

Inleiding

De waterbalans van bossen speelt een cruciale rol in de discussie over de hydrologische effecten van het omzetten van naald- in loofhout (verloofing) op de Veluwe [GMN, 1992 en Gehrels, 1995]. Berekningen met regionaal hydrologische modellen laten zien dat kap van naaldbos op de Veluwe met eventuele herplant van loofbos een aanzienlijke winst in grondwatertoelevering kan betekenen. Deze berekeningen hebben aanleiding gegeven tot plannen om die delen van de

Loobosch, nabij Kootwijk. Dit type bos is representatief voor grote delen van de Veluwe en Drenthe. De verdamping van de opstand werd direct gemeten door eddy-covariantie technieken; onder de kruin werd de hoeveelheid doorval bepaald [Elbers *et al.*, 1996].

Resultaten en discussie

Afbeelding 1 laat de gemeten neerslag en doorval zien. Duidelijk is te zien dat een aanzienlijk deel van de neerslag door het kronendak wordt onderschept en verdampt.

bodemvocht, transpiratie en oppervlakkige afvoer.

In afbeelding 2 is de totale gemeten verdamping uitgezet. Het is opvallend dat in de winterperiode 1994/1995 de dagelijkse verdamping 1.5 mm dag⁻¹ bedraagt. Tijdens de zomer bedraagt de dagelijkse verdamping het tweevoudige: 3 mm dag⁻¹. De wijze waarop de verdamping in winter en zomer plaatsvindt is echter geheel verschillend. In de winter bestaat de verdamping uit interceptieverlies en bodem- en strooiselverdamping. De hoge verdamping in de natte winter van 1994/1995 is voor zo'n 50% het gevolg van interceptie.

In de zomer is de verdamping het gevolg van transpiratie; tijdens de droge zomer is het interceptieverlies over die periode gering. Over de periode van dag 120 tot en met 275 bedraagt de transpiratie 283 mm. Dit is laag voor naaldbos, maar is vergelijkbaar met de transpiratie die in Nederland gevonden is voor een aantal loofbossen [Dolman en Moors, 1994]. Hoe representatief zijn deze metingen voor andere jaren? Het optreden van bodemvochttekorten kan van jaar tot jaar voor verschillen in transpiratie zorgen. In de eerste paar maanden van de zomer was er sprake van een redelijke hoeveelheid neerslag. Augustus daarentegen was erg droog. Het is dus niet geheel uit te sluiten dat er in die maand een remmende werking van het bodemvochttekort uitging op de transpiratie. Op basis hiervan concluderen wij dat in andere, niet extreme jaren de transpiratie niet meer dan 10% van de huidige waarde zal afwijken.

Conclusies

De hier beschreven metingen zijn gestart om inzicht te krijgen in de grootte van de termen van de waterbalans van bossen



A. J. DOLMAN
DLO Staring Centrum



J. A. ELBERS
DLO Staring Centrum



E. J. MOORS
DLO Staring Centrum



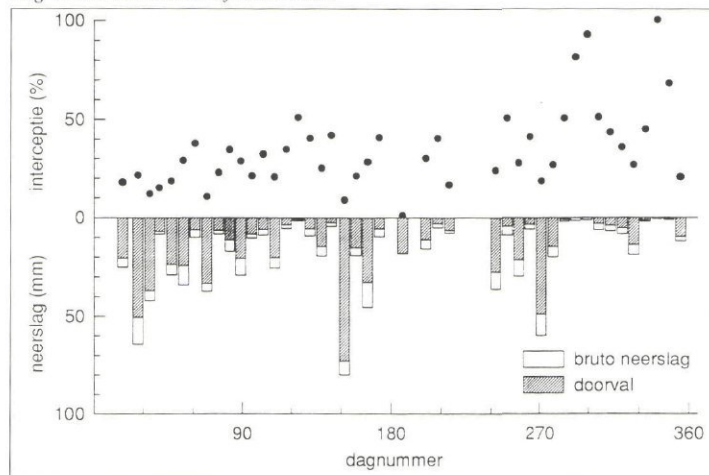
W. SNIJDERS
DLO Staring Centrum

Veluwe, die bedekt zijn met donker naaldhout (Douglas), te verloofen. Essentieel in deze berekeningen is de schatting van het waterverbruik van zowel naald- als loofbos. In 1994 is een breed gedragen onderzoek gestart bij het DLO-Staring Centrum om hardere en betrouwbare informatie over het waterverbruik van bossen te kunnen geven [Dolman en Moors, 1994]. In dit artikel wordt de waterbalans van een grove denopstand in 1995 nabij Kootwijk besproken. Zo'n 55% van het areaal bos en natuurgebieden op de Veluwe bestaat uit grove den.

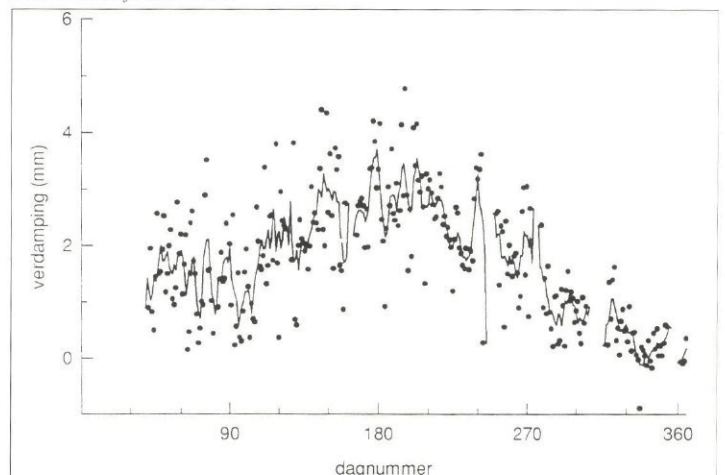
De metingen werden verricht in een 90 jaar oude opstand van grove dennen in het

Op jaarbasis bedraagt dit 185 mm, 22% van de bruto neerslag. Op weekbasis is er een aanzienlijk grotere spreiding in de fractie interceptieverlies die vooral veroorzaakt wordt door een verschil in intensiteit. Het feit dat er een grote spreiding in de weekwaarden zit, geeft aan dat de nodige voorzichtigheid betracht moet worden bij het gebruik van fracties om van de neerslag het interceptieverlies te kunnen schatten. Bij het bepalen van korte termijnveranderingen in oppervlakkige afvoer en bodemvocht kunnen dan aanzienlijke fouten optreden. Zo'n fout kan lang doorwerken in modellen waarbij gerekend wordt met niet-lineaire relaties tussen

Afb. 1 - Bruto neerslag, doorval en interceptie per week voor het Loobos bij Kootwijk. Dag 1 komt overeen met 1 januari 1995.



Afb. 2 - Totale gemeten verdamping per dag voor het Loobos bij Kootwijk. De getrokken curve is het vijfdaags voortschrijdende gemiddelde van de verdamping. Dag 1 komt overeen met 1 januari 1995.



Verslag van het 'Third slow sand alternative biological filtration congress'

om schattingen van het waterverbruik van bossen in regionale modellen beter te kunnen onderbouwen. De door Gehrels [1995] gebruikte interceptiepercentages van naaldbos (Douglas) zijn twee keer zo hoog als in 1995 voor grove den is gemeten. Verloofingsscenario's voor de Veluwe, waarbij het totale oppervlak wordt verondersteld uit Douglas te bestaan, geven dus een vertekend beeld van de regionale waterbalans. Wat transpiratiegedrag aangaat lijkt grove den meer op sommige loofhoutsoorten dan op donker naaldbos. Gehrels [1995] berekent op basis van toen bekende gegevens een gemiddelde transpiratie van 394 mm jaar⁻¹ voor naaldbos als invoer voor zijn regionale hydrologische model. In vergelijking met de Loobos metingen is er 100 mm verschil. In hydrologische modellen is het dus essentieel ook onderscheid te maken tussen verschillende soorten naaldbos. Lokale omvorming van Douglas naar grove den zoals gepropageerd in GMN [1992] kan op basis van de metingen van 1995 zo'n 250 mm per jaar extra grondwatertoelevering opleveren. Wordt de waterbalans van grove den vergeleken met die van eikenbos dan valt op dat de transpiratie en het interceptieverlies in dezelfde orde van grootte zijn. Elbers *et al.* [1996] laten ook zien dat de verdamping van drie opstanden, populieren, grove den en lariks in de winter van 1995 nauwelijks verschilt. In de hydrologisch cruciale winterperiode zal er dus weinig verschil in grondwatertoelevering bestaan tussen grove den, lariks en loofhout. Het meetprogramma zal de komende jaren gecontinueerd worden waardoor het mogelijk wordt betere en betrouwbare schattingsmethoden voor het waterverbruik van verschillende bostypen te ontwikkelen. Om betrouwbare voorspellingen te kunnen geven van de hydrologische effecten van onder meer bosomvorming, zullen deze methoden zo spoedig mogelijk geïntegreerd moeten worden in regionale hydrologische modellen.

Literatuur

- Dolman, A. J. en Moors, E. J., 1994. *Hydrologie en waterhuishouding van bosgebieden in Nederland*. Fase 1: Toetsing instrumentarium. Rapport 333, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Elbers, J. A., Dolman, A. J., Moors, E. J. en Snijders, W. *Hydrologie en waterhuishouding van bosgebieden in Nederland*. Fase 2: Meetopzet en eerste resultaten. Rapport 334, DLO-Staring Centrum, Wageningen
- Gehrels, J. C., 1995. *Niet-stationaire grondwatermodellering van de Veluwe*. Een studie naar de invloed van grondwaterwinning, inpoldering en verloofing op de grondwaterstand sinds 1951. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- GMN, 1992. *Een nieuw evenwicht. Rapport van de stuurgroep Grondwaterbeheer Midden Nederland*. Lelystad.

Ontwikkelingen in biologische filtratie
Langzame zandfiltratie wordt al sinds 1825 toegepast. Is zo'n techniek inmiddels niet verouderd of door en door bekend? Dat dat niet zo is, bleek uit het feit dat in april 1996 120 mensen uit 25 landen in Londen deelnamen aan het derde congres over ontwikkelingen in langzame zandfiltratie en alternatieve biologische filtratie. Uit Nederland woonden de leden van de Kontaktgroep Langzame Zandfiltratie en enkele andere betrokkenen uit de bedrijfstak het congres bij. Zij hoorden dat langzame zandfiltratie in de VS steeds meer wordt toegepast voor het zuiveren van oppervlaktewater op kleine schaal, en dat ozonisatie gevolgd door biologische filtratie een populaire zuiveringstechniek aan het worden is. Opmerkelijk en verwarrend was dat er zoveel verschillende parameters worden gebruikt voor biologisch afbreekbare stoffen.

TABEL I - *Congres in een notendop.*

deelnemers:	
- totaal	120
- uit Nederland	7
vertegenwoordigde landen	
presentaties:	
- aantal	44
- uit aantal landen	18
- uit Nederland	2
congresdagen:	
- Londen	3
- Leiduin	1
presentaties over:	
- overzicht ontwikkelingen	2
- verwijdering biologisch afbreekbare stoffen	9
- welke effecten spelen een rol in de biologie	7
- procesparameters en modificaties	8
- modellering	4
- voorbehandeling voor diverse situaties	7
- overige	7

Afb. 1 - Eenmaal per 6-8 weken wordt de bovenlaag van de open langzame zandfilters in Londen verwijderd.

[foto v.d. Hoek, GWA]



In het buitenland

Omdat we in Nederland veel ervaring hebben met langzame zandfiltratie, luisteren en kijken we anders naar de verhalen. Wij hebben al lang overdekte langzame zandfilters, terwijl de Britten pas gaan onderzoeken of dat mogelijk beter is. Als goedkope mogelijkheid probeert Thames Water een kunststof opblaasbaar over een filter. Voor ontwikkelingslanden is langzame zandfiltratie van vitaal belang voor de gezondheid. Maar, het filter zit zeer snel dicht met slib en zand, zeker bij hevige regenval. Hoe voorkom je dat in Ethiopië, Cameroun? Het antwoord: ruwe voorfiltratie en eventueel een filtermat op het langzame zandfilter die je 'in de was' kan doen. In de VS is het aantal zuiveringsstations met langzame zandfilters toegenomen van 100 in 1940 tot 225 in 1994 en er zijn tientallen installaties in voorbereiding of aanbouw. AWWA Research Foundation (AWWA RF) investeerde al 600.000 dollar in onderzoek en er zijn nieuwe onderzoeken gaande. AWWA vindt langzame zandfilters namelijk zeer geschikt voor kleine oppervlaktewater zuiveringen.

In Nederland

Welke kennis hebben wij nodig?

In Nederland is het langzame zandfilter de laatste stap in een geavanceerde zuivering.

Grote filteroppervlakken zijn te vinden in Scheveningen, Monster, Katwijk, Leiduin en Weesperkarspel. Nieuwe langzame zandfilters zijn net gebouwd in Enschede en moeten nog worden gebouwd in Groningen.

Bij ons doen langzame zandfilters weinig,