

## Verkenning van samenwerkingsmogelijkheden

# Relatie bos en waterwinning I

**In de jaren negentig stond de relatie tussen bos en water regelmatig in de belangstelling. Het ging dan om de algemene problematiek van de verdroging van natuur, de gevolgen voor het bos en de invloed daarop van waterwinning, peilbeheer en boomsoortenkeuze. Velen herinneren zich de soms felle discussies over de zin en onzin van 'verloofing' als maatregel tegen verdroging en over de kosten en baten bij omvorming van donker naaldbos. Later won de gedachte terrein dat bosbeheer en waterwinning niet alleen conflicterende belangen zijn maar dat er ook wederzijds voordeel te behalen is bij een gezamenlijke benadering van de problematiek. VEWIN en Unie van Bosgroepen namen het initiatief om de mogelijkheden hiervoor te verkennen op basis van een notitie van KIWA en Alterra over de (fysieke) relaties tussen waterwinning en bos. In het waterbeheer voor de 21e eeuw speelt het vraagstuk van verdroging nog steeds een rol, maar de meeste politieke aandacht gaat nu uit naar de aspecten veiligheid en wateroverlast. Vasthouden van gebiedseigen water van goede kwaliteit en berging van extreme neerslagoverschotten zijn nieuwe opgaven voor**

**beleid en beheer die ook implicaties hebben voor het bosbeheer. ook hier spelen de fysieke relaties tussen bos en water weer een belangrijke rol, maar dan vanuit een ander gezichtspunt. De notitie uit 2001 is dus nog steeds relevant voor de gedachtenvorming van bos- en waterbeheerders. Daarom vestigt de redactie hierop nogmaals de aandacht door de publicatie in twee delen aan u voor te leggen. Uw reacties zijn welkom.**

### **Deel 1: Invloed van bos op waterwinning**

Waterwinning heeft belang bij voldoende en schoon water voor de bereiding van drinkwater. We beschrijven hier de invloed van bos- en boomsoorten op de waterkwaliteit en de wijze waarop bos- en boomsoorten de grondwateraanvulling beïnvloeden.

### **Invloed van bos en bomen op de waterkwaliteit**

De waterkwaliteit van het infiltrerende water wordt in eerste instantie bepaald door het landgebruik en in tweede instantie door de aanvoer van stoffen via de lucht (neerslag en droge depositie). De interactie met de bodem en de vegetatie bepaalt uiteindelijk de samenstelling van het percolerende water. In vergelijking met landbouw is het landgebruik in het bosbeheer extensief, waardoor relatief weinig verontreinigende stoffen worden ingebracht.

Een bos beschermt de waterwinning tegen een aantal bedreigingen door menselijk handelen. Bosbemesting is in Nederland niet gebruikelijk. Alleen bij een lage vitaliteit en bij een aangetoonde verstoorde mineralenbalans als gevolg van verzuring, vermesting of verdroging wordt soms een aanvullende nutriëntengift toegepast. Er worden geen bestrijdingsmiddelen gebruikt en bij de houtoogst worden meestal motorzagen ingezet met biologisch afbreekbare olie. In bossen is de aanvoer uit lokale activiteiten zodoende gering.

Neerslag en droge depositie hebben echter een sterke invloed op de waterkwaliteit onder bossen. Daardoor kunnen onder bos hoge concentraties van verschillende stoffen optreden, enerzijds door preferente invang en door sterke indamping en anderzijds door verzuring. We zullen dit hieronder toelichten.

### **Invang**

Mineralen en nutriënten worden via de atmosfeer en de neerslag aangevoerd. Wanneer wordt afgezien van de nabijheid van bronnen (bijvoorbeeld kust, stallen of groeves), is de droge depositie van de meeste stoffen in bosgebieden meestal significant hoger dan in vlak terrein. Dit wordt veroorzaakt door de grotere turbulentie en het grote contactoppervlak tussen bos en lucht. Op basis van metingen uit het begin van de jaren negentig in een groot aantal bosopstanden blijkt de invangpreferentie uiteen te lopen van ruim 1 voor

<sup>1</sup> Een invangpreferentie van 1 houdt in dat de droge depositie niet hoger is dan in vlak terrein.



*Loofbos: Verdampmt minder water dan donker naaldbos, dus meer regenwater gaat door naar het grondwater.*

open bos (struweelachtig) tot 2 voor dicht naaldbos'. In bosranden is de invangpreferentie nog aanzienlijk groter. Bovendien blijkt de invangpreferentie van verschillende stoffen en van combinaties van stoffen sterk te verschillen. Zo ontstaat uit de combinatie van ammonium en sulfaat het hygroscopische ammoniumsulfaat, dat zeer preferent neerslaat op vochtige oppervlakten, zoals vegetatiedekken. Zwavel- en stikstofverbindingen zijn kwantitatief beschouwd de belangrijkste elementen in de depositie. De meer gereduceerde verbindingen ( $\text{SO}_2$  en  $\text{NH}_4$ ) oxideren uiteindelijk tot  $\text{SO}_4$  en  $\text{NO}_3$ , die beide zeer mobiel zijn in het grondwater. De natuurlijke concentratie in regenwater van  $\text{SO}_4$  is circa 1 mg  $\text{SO}_4$ /l en is verwaarloosbaar voor  $\text{NO}_3$ . Nu worden onder bospercelen veelvuldig concentraties boven de 100 mg  $\text{SO}_4$ /l en 50 mg  $\text{NO}_3$ /l gemeten. Uit balansstudies blijkt dat de meeste bosbodems op dit moment verzadigd zijn aan sulfaat, maar dat in de bossen nog steeds ophoping van nitraat optreedt. De verwachting is dat het huidige niveau van de depositie en het in gang gezette beleid, dat gericht is op verdere vermin-

dering van de emissies, op den duur tot een aanzienlijke daling van deze concentraties zullen leiden.

#### **Bodembuffer**

De bosbodem verzuurt onder invloed van nitraat, sulfaat en de oxidatie van ammonium. Hierdoor loogt de bodem uit en neemt de oplosbaarheid van sporenelementen sterk toe. De verzuring leidt tot een vertraging van de afbraak en dus ophoping van organisch materiaal in de strooisellaag. Dit gaat gepaard met een toename van oplosbaar organisch materiaal, dat als transportmiddel kan dienen voor vastgelegde sporenelementen en organische microverontreinigingen.

#### **Invloed van bos en bomen op de grondwateraanvulling**

Een zo groot mogelijke grondwateraanvulling is wenselijk om de effecten van grondwaterwinning op de grondwaterstand en -stroming te beperken. De grondwateraanvulling wordt beïnvloed door diverse kenmerken van het bos en het bosbeheer. De belangrijkste worden hieronder beschreven.

#### **WATERVERBRUIK - INTERCEPTIE**

Interceptie is het proces waarbij neerslag die door het kronendak wordt onderschept, weer verdampt. Het wordt vaak interceptieverlies genoemd omdat het water als het ware verdwijnt voordat het de bosbodem heeft bereikt. In termen van grondwateraanvulling is het dus ook een verlies. Het is vooral het interceptie verlies dat bijdraagt aan de grotere verdamping van bossen ten opzichte van graslanden, heiden en bouwland. Interceptie van neerslag wordt bepaald door de grootte en dichtheid van de kroon. Daarnaast zijn er verschillen tussen loof- en naaldverliezende en -behoudende soorten. De permanent groene soorten behouden het gehele jaar hun interceptievermogen, terwijl blad- en naaldverliezende soorten 's winters een veel geringere interceptie hebben. In onderstaande tabel zijn de gegevens van Dolman et al. (2000) over het jaarlijks interceptiepercentage van boomsoorten opgenomen.

#### **WATERVERBRUIK - TRANSPIRATIE**

Transpiratie is het proces waarbij water dat door de wortels is opgenomen verdampt via de huidmondjes van de bladeren. Er zijn aanzienlijke verschillen in transpiratie tussen de verschillende boomsoorten. De populier bij-

<b>Boomsoort</b>	<b>Interceptie %</b>
douglas	39
grove den	27
lariks	21
amerikaanse eik	14
zomereik	25
populier	18
gemengd bos	28

*Donker naaldbos verdampst de hele winter door.*

voorbeeld is weinig flexibel in het gedrag van huidmondjes waardoor bij een stijgende temperatuur de transpiratie toeneemt, terwijl bijvoorbeeld grove den de huidmondjes onder deze omstandigheden sneller zal sluiten. Over het algemeen is de transpiratie van bomen vergelijkbaar met die van grasland. Licht naaldhout, zoals grove den, en loofhout, zoals eik, hebben een iets lagere transpiratie dan gemiddeld, terwijl donker naaldhout, zoals douglas, een aanzienlijk hogere transpiratie kent (Dolman et al. 2000).

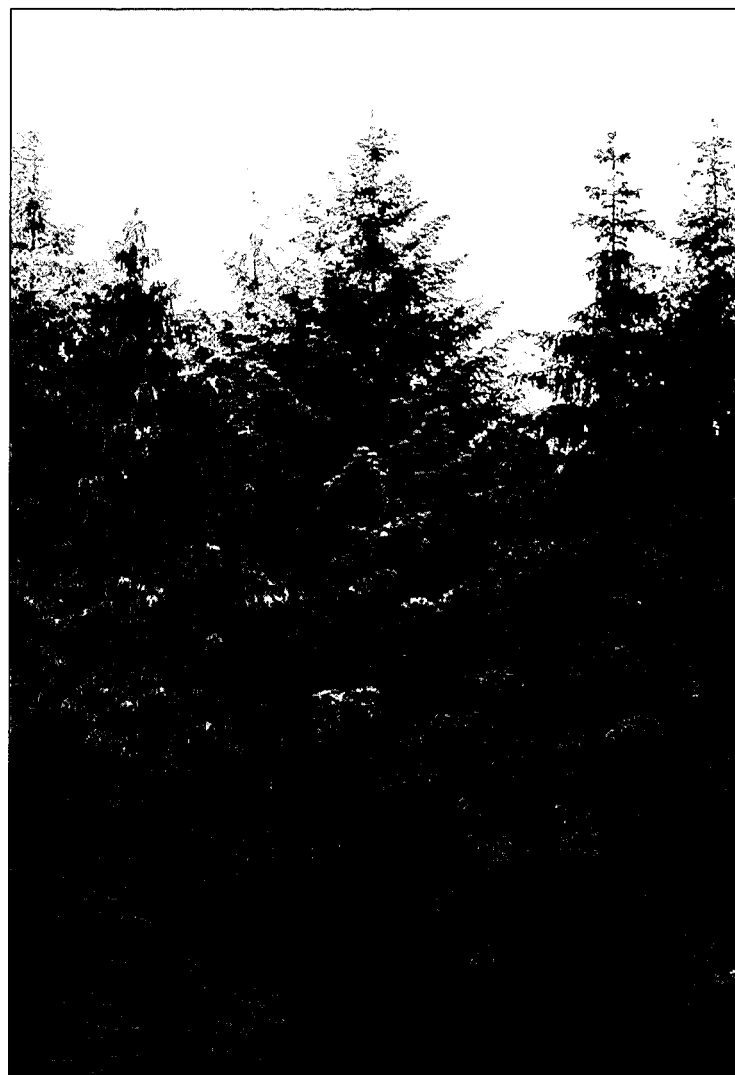
#### **Grondwateraanvulling**

De totale grondwateraanvulling onder bos is afhankelijk van het verschil tussen de neerslag en de totale verdamping (interceptie en transpiratie). In de volgende tabel is hiervan een overzicht gegeven (Burgh & Lekatompeessy 1997).

Verskillende factoren beïnvloeden het interceptieverlies en de transpiratie. We bespreken hieronder het effect van groeiplaats, organisch stofgehalte van de bodem, natuurlijkheid, leeftijd, bosstructuur en het beheer.

#### **Groeiplaats**

De groeiomstandigheden bepalen de vitaliteit en de biomassa, en daarmee de verdampingsfactoren van een bosopstand. Op rijkere bodems is de groei beter, de biomassa hoger, de vochtberging groter en zal de grondwateraanvulling geringer zijn dan



op arme bodems. Dit verschil in grondwateraanvulling tussen rijke en arme groeiplaatsen treedt op bij alle boomsoorten. De mate van effect van beheersingrepen op de grondwateraanvulling is dus medeafhankelijk van de groeiplaats.

#### **Organische stof in de bodem**

Bodems onder oudere bossen hebben een groter waterbergend vermogen in vergelijking met diverse andere vegetatietypen, voornamelijk door een hoger gehalte aan organische stof. Dit betekent dat piekafvoeren via de bodem geremd worden en de grondwateraanvulling gestimuleerd wordt.

#### **Natuurlijkheid**

Tegenwoordig is het bosbeheer meer gericht op spontane processen, waardoor kleinschalige

<b>Bostype</b>	<b>totale verdamping (mm/jaar)</b>	<b>Grondwateraanvulling (mm/jaar)</b>
loofbos	458	362
licht naaldhout	489	331
donker naaldhout	692	129

---

eenheden ontstaan. Naast spontane verjonging, ontwikkelen zich idealiter een kruid- en struiklaag en meerdere boomlagen. Hierdoor krijgt het bos een grotere oppervlakteruwheid en een grotere interceptieverdamping. Ook zal de totale (blad)biomassa in zulke bossen toenemen, door een betere benutting van de aanwezige milieuomstandigheden. Hierdoor neemt in principe ook de transpiratie en de totale verdamping toe.

#### **Leeftijd**

Jong bos heeft over het algemeen weinig structuur en een zeer gesloten kroonlaag waardoor de interceptieverdamping lager is. Gemiddeld verdampt jong bos 10-25% minder dan volgroeid bos (Beusekom et al. 1990). De leeftijd van het bos is dus een belangrijke bepalende factor in het waterverbruik. In een ouder bos zullen structuur en ruwheid toenemen. Door een afname in kroonsluiting kan de kruid- en struiklaag zich sterker ontwikkelen. Hierdoor kan zowel de interceptieverdamping als de transpiratie toenemen tot circa 30% van de totale verdamping (Beusekom et al. 1990).

#### **Bosstructuur**

De bosstructuur is van invloed op het waterverbruik. Met name de dichtheid van individuele boomkronen is bepalend voor de mate

van invang en verdamping. Individuele bomen in een *open* bosopstand hebben een grotere kroon dan in een *gesloten* bosopstand. In open bos zullen individuele bomen daardoor meer water invangen en verdampen. Naarmate een bos opener is, zal bovendien het kroonoppervlak ruwer zijn. Hierdoor neemt de turbulentie tussen de kronen toe en verdampt het ingevangen water sneller. Het totale kroonvolume en de totale biomassa zijn echter kleiner in een open dan in een gesloten bos, waardoor (per eenheid bosoppervlak) zowel de interceptieverdamping als de transpiratie lager zullen zijn dan in een gesloten bos.

#### **Beheermaatregelen**

Beheermaatregelen hebben effect op de dichtheid van het kronendak. Een reguliere dunning zal tijdelijk de turbulentie doen toenemen, maar bewerkstelligt op opstandniveau tijdelijk een lagere interceptie en transpiratie, waardoor de toelevering aan het grondwater kan toenemen. Uit onderzoek in de Verenigde Staten blijkt dat volledige kaalkap met spontane hergroei tijdelijk zorgde voor een extra waterafvoer in beken van 110 tot 250 mm/jaar (Hornbeck et al. 1993). Binnen 10 jaar was dit effect echter geheel verdwenen. In Australië zorgde een forse individuele dunning (50 % ) in *Eucalyptus*

*regnans* (Mountain ash) gedurende 10 à 15 jaar voor een grotere grondwateraanvulling en hogere beekafvoer (150 mm/j) dan onbehandeld bos (Jayasuriya et al. 1993). Een groepsdunning had aanvankelijk ongeveer hetzelfde effect op de waterafvoer. Dit effect verdween sneller, waarschijnlijk doordat in het kagpat al snel weer een gesloten vegetatie ontstond. Gezien het verschil in dimensies tussen *Eucalyptus regnans* en Nederlandse boomsoorten en het verschil in beheer tussen Australische en Nederlandse bossen, zal de extra wateraanvoer naar het grondwater (als effect van dunning) naar verwachting in Nederland sneller verdwenen zijn (binnen maximaal 5 jaar). Omdat er in Nederland meestal elke 5 jaar wordt gededend, zal het beheer van invloed zijn op de watertoelevering. Voor een precieze kwantificering ontbreken echter gegevens.

[De voor deze notitie gebruikte literatuur wordt vermeld bij deel II in het volgende nummer]

#### **Noot**

Dit artikel is integraal overgenomen uit de gelijknamige notitie van KIWA en Alterra in opdracht van de Unie van Bosgroepen en de VEWIN. Met dank aan de Unie van Bosgroepen en de betrokken onderzoekers voor de verleende toestemming tot herpublicatie..