele leven in de onderetage, zoals bijvoorbeeld hazelaar en hulst. In het Nederlandse bos zullen deze soorten toe kunnen nemen in het ongelijkjarig gemengd bos. De kwaliteit van de groeiplaats heeft een duidelijke invloed op de schaduwtolerantie; hoe beter de groeiplaats hoe groter de schaduwtolerantie.

C. Droogtetolerantie:

Ook hierbij kunnen twee typen worden onderscheiden: 1) droogtetolerant en 2) vochteisend. De vochteisende soorten zijn niet geschikt voor droge groeiplaatsen (bijvoorbeeld populier), of zullen op die plaatsen sneller schade aan de knoppen boven in de boom oplopen, waardoor de hoogtegroeï geheel anders verloopt dan het basispatroon of geheel stopt (bijvoorbeeld es). De droogtetolerante soorten zullen ook op droge groeiplaatsen hun normale patroon van hoogteontwikkeling kunnen volgen (bijvoorbeeld grove den), zij het met een aangepaste snelheid.

D. Vermogen tot reactie bij vergroting van de groeiruimte: Dit reactievermogen wordt be-

paald door de groeikracht (of vitaliteit) van die boom op het moment van vrijstelling. De groeikracht is daarmee ook afhankelijk van de voorgeschiedenis van dat stuk bos en heeft groot effect op het moment van vrijstelling. Belangrijk daarbij is: 1) De balans tussen fotosynthetisch weefsel (bladeren of naalden) en ademend weefsel (takken, stam en wortels); 2) het aantal actieve en slapende groeipunten in de kroon (knoppen) en 3) de afmetingen van het wortelstelsel m.b.t. de hoeveelheid doorwortelde grond en de hoeveelheid opgeslagen zetmeel. Deze punten zijn aan elkaar gekoppeld en worden hieronder toegelicht.

Ad 1: Balans fotosynthetisch en ademend weefsel: Het reactievermogen van een boom is groot als er veel blad aanwezig is (groot kroonoppervlak en grote kroondiepte) ten opzichte van ademend weefsel. Daarentegen is de reactie langzaam als er weinig blad is of relatief veel tak-, wortel- en stammassa, zoals bijvoorbeeld bij bomen in een monocultuur met grote dunningsachterstand of in ongelijkjarig bos bij langdurig onderdrukte bomen.

Ad 2: Groeipunten: Elke aanwezige knop heeft een maximum groeipotentieel bij vrijstelling. Dit betekent dat er een grotere reactie mogelijk is als er meer knoppen zijn, zowel in de buurt van de groeias (top) voor een reactie in hoogtegroeï als aan de buitenkant van de kroon voor een reactie in kroonuitbreiding van de boom. Indien een groot deel van de kroon verdwenen is, kunnen sommige boomsoorten hun fotosynthetisch oppervlak ook vergroten door de vorming van waterlot. Dit is een langdurig proces om tot een nieuwe kroon te komen en gaat ten koste van de stamkwali-

teit. De oriëntatie van de takken is ook belangrijk. Bij een beuk is in Nederlandse omstandigheden mooi te zien dat een kroon zich deels uitbreidt in een gat door lengtegroei van de eindknop van de tak, maar vooral doordat de takken meer naar buiten buigen door toenemend gewicht. Een eik heeft dit soort kroonuitbreidend vermogen veel minder.

Ad 3: Wortelstelsel: De afmetingen van het wortelstelsel bepalen vooral de mogelijkheden tot wateropname via de fijne wortels, waarbij elke boom in principe beïnvloed is door concurrentie met zijn burens in de afgelopen periode. Het doorwortelde volume grond is daardoor belangrijk, omdat na vrijstelling de transpiratie toeneemt, direct door lichtval op de kroon en op langere termijn door de vorming van een grotere kroon. Als er niet voldoende water opgenomen kan worden zal de toegenomen transpiratie weer worden vermindert door het sluiten van de huidmondjes. Hierdoor wordt echter ook de fotosynthesecapaciteit niet ten volle benut en speelt de ademhaling een grotere rol. Dit gaat ten koste van de groeikracht (zie ook punt 1). Als er veel reservestoffen aanwezig zijn in de dikkere wortels (naast de voorraad in stam en takken) zijn er meer mogelijkheden voor de knoppen om uit te lopen en de kroon uit te breiden (zie punt 2).

Voorbeelden van processen in gemengd bos

A. Verschillen in boomhoogte en het effect van leeftijd:

Door verschillen in leeftijd en groeisnelheid kunnen er hoogteverschillen zijn tussen de verschillende individuen in een gemengd bos. Een grotere hoogte is bij concurrentie is altijd een voordeel. De lagere bomen zul-

len in zekere mate schaduw moeten verdragen, anders zullen ze verdrongen worden. Dit betekent dat bomen vaak problemen hebben onder een gesloten kroonlaag van de eigen soort. Meer schaduwverdragende soorten hebben dan een betere kans om door te groeien en eventueel een andere soort in te halen.

De groeiverhoudingen tussen aanwezige bomen in ongelijkjarig gemengd bos kunnen soms vrij lang ongewijzigd blijven, bijvoorbeeld als de hoogtegroeier van de soorten ongeveer gelijk op gaat. De meeste bomen worden wel op de een of andere manier belemmerd in hun ontplooiingsmogelijkheden door de concurrentiedruk. Meestal treedt er echter door toenemende leeftijden een verandering op in de groeiverhoudingen, waardoor de dominantie verandert. Door ingrepen kan geprobeerd worden de dominantie te veranderen. Daarna zal het bos zich anders ontwikkelen. Deze ontwikkeling zal echter steeds aansluiten bij de biologische eigenschappen van de dan overblijvende boomsoorten. Het zal daarbij altijd veel inspanning kosten om een lichtbehoefte boom in een ongelijkjarige menging in stand te houden.

B. Verjonging:

Verjonging treedt meestal niet continu op, maar in verschillende perioden gedurende de ontwikkeling van een bos en wordt mede bepaald door het bereiken van voldoende licht op de bosbodem. Het maakt veel uit of verjonging optreedt door stronk- of wortelopslag of door zaad. Wortelopslag gaat uit van een bestaand wortelstelsel en is in staat om snel een groot fotosynthetiserend apparaat te maken, bijvoorbeeld hakhout of wortelopslag van abeel, ratelpopulier, valse acacia of iep. Bij verjonging uit

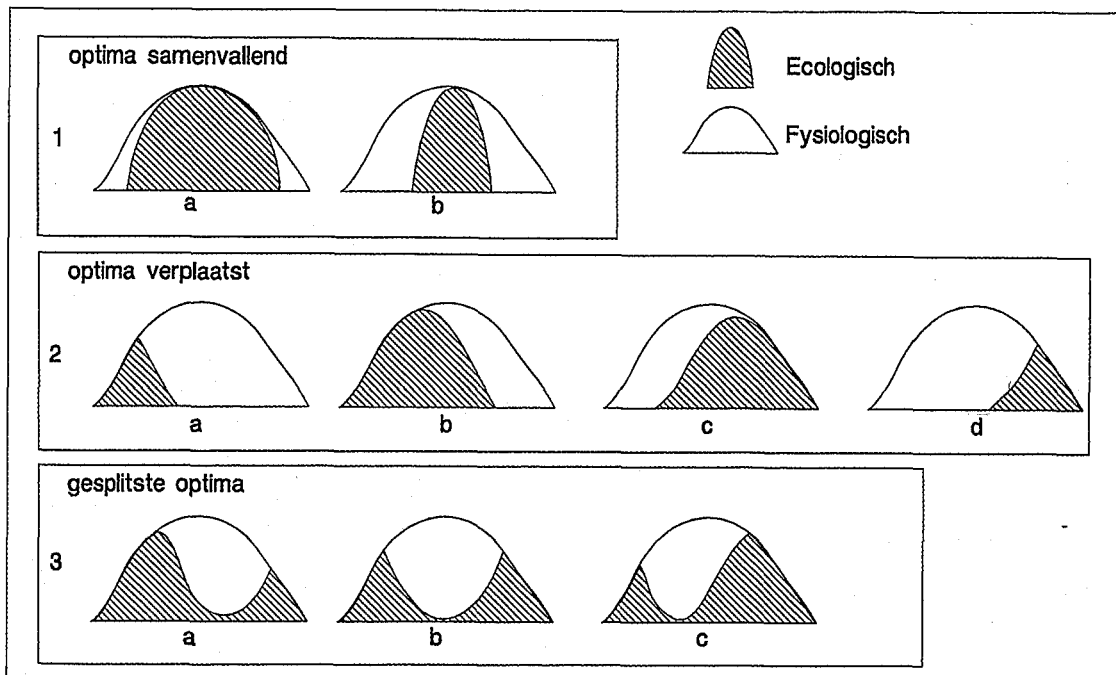
zaad moet de boom zowel ondergronds als bovengronds een nieuwe structuur vormen, waardoor de ontwikkeling aanvankelijk minder snel gaat.

Bij verjonging via zaad is de hoeveelheid kiemende zaden belangrijk. Deze wordt onder andere bepaald door de hoeveelheid zaad die per soort in de verschillende jaren (o.a. mastjaren) geproduceerd wordt, hoever de zaadbron verwijderd is van de betreffende plek en de omstandigheden voor kieming (o.a. vochtvoorziening, bodembewerking). Een groter aantal kiemplanten geeft een grotere kans op succesvolle verjonging; zelfs als een groot aantal kiemplanten te gronde gaat, kunnen er voldoende planten overblijven. Kieming in een ouder, meer open bos, geeft meer kans op succes van de individuele kiemplant, dan kieming in een bos in de stakenfase.

C. Benutting van groeiruimte:

Elke boom heeft een invloedssfeer, die grotendeels door de eigen grootte en de biologische eigenschappen bepaald wordt. Daarnaast wordt de groeiruimte mede bepaald door de biologische eigenschappen en de afmetingen van de naburige bomen. Als gevolg van de biologische eigenschappen kan men tussen twee boomsoorten een bepaalde concurrentieverhouding verwachten bij een bepaalde kwaliteit groeiplaats. Daardoor wordt het gedrag in een ongestoorde situatie, maar ook na een ingreep, meer voorspelbaar.

Er treden echter vaak uitzonderingen op de regel op, o.a. omdat niet altijd precies bekend is hoe de concurrentieverhoudingen beïnvloed worden. De groeiemo-



gelijkheden binnen een bosperceel zijn niet precies gelijk over de hele oppervlakte, bijvoorbeeld door verschillen in bodemkwaliteit over kleine afstand. Sommige individuen kunnen daardoor een snellere hoogtegroeï verwezenlijken dan anderen die overigens evenveel ruimte hebben.

Kuper (1994) geeft in zijn proefschrift een beschrijving van een beheersysteem voor grove den. Hij schetst een voorbeeld van de groei in een individueel gemengd bos. Hij beschrijft met modelberekeningen hoe een menging van grove den, berk, eik en beuk zich ontwikkelt. Nadat de grove den en de berk als bovenétage zijn verwijderd, groeien eik en beuk samen door. Het model rekent met groeisnelheden van eik en beuk uit opbrengst-tabellen, waarbij echter in principe de interactie tussen de soorten ontbreekt, zoals hij in de beschrijving van de rekenmethode ook erkent. In de berekeningen houdt

hij het grondvlak van eik en beuk in een constante verhouding. Kuper is in feite gedwongen om een dergelijke benadering te kiezen omdat groeigegevens voor deze situatie ontbreken. Het daarom ook onmogelijk om de uitkomsten van het model te controleren. Ook economische berekeningen zijn vaak op dergelijke vereenvoudigingen gebaseerd.

Groei-informatie over boomsoorten is vooral verzameld in monoculturen en vrijwel nooit in mengingen, hoewel men in verschillende landen probeert een inhaalslag te plegen. De groeisnelheden geven vooral informatie over het fysiologische optimum van een boomsoort: bij welke pH, vochtvoorzieningsniveau (of andere bodemfactor) groeit de boomsoort het snelst? Op deze groeiplaatsen kan deze boomsoort echter in de praktijk verdrongen worden door een andere boomsoort, ondanks dat deze misschien niet eens op zijn eigen optimum groeiplaats staat. In

■ *Figuur 2. Distributiepatronen van plantensoorten langs een ecologische gradiënt (bijvoorbeeld bodemkwaliteit), met en zonder concurrentie van andere soorten (uit Grace & Tilman, 1990), dit resulteert in respectievelijk een fysiologische respons curve en een ecologische respons curve.*

de vegetatiekunde is deze verschuiving van het fysiologisch naar het ecologische optimum goed beschreven, zie Figuur 2 uit Grace & Tilman (1990). In alle grafieken bestaat de x-as uit een bodemfactor, die links laag is en rechts hoog, bijvoorbeeld vochtleverend vermogen van de bodem. Vrijwel altijd is er dan sprake van een optimumcurve, m.a.w. de groei wordt minder naar mate men verder van het optimum afkomt. Door concurrentie kan een soort echter naar een uithoek van zijn fysiologische bereik worden gedrongen. Er zijn verschillende typen verschuiving mogelijk. Voor eik lijkt grafiek 2a in Figuur 2 op te gaan als concurrentie met beuk optreedt. De beuk geeft de voorkeur aan bete-

re bodems (fysiologische optimum), maar maakt het de eik in een menging erg lastig bij veel armere omstandigheden. De eik kan pas weer winnen als het voor de beuk echt te slecht wordt, zodat hij zijn normale hoogtegroei patroon niet kan volgen. De eik kan het daar dan nog net volhouden, maar is inmiddels ook geheel in de hoek van zijn fysiologische bereik teruggedrongen.

Voorbeelden van ontwikkelingen in gemengd bos

A. Gemengd bos met veranderende dominantie

Oliver (1978, geciteerd in Larson, 1992) beschrijft dat in een gelijkjarig gemengd bos in de Verenigde Staten met *Acer rubrum*, *Betula lenta*, *Quercus rubra* de Amerikaanse eik op jonge leeftijd onderdrukt wordt door de esdoorn en de berk. Op oudere leeftijd wint de eik aan dominantie. In het stadium van de natuurlijke stamtaalreductie blijven onder de kroonlaag van esdoorn en berk vrijwel alle eiken in leven. De uitval vindt juist plaats in de boomsoorten van de bovenste kroonlaag. De potentiële groei van de eiken in het bos wordt niet zozeer bepaald door de esdoorn en de berk, maar door de nabijheid van andere (even hoge) eiken. Larson (1986, geciteerd in Larson, 1992) heeft een situatie beschreven waarin bij menging van Douglas en *Abies grandis* eerst Douglas domineert door een snellere hoogtegroei in het begin, terwijl later de *Abies* dit inhaalt en een negatieve invloed op de Douglas gaat uitoefenen. Dit lijkt in Nederland ook op te treden bij gelijkjarige menging van Douglas en beuk, waarbij op oudere leeftijd de beuk de Douglas overgroeit.

Ook is een situatie voorstelbaar

waarin de hogere bomen op een bepaalde leeftijd door natuurlijke sterfte uitvallen, waardoor een tot dan toe onderdrukte soort meer groeimogelijkheden krijgt. Dit treedt vaak op als er na een fase van pionierbos een ontwikkeling naar meer schaduwverdragende soorten is.

B. Gemengd bos met gelijkblijvende dominantie

Soms blijft gedurende een zeer lange tijd de dominantie in een gemengd bos gelijk. Het is soms moeilijk om hiervan goede voorbeelden te vinden, omdat je in feite over langere tijdschalen praat dan een mensenleven, zonder dat er veranderingen in dominantie optreden. Men moet dan vrij zeker zijn dat de voorbeelden van deze typen gemengd bos (met verschillen in leeftijd) ook niet op andere manieren verschillen, bijvoorbeeld in groeiplaatskwaliteit.

Stublefield (1978, geciteerd in Larson, 1992) zegt dat in bepaalde gevallen *Alnus rubra* erin slaagt om zodanig lang te domineren over de Douglas, dat deze dood gaat. Normaal gesproken is echter de Douglas de langstlevende soort. Het is duidelijk dat in een dergelijk geval een wijziging in dominantie bevordert kan worden door ingrepen. In Duitsland zijn situaties beschreven van wintereikenbossen met een tweede kroonlaag van 50 jaar jongere beuken. De dominantie van de eik blijft hier aanwezig door het langjarige beheer, dat regelmatig beuken verwijdert, zodra ze in de kroonlaag van de eik doordringen. Zonder beheer zou de dominantie waarschijnlijk wel veranderen, zeker bij goede bodemkwaliteit.

Volgens Wierman & Oliver (1979, geciteerd in Larson, 1992) kan een hogere boom ook door me-

chanische beschadiging van onderdrukte bomen voorkomen dat een verandering in dominantie optreedt. De Douglas kan de knoppen beschadigen van *Tsuga heterophylla* zodat deze niet door de kroonlaag van de Douglas heen kan groeien. Hierdoor kan de *Tsuga* niet zijn normale hoogtegroei patroon volgen. In Nederland stond vooral vroeger de berk bekend als "veger", waardoor andere soorten kunnen worden belemmerd in hun hoogteontwikkeling.

C. Bossuccessie in gaten in het kronendak: voorbeeld uit de tropen

Van der Meer (1995) heeft in zijn proefschrift beschreven hoe de successie in gaten in het kronendak kan verlopen in een natuurlijk tropisch regenwoud in Frans Guyana. Gaten blijken niet zomaar toevallig te ontstaan, maar hangen samen met bodemfactoren, bijvoorbeeld kleine verschillen in de vochtvoorziening. Grote gaten blijken soms door aanvullende verstoring groter te worden, en zij groeien uiteindelijk dicht doordat er verjonging optreedt en omhoog groeit. Kleine gaten blijken zich echter meestal van opzij te sluiten door het uitgroeien van takken van overblijvende bomen. In de Nederlandse situatie is dit vooral voor beuk goed voor te stellen, die bij het uitgroeien van zijtakken ook de takhoek vergroot (takken zakken uit), zodat de kroonprojectie snel groter wordt. Dit betekent dat men bij een ingreep de gaten niet te klein moet maken, anders verstikt de opgekomen verjonging alsnog. Van der Meer vindt ook dat zaailingen die al aanwezig waren bij het ontstaan van het gat, langzaam blijven groeien. Zij worden ingehaald door zaailingen die kiemen als het gat er al is. De eerste groep zaailingen heeft door de lange concurrentie

inmiddels een te gering reactievermogen bij vergroting van de groeiruimte. Dit betekent dat het weinig zin heeft om verjonging vrij te stellen als zij reed kwijnend is.

Potentiële knelpunten bij de omschakeling naar kleinschalig bosbeheer

Het ideale eindbeeld voor veel beheerders bestaat uit ongelijkjarig gemengd bos, dat aan alle eisen voldoet die aan het bos gesteld worden. De doelstelling van de beheerder kan daarbij liggen tussen "natuurproductie" (bijvoorbeeld trachten de potentieel natuurlijke vegetatie te bereiken), "houtproductie" (zowel economische als houtkwaliteitsaspecten spelen een rol) en "recreatie" (aantrekkelijk en afwisselend bos). In de bosbouwpraktijk en de openbare discussies bestaat momenteel de indruk dat het halen van elke doelstelling mogelijk is door natuurlijke processen een voorname rol te laten spelen in het beheer zodat de kosten van het beheer gering zijn (extensief bosbeheer). De vraag is echter of alle natuurlijke processen in de gewenste richting verlopen. Dit is afhankelijk van de gekozen actuele doelstelling door de beheerder, de huidige samenstelling van het bos met veel lichtboomsoorten en de mogelijkheden van de groeiplaats. In het Zwitserse en Franse plenterwoud systeem met voornamelijk fijnspar en zilverspar blijkt dat men flink moet ingrijpen om de fijnspar (relatief een lichtboomsoort) te laten overleven, die gewenst is vanuit de houtproductiefunctie (hogere houtprijs). Het plenterwoud is dus niet zo'n goed voorbeeld voor de Nederlandse bosbouw.

Van groot belang is dat een beheerder zijn doelstelling vertaalt in een gewenste bossamenstelling: terreinkenmerken waar naar

toe gewerkt kan worden. Bij veel beheerders gebeurt dit op dit moment niet voldoende duidelijk. Voor een deel kan dit veroorzaakt zijn door de multi-functionele doelstelling, waarbij niet voldoende nauwkeurig aangegeven is hoe de balans tussen de verschillende functies is. Dit is dus een eerste essentiële stap om te komen tot bewust beheer van gemengd bos.

Voor de uitoefening van een bepaalde functie kunnen terreinkenmerken opgesomd worden. Hierbij kan blijken dat deze niet combineerbaar zijn bij twee tegenstrijdige functies. Vervolgens moet een afweging gemaakt worden over een compromis (voor de gekozen expliciet geformuleerde doelstellingen). Het is mogelijk dat dit compromis (gedefinieerd in terreinkenmerken) niet haalbaar is volgens het extensieve beheer. Hier zou kunnen blijken dat de verschillende eigenschappen van gemengd bosbeheer moeilijk te combineren zijn. Door het explicietere formuleren van de eisen aan het bos (terreinkenmerken) zal waarschijnlijk een groot aantal knelpunten naar voren komen op zowel ecologisch als bedrijfskundig vlak.

Toepassing van traditionele bosbouw kennis

Een bos bestaat uit bomen op een bepaalde groeiplaats, in monocultuur of gemengd. Dit betekent dat veel traditionele kennis uit de bosbouw universeel toepasbaar en dus ook bruikbaar bij het beheer van gemengd bos. Hieronder worden kort een aantal overwegingen genoemd.

Groeiplaatseisen: De boomsoorten waaruit het bos is samengesteld zullen moeten zijn aangepast aan de bodem, anders treden op een zeker moment problemen op bij de groei of de vita-

liteit. De kieming en vestiging van een boomsoort, wil niet zeggen dat deze soort tot op hoge leeftijd een gezonde groei zal vertonen op deze groeiplaats. Bovendien is hierboven geschetst dat we in Nederland eigenlijk te weinig weten van de ecologisch optimale groeiplaats, omdat we de groei van boomsoorten vrijwel alleen in monocultuur gevolgd hebben. Groeivoorspellingen in een menging hebben daardoor een grotere mate van onzekerheid dan al aanwezig is in klassiek groei- en opbrengstmodellen. In de tropische regenwouden is hier vaak meer informatie over.

Ziekten en plagen: Het is mogelijk dat de verspreiding van ziekten en plagen langzamer verloopt in een menging. De basisgevoeligheid van een soort blijft echter altijd belangrijk. Hierover is vaak vooral informatie beschikbaar uit monocultures.

Bosinventarisatie: Bij het verzamelen van informatie in een gemengd bos kunnen dezelfde basistechnieken (houtmeetkunde) gebruikt worden. Het type informatie en de uitwerking hiervan is wel ingewikkelder als in monocultures. Bovendien bestaan er nog geen groeitabellen om een voorspelling te doen over de te verwachten groei.

Verjonging: Ook in gemengd bos is de genetische kwaliteit van zaailingen of planten belangrijk. Hierover bestaat veel informatie, zodat fouten door verkeerde herkomst voorkomen kunnen worden. Let onder andere op groeiplaatseisen en gevoeligheid voor ziekten en plagen. In een aantal gevallen zal het noodzakelijk zijn om in een opstand met een slechte genetische kwaliteit een nieuwe generatie aan te planten, zodat in de toekomst met natuurlijke verjonging verder gewerkt kan worden. In Nederland (zie bijvoorbeeld Oosterbaan & Van Hees, 1991 en Van den Berg &

Oosterbaan, 1996), maar ook in de tropen (zie het voorbeeld Van der Meer, 1995) is relatief veel ervaring met de ontwikkeling van natuurlijke verjonging onder verschillende omstandigheden. Van de processen die zich direct daarna in de jonge fase afspelen is veel minder bekend. Het is duidelijk dat de wildbezetting (of andere vormen van begrazing) veel invloed heeft op de mogelijkheden van verjonging. Vooral bepaalde boomsoorten hebben veel te leiden van wildschade. Daardoor kan de bosontwikkeling ongunstig worden beïnvloed. **Bedrijfseconomie:** Juist door de onzekerheid van voorspellingen in de bosontwikkeling bij extensief beheer en de voorspelling van de groei daarbij, zijn economische berekeningen gebaseerd op een aantal aannamen omtrent de bosontwikkeling en de eventueel benodigde maatregelen. Veel van deze aannamen zijn nog niet getest. De betrouwbaarheid van deze berekeningen zal dus groter worden als we meer informatie hebben over de bosontwikkeling en de noodzakelijke ingrepen om bepaalde doelstellingen te halen.

Mogelijkheden voor ingrepen in kleinschalig gemengd bos:

A. Verzorging/dunnen/oogsten

Evenals in een monoculture heeft een dunning in ongelijkjarig gemengd bos eigenlijk twee doelen: a) sturen van de verdere ontwikkeling van de opstand en b) oogst van bomen (hout). Bij kleinschalige vormen van bosbeheer is de oogst zelfs beperkt tot dunning, eventueel in groepen. Een verzorging is in feite een dunning in een jonge fase van een groep bomen zodat er meestal geen oogstbare producten zijn, maar waarbij het sturen van de ontwikkeling in die groep het belangrij-

ste is. Door de aanwezigheid van meerdere boomsoorten en/of leeftijdsklassen vereist een dunning in gemengd bos meer kennis en ervaring. De selectie voor kap van bomen komt dan op een andere manier tot stand, omdat niet alleen de concurrentie binnen de kroonlaag van deze boom, maar ook de concurrentie in lagen daaronder en tussen de verschillende lagen beoordeeld moet worden. Kennis of ervaring met de betreffende boomsoorten in een menging is belangrijk om de voorspelbaarheid van de bosontwikkeling na de ingreep te verhogen. Niet alleen de bosinventarisatiegegevens (De Klein & Jansen, 1992) zijn hierbij belangrijk, maar ook de kwaliteit van de groeiplaats. Op betere bodems verlopen groeiprocessen sneller en vaak anders, waardoor concurrentieprocessen sneller verlopen. Wellicht is dan vaker een inventarisatie nodig om te zien of de gewenste bossamenstelling tot stand komt.

In de uitkapbossen in Beieren en Zwitserland, o.a. plenterwoud met fijnspaar en zilverspar, is veel ervaring met het effect van ingrepen in de kroonlaag. Daarom zijn daar soms vrij gedetailleerde voorschriften voor het beheer voorhanden, meestal gericht op het bereiken of handhaven van een bepaalde stamtalverdeling en grondvlak per boomsoort. Maar Biolley acht hierbij de ervaring van de plaatselijke beheerder van wezenlijk belang. De soortensamenstelling is dan meestal vrij eenvoudig: twee of drie soorten met een verschil in schaduwtolerantie, terwijl de doelstelling voornamelijk houtproductie is (onder de voorwaarde van bodembescherming, dus permanent bos). De bedekking door de kroonlaag wordt vrij laag gehouden om de fijnspaar kans te geven zich te ontwikkelen; dit is

commercieel de meest aantrekkelijke soort, die echter vrij veel licht nodig heeft. Het is veel moeilijker om voor gemengd bos in de Nederlandse situatie een recept te geven voor dunningen, omdat er nog weinig ervaring mee is. Deels worden de problemen veroorzaakt door het grote aantal mogelijke doelstellingen in het betreffende bosperceel. Daarom kan men - uitgaande van de soortensamenstelling van de opstand en bij een bepaalde doelstelling - komen tot een blesinstructie met een prioriteitsvolgorder van bomen (soort, kwaliteit, dominantie over andere bomen) die bij de dunning behoren te blijven staan. Deze blesinstructie kan er eenvoudig uitzien, ondanks de ingewikkelde processen die met het blesen beïnvloed worden. Bomen die de gewenste doeldiameter bereikt hebben kunnen geoogst worden. Bomen die de gewenste ontwikkeling tegengaan of geen essentiële rol spelen bij de bosontwikkeling worden ook geoogst. Deze afwegingen gelden ook voor jonge bomen.

B. Regulering van de verjonging

In een ideaal bos zouden geen specifieke maatregelen ten behoeve van de verjonging genomen hoeven te worden. Na continue, dunningsgewijze oogst van bruikbaar hout zou voortdurend verjonging optreden van gewenste soorten, zonder dat een van de functies van het bos in gevaar komt. De bedoeling is ons cultuurbos met het nieuwe beheer dichter naar deze ideaalsituatie toe te brengen.

Bij het beoordelen van een verjongingssituatie zou het dan ook de eerste stap moeten zijn in te schatten hoe de ontwikkeling zal zijn zonder verdere maatregelen, dus bij dunningsgewijs beheer.

Komt er voldoende verjonging van de gewenste soorten om de functievervulling van het bos te continueren? En hoe is de natuurlijke selectie direct daarna? Ook hierover is in Nederland vaak te weinig kennis en ervaring beschikbaar. Hoewel er enkele inventarisaties zijn die een indruk kunnen geven welke verjonging in verschillende situaties kan optreden, is de voorspelbaarheid van natuurlijke verjonging in ons bos gering. Dit komt deels door de geringe voorspelbaarheid van een aantal factoren die het verloop van de verjonging sterk kunnen beïnvloeden (zoals het weer en de zaadproductie). Een ander deel van de geringe voorspelbaarheid komt doordat we te weinig inzicht hebben in het complexe samenspel van omstandigheden (licht, bodem, weer, wilddruk) en eigenschappen van boomsoorten (lichtbehoefte, zaadproductie en -verspreiding, predatiegevoeligheid). Op deze kennis zouden sturende maatregelen juist gebaseerd moeten zijn.

Voor een aantal situaties zijn in ons land veldexperimenten uitgevoerd met verschillende sturende maatregelen. De resultaten hiervan tonen aan dat er wel verschillende mogelijkheden bestaan om de dichtheid en samenstelling van verjongingen te beïnvloeden en daarmee in de bosontwikkeling te sturen. Mogelijke maatregelen om mee te sturen zijn: lichting, verschillende vormen van bodemvoorbereiding en bescherming tegen wild. Ook voor verjonging bestaat in Nederland vooral ervaring in vlaktegewijze aanpak. Het succes van de verjonging kan hierbij worden uitgedrukt in aantallen jonge zaailingen per vierkante meter of per hectare. In een ongelijkjarig bos zal in veel gevallen slechts een klein aantal bomen volwassen

worden uit een groep zaailingen die na uitkap van een of enkele bomen opslaat. Zaailingen aan de rand van de groep zullen veelal door schaduwdruk te gronde gaan. Dit betekent dat een klein aantal zaailingen al voldoende kan zijn voor een goede benutting van de groeiruimte.

Voor een aantal bostypen in monocultuur (beuk, zomereik, groveden, Douglas) op bepaalde bodemtypen kan redelijkerwijze worden aangegeven welke maatregelen nodig zijn om verjonging van de hoofdboomsoort te krijgen. De dichtheid van het wild heeft hierop grote invloed. In veel gevallen blijkt ook verjonging op te treden van andere soorten dan de hoofdboomsoort. Hierbij doen zich nogal eens verrassingen voor. Dit kan in bepaalde gevallen ongewenst zijn voor het bereiken van de doelstelling.

Conclusies

Eigenschappen boomsoorten:

Voor een voorspelling van de toekomstige wijzigingen in de opstandstructuur is begrip van de eigenschappen van de aanwezige boomsoorten noodzakelijk. Bij menging is de voorspelling gecompliceerder dan in monoculturen, omdat er meer interacties tussen soorten en afmetingen mogelijk zijn en omdat er minder situaties uitgebreid bestudeerd zijn. Voor begrip van de mogelijke ontwikkelingen is ecologische kennis van de boomsoorten noodzakelijk, evenals inzicht in de concurrentiekrachten tussen boomsoorten door verschillen in biologische eigenschappen. Het is dus van belang om een groter aantal situaties met een menging te documenteren. Bosbeheerders kunnen deze kennis vervolgens benutten om door ingrepen de ontwikkeling van het bos in de gewenste richting bij te sturen.

In principe is er geen verschil in fysiologische reactie van bomen in de tropen of in de gematigde streken op groeimogelijkheden, concurrentie van naburige bomen en verstoringen of ingrepen door de mens. Daarom is de gehele fysiologische en vegetatiekundige tropische literatuur bruikbaar voor Nederland (en andersom). Omdat in de tropische regenwouden veel gemengde situaties voorkomen is dit een aspect waar we veel van kunnen leren, o.a. om het verschil tussen de fysiologisch optimum standplaats en de ecologische standplaats te begrijpen. Daarom is in dit artikel het voorbeeld van Peter van der Meer gebruikt om de successie in gaten in het kronendak te begrijpen. Zie ook het artikel van Reitze de Graaf in dit nummer voor de mogelijkheden van beheer in de tropen.

Beheer:

Voor het beheer van ongelijkjarig bos kan een stappenplan gemaakt worden van afwegingen. Allereerst is de uitgangssituatie belangrijk, zowel in de groeiplaats (deze geeft o.a. de mogelijkheden van de bodem aan) als in de bossamenstelling (dit is het uitgangsmateriaal in boomsoorten en genetische kwaliteit). Daarna moet de doelstelling per bosperceel of terreinheid expliciet geformuleerd worden in gewenste terreinkenmerken. Vervolgens zijn de ingrepen gericht op het bereiken van die gewenste terreinkenmerken. Het bepalen van de meest geëigende ingrepen is wellicht de moeilijkste stap. Hierbij kan rekening gehouden worden met de fasen waarin het bos of delen ervan zich bevindt: volwassen fase (dunnen en oogsten), oude fase (natuurlijke verjonging) of stakenfase (verzorging en snoei). Deze fasen kunnen per bosperceel door elkaar lopen op een schaal van

enkele bomen tot een bepaalde groepsgrootte. Heterogeniteit kan hierbij een voordeel zijn door risicospreiding. Door de huidige leeftijdopbouw en boomsoorten-samenstelling van het Nederlandse bos kunnen op dit moment andere functies nog erg gemakkelijk met oogst gecombineerd worden. Wellicht is dit in de toekomst moeilijker, als de bovenste kroonlaag verdwenen is.

Het beheer (planning en uitvoering) is ingewikkelder dan bij het beheer van monocultures, voor manager, blesser en uitvoerder. Als we weten "wie er wint", in de verschillende leeftijds- of grootte- klassen, kunnen we zien of dit bij de beheersdoelstelling aansluit en of er dus ingegrepen moet worden bij ongewenste ontwikkelingen. Er zal meer ervaring in Nederlandse omstandigheden vastgelegd moeten worden om te komen tot goed overdraagbare kennis. Op dit moment is enthousiasme wellicht het belangrijkste

gereedschap van zowel beheerder als uitvoerder.

Dankwoord

Aan een eerdere versie van deze tekst werd meegewerkt door Pieter Schmidt (Vakgroep Bosbouw, Landbouwniversiteit), met opmerkingen van Anne Oosterbaan en Henk Koop (beide IBN-DLO), Hans Jansen (Vakgroep Bosbouw) en Jop de Klein (Beheerder Schovenhorst).

Literatuur

Berg, C.A. Van den & Oosterbaan, A. 1996 De invloed van bodemvoorbereiding op natuurlijke verjonging van Douglas en enkele andere soorten. Rapport Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek Nr 213, 32p.

Grace, J.B. & Tilman, D. (Eds.) 1990 Perspectives on plant competition. Academic Press, San Diego, USA, 484p.

Jager, K. & Oosterbaan, A. 1994 Aanleg van gemengde loofhoutbeplantingen met inheemse soorten. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek/ Schuyt & Co,

Uitgevers en importeurs, Haarlem, 245p.

Kelty, M.J., Larson, B.C. & Oliver, C.D. (Eds.) 1992 The ecology and silviculture of mixed-species forests. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 287p.

Klein, J.P.G. De & Jansen, J.J. 1992 Planning en controle in ongelijkjarig bos. Nederlands Bosbouw-tijdschrift 64 (7): 313-322.

Kuper, J.H. 1994 Sustainable development of Scots pine forests. Dissertation, Wageningen Agricultural University Papers, 94-2, Wageningen, Netherlands, 317p.

Larson, B.C. 1992 Pathways of development in mixed-species stands. In: M.J. Kelty, B.C. Larson & C.D. Oliver (Eds.) The ecology and silviculture of mixed-species forests. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands: 3-10.

Meer, P.J. van der 1995 Canopy dynamics of a tropical rain forest in French Guiana. Dissertation Wageningen Agricultural university, Netherlands, 149p.

Oosterbaan, A. & Van Hees, A.F.M. 1991 Natuurlijke verjonging van beuk: een lichtingsproef op rijke holtpodzolgrond. Rapport De Dorschkamp Nr 636, 34p.