

Ad van Hees  
& Sandra Clerkx

# Dood hout in de

Het Nederlandse bosreservatenprogramma biedt de mogelijkheid om de kennis over de dynamiek van dood hout in niet-beheerde bossen te vergroten. Deze kennis is belangrijk als referentie voor een actief beheer gericht op de verhoging van het aandeel dood hout. In dit artikel wordt voor enkele niet meer beheerde bossen een overzicht gegeven van de hoeveelheid dood hout, de sterfte van bomen en de verteringsnelheid van deze bomen. Op basis van een scenario wordt voor drie typen bos de te verwachten hoeveelheid dood hout in beheerd bos berekend.



Eén van de mogelijkheden om de natuurwaarde van het bos te vergroten is het verhogen van het aandeel dood hout (o.a. Hekhuis et al., 1994). De aanwezigheid van dood hout is een levensvoorwaarde voor een aantal specifieke plant- en diergroepen. In Nederland zijn van de ongewervelde dieren tussen de 24 en 40% van de bosgebonden soorten afhankelijk van dood hout (Siepel, 1992). Volgens Arnolds & De Vries (1989) bestaat circa 36% van de Nederlandse paddestoelenflora uit houtsaprofieten, soorten verantwoordelijk voor de afbraak van dood hout. Uit inventarisaties van Veerkamp (1992, dit nummer) in de bosreservaten blijkt de betekenis van dood hout voor houtsaprofieten. Op een totaal geïnventariseerde oppervlakte van slechts 1,6 ha komen 286 soorten voor, ca 40% van de houtsaprofieten in Nederland. Van Dort et al. (1998) benadrukken de betekenis van dood hout voor het voorkomen van mossorten als Viertandmos (*Tetraphis pellucida*), Gewoon knopjesmos (*Aulacomnium androgynum*) en Geklauwd pronkmos (*Herzogiella seligeri*).

De betekenis van dood hout voor de natuurwaarde van het bos heeft ertoe geleid dat voor het beheerde bos richtlijnen voor het aandeel dood hout zijn ontwikkeld. Deze variëren van het laten staan/liggen van enkele tot ca tien dode

bomen dikker dan 25 cm (Hekhuis et al., 1994) tot tenminste 5 tot 10% van het volume of massa van de levende bomen (Berris, 1992). Deze richtlijnen zijn "best professional guesses".

In het Programma Beheer, de nieuwe subsidieregeling van het ministerie van LNV, is voor sommige "bospakketten" bepaald dat per hectare minimaal 4 dode bomen met op enig punt een stamdiameter van tenminste 30 cm aanwezig moeten zijn (Ministerie van LNV, Pakketten Natuur en Bos, versie 16-3-1999).

Onderzoek dat als referentie kan dienen voor dit type richtlijnen ontbreekt vrijwel in noordwest Europa. Met de instelling van de bosreservaten in Nederland is echter de mogelijkheid ontstaan om gericht onderzoek te doen naar de opbouw en afbraak van dood hout in niet meer beheerde bossen. Dit artikel geeft een overzicht van de dynamiek van dood

hout in enkele van deze bosreservaten. Het zwaartepunt ligt daarbij op reservaten waarin eikenbos en/of grove dennenbos een (co)dominant bostype is.

## Hoeveelheid dood hout

Gegevens van de hoeveelheid dood hout uit tenminste twee opeenvolgende opnamen zijn voor zes reservaten beschikbaar (tabel 1). De hoeveelheid dood hout in deze reservaten is duidelijk toegenomen en varieert bij de eerste opname tussen de 9 en 41 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> en bij de tweede opname tussen de 22 en 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De hoeveelheid dood hout was daarbij in eerste

Foto 1. Dood hout in Noordhout. Concurrentie, ouderdom en windworp zijn de belangrijkste oorzaken van bomensterfte (foto: H. Koop).

# bosreservaten

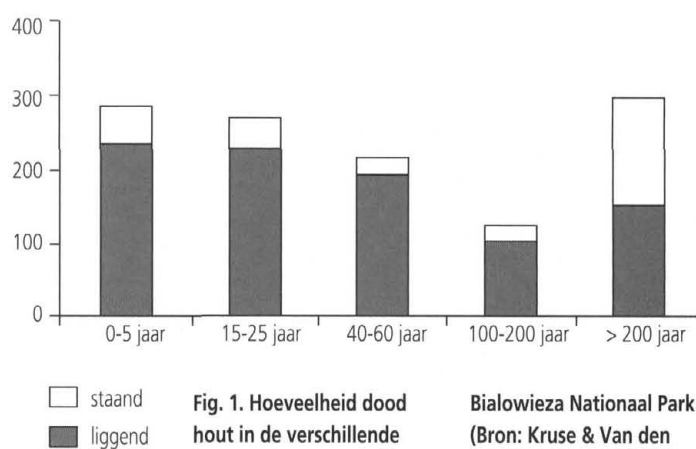
instantie in de eikenbossen groter dan in grove dennenbossen ( $30.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  versus  $15.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Bij de tweede opname, 8 tot 10 jaar later, zijn deze verschillen echter vrijwel verdwenen ( $37.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  versus  $34.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Tijdens de tweede opname varieert het volume van het dood hout tussen de 8 en 32% van het volume van de levende bomen.

In vergelijking met niet beheerde bossen in andere delen van Europa is de hoeveelheid dood hout in de bosreservaten nog aan de lage kant. In de natuurlijke Schotse grove dennenbossen komt circa  $55 \text{ m}^3$  dood hout per ha voor (Reid et al., 1996). Voor de eiken- en beukenbossen in Midden Europa is dit 60 tot  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Korpel, 1997), en voor het eikenreservaat in het Duitse Neuenburg en het beukenreservaat in het Franse Fontainebleau ligt het volume dood hout tussen de 100 en  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Koop, niet gepubliceerd). Voor de Linden-Haagbeukenbos in het Poolse Bialowieza Nationaal Park worden zelfs waarden opgegeven van 100 -  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Kruse & Van den Bouwhuijsen, 1998).

In de onderzochte reservaten is het merendeel van het bos tussen de 70 en 120 jaar oud. In de natuurlijke bossen is de hoeveelheid dood hout juist bij deze leeftijd het kleinst. Een goede indicatie voor de verandering van de hoeveelheid dood hout met de ontwikkeling van het bos (fig. 1) geeft het onderzoek van Kruse & Van den Bouwhuijsen (1998). In de jongste en de oudste fase in de bosontwikkeling komt het meeste dood hout voor. In de bossen met een leeftijd van 100 tot 200 jaar is de hoeveelheid dood hout het kleinst. In de jonge fasen bestaat het dode hout voornamelijk uit zware liggende stammen en takken uit de vorige bosgeneratie. Deze zware stammen verteren geleidelijk. De input van dood hout is in deze fasen in aantal dode bomen groot maar in volume nog gering. Deze dunne bomen verteren relatief snel. In oudere ontwikkelingsfasen neemt het aandeel dood hout uit de vorige generatie snel af of is compleet verdwenen. De input van nieuwe stammen is gering, maar gemiddeld heeft iedere nieuwe dode boom een groot volume en de vertering van deze stammen gaat langzaam.

**Tabel 1. Hoeveelheid levend en dood hout in enkele bosreservaten.**

reservaat	bostype	1e opname		2e opname	
		levend ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	dood ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	levend ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	dood ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )
Galgenberg	grove den	170.0	24.6	188.8	48.4
Tussen de Goren	grove den	163.8	12.0	193.4	22.0
Noordhout	grove den	210.4	9.0	253.7	32.4
Galgenberg	eik	75.2	32.2	119.9	39.3
Vijlnerbos	eik	313.7	34.3	304.5	33.8
Starnumansbos	eik	189.8	41.1	181.5	47.3
Norgerholt	eik	345.3	15.3	393.3	30.6



**Fig. 1. Hoeveelheid dood hout in de verschillende ontwikkelingsfasen van het Linden-Haagbeukenbos in**

**Bialowieza Nationaal Park (Bron: Kruse & Van den Bouwhuijsen, 1998).**

## Sterfte van bomen – nieuw dood hout

De hoeveelheid dood hout verandert als gevolg van sterfte en vertering. In acht van de negen bossen stierven in een periode van 10 jaar tussen de 45 en 85 bomen per ha. Het sterftepercentage ligt in deze bossen tussen de 0.6 en 1.4% per jaar. Het gemiddeld sterftepercentage in de eikenbossen ligt iets lager dan in de grove dennenbossen (0.94% versus 1.14%). In eikenhakhoutbossen, in het onderzoek het Starnumansbos, ligt de sterfte met 220 bomen per ha en een sterftepercentage van 1.8% jaar beduidend hoger dan in de andere reservaten. Dit lijkt vooral het gevolg van de grote concurrentie tussen de scheuten van het voormalige hakhout. In de onderzochte reservaten varieert de input van dood hout van gemiddeld 1.5 tot  $3.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ .

De onderzochte bossen verschillen uiteraard ook in aard en samenstelling van het nieuwe dood hout. Daarbij weerspie-

gelt de samenstelling van het nieuwe dode hout de verschillen in bostypen. In de grove-dennenbossen bestaat het nieuwe dode hout overwegend uit Grove den en in de eikenbossen overwegend uit Berk en Eik.

De sterfte van bomen heeft verschillende oorzaken. In het merendeel van de reservaten is de gemiddelde diameter van de gestorven bomen op het moment van de eerste opname kleiner dan van de levende bomen. Hier is de sterfte onder onderstandige bomen groter dan onder dominante bomen. Dit duidt op concurrentie als belangrijke sterfte-oorzaak. Alleen in de Galgenberg is de sterfte onder dominante bomen groter (grotere diameter van de recent gestorven bomen). Hier is ouderdom van de dominante Berken en/of Grove dennen in combinatie met wind de belangrijkste sterfte-oorzaak. Ook in andere reservaten speelt wind-

## Verteringsstadia

### KADER 1

In de onderzochte bosreservaten wordt de positie van dode stammen of stamstukken ingemeten. Van deze stammen of stamstukken is onder andere soort, diameter en of de stam ligt of staat en het verteringsstadium bekend. De volgende verteringsstadia worden onderscheiden:

#### 1. vers dood hout:

hout hard, schors geheel of grotendeels aanwezig; doorsnede liggend hout rond

#### 2. oppervlakkig verteerd hout:

hout oppervlakkig met de vinger in te drukken (max. 1 cm); losgeraakt schors grotendeels afgevallen; doorsnede liggend hout rond

**3. matig verteerd hout:** hout zacht, op de meeste plaatsen met de vinger tot enkele cm in te drukken;

schors geheel verdwenen (behalve bij berk en lijsterbes); doorsnede liggend hout rond

#### 4. grotendeels verteerd hout:

hout zacht; boomlijck vertoont grote gaten en valt bij aanraken uiteen; doorsnede liggend hout ovaal

#### 5. resten in de strooisellaag:

resten van het boomlijck zijn alleen in de strooisellaag te herkennen of vallen op door een afwijkende bodemvegetatie

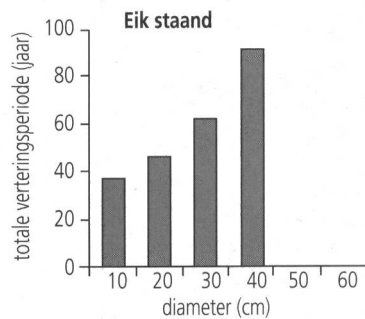
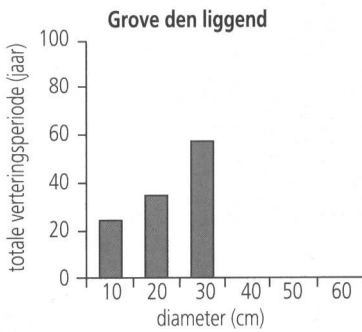
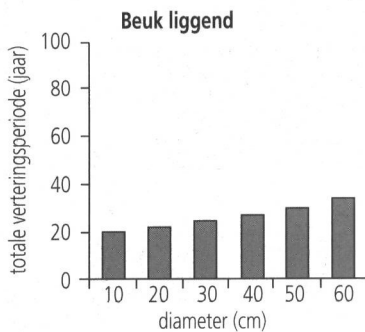
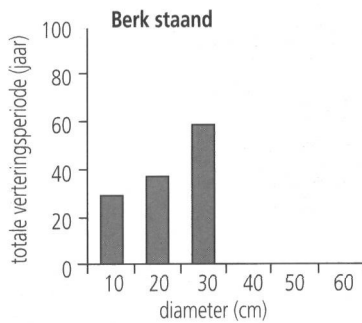
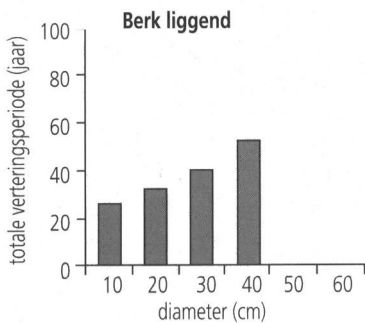


Fig. 2. Berekende verteringsperiode voor staande en liggende bomen met een verschillende diameter.

werp (ontwortelingen!) een rol, vooral bij Berk en Grove den. In het merendeel van de onderzochte reservaten zijn dit soorten van de dominante boomlaag. Gemiddeld 19.4% van de dode Grove dennen en 22.8% van de dode Berken is omgewaaid. Dit percentage ligt voor de vaak onderstandige Eiken en Beuken met percentages van 8.8% en 11.5% duidelijk lager.

Uit de literatuur zijn slechts weinig gegevens over sterfte en input van dood hout beschikbaar. Runkle (1985) concludeert dat in de gematigde bossen de natuurlijke sterfte onder dominante bomen gemiddeld 1% per jaar bedraagt (0.5 - 2.0% per jaar). Dit sterftepercentage is ook in deze studie gevonden. Al heeft hier het percentage betrekking op zowel onderstandige als dominante bomen.

Harmon et al. (1986) vinden voor de input van dood hout in vooral Amerikaanse naaldbossen 0.45 tot 75 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. In de loofbossen ligt de input met 0.2 tot 4.8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> beduidend lager. De input van dood hout in de Nederlandse bosreservaten past met 1.5 tot 3.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> prima in deze range en lijkt dus niet te verschillen van de jaarlijkse input in 'echte' natuurbossen. Het belangrijkste verschil met de 'echte' natuurbossen is de diameter van de dode bomen. In Europese reservaten als Fontainebleau, Neuenburg en Bialowieza komen dode bomen met een diameter van 5 cm tot meer dan 100 cm voor (pers. med. Koop). In de onderzochte reservaten is de variatie in diameters veel kleiner. Slechts in enkele reservaten komen bomen (in alle gevallen Grove dennen) met een diameter van 30 tot 50 cm voor, dikkere bomen ontbreken. Dat betekent ook dat de in de inleiding genoemde eis vanuit het Programma

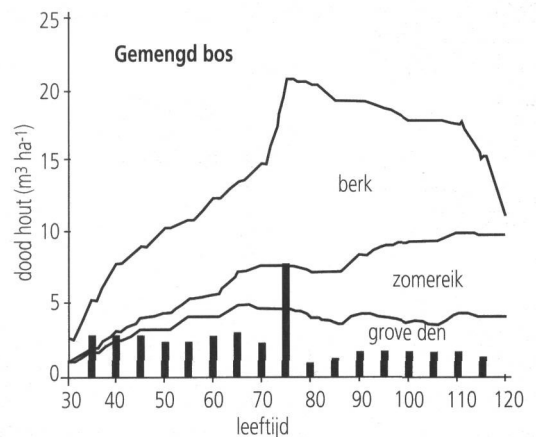




Foto 2. Tondelzwammen op liggende beukenstam, Fontainebleau 1986. Een stam van dertig centimeter in doorsnede is na ongeveer dertig jaar helemaal verteerd (foto: H. Koop).



Beheer voor minimaal 4 bomen per ha met een diameter > 30 cm zonder actief ingrijpen zelden haalbaar zal zijn.

### Verteringsnelheid van het dode hout

De beschikbaarheid van het verteringsstadium uit twee opeenvolgende opnamen (zie kader 1) maakt het mogelijk de verteringsnelheid te bepalen. Centraal hierbij staat de kans dat tussen twee opeenvolgende opnamen een stam of stamstuk in hetzelfde verteringsstadium blijft, naar een volgend stadium overgaat of volledig is verteerd (stadium 5). Aangevuld met de gegevens van het dode hout uit de buitenlandse reservaten Bialowieza en Fontainebleau waren in deze studie voldoende gegevens beschikbaar van stammen en stamstukken van Berk (690 stuks), Eik (461 stuks), Beuk (1111 stuks) en Grove den (1150 stuks) om deze overgangskansen te schatten. Op basis van deze schatting is het mogelijk de totale verteringstijd te berekenen (fig. 2). Hierbij is rekening gehouden met een verschil in verteringsnelheid tussen bomen van verschillende diameters en tussen staande en liggende bomen. Deze figuur laat zien dat Beuk snel verteert en Eik langzaam, Berk en Grove den nemen een tussenpositie in. Dikke stammen verteren langzamer dan dunne stammen. Alleen voor Berk kon een verschil tussen

liggende en staande stammen worden bekeken. Liggende stammen verteren sneller dan staande stammen.

Gegevens over verteringstijd van dood hout zijn schaars en hebben vaak een anekdotisch karakter. De meest geciteerde schatting voor de vertering onder Nederlandse omstandigheden is de schatting van Koop et al. (1990). Deze auteurs geven voor volgroeide ontwortelde Berken, Beuken, Grove dennen en Eiken verteringstijden van respectievelijk minder dan 15 jaar, 30-40 jaar, meer dan 40 jaar en meer dan 50 jaar. In deze studie correspondeert de verteringstijd van beuken, Grove dennen en Eiken met een diameter van tenminste 30 cm met deze schattingen. Alleen voor Berk wordt een

veel langere verteringstijd gevonden. Met de voortgang van het onderzoek in de bosreservaten komen meer gegevens van het dode hout beschikbaar en neemt de betrouwbaarheid van de berekende verteringstijd toe. Dan zal ook duidelijk worden of in deze studie de verteringstijd van Berk is overschat.

### Dood hout in het beheerde bos

Verschuivende richtlijnen zijn ontwikkeld voor het aandeel dood hout in beheerd bos. Als het bos volgens een dergelijke richtlijn wordt beheerd, is het de vraag hoe zich de hoeveelheid dood hout in de tijd ontwikkelt. Om deze vraag te beantwoorden zijn beheersscenario's voor gemengd bos (25% Grove den, 55% Eik,

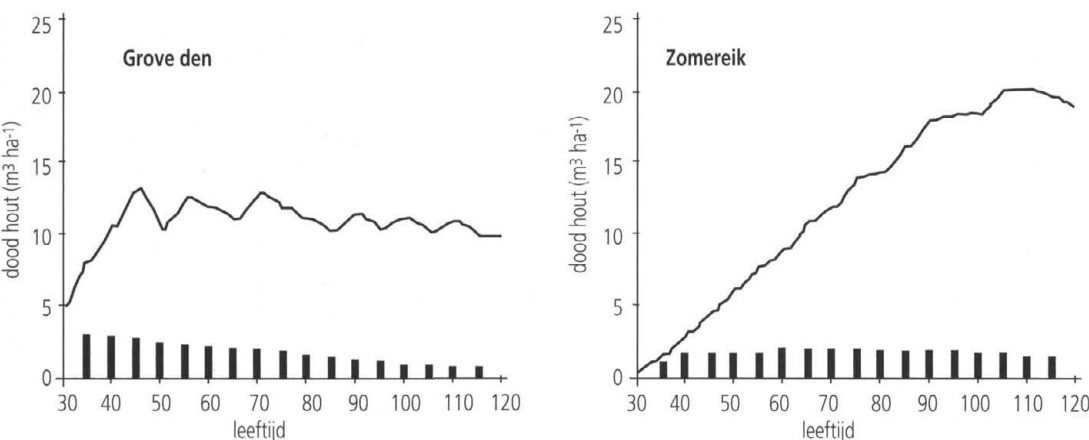


Fig. 3. Gesimuleerde hoeveelheid dood hout in beheerd bos. De lijnen geven de hoeveelheid dood hout aan; de kolommen geven de vijfjaarlijkse input van dood hout aan.

20% Berk), grove dennenbos en eikenbos op armere groeiplaatsen bekeken (fig. 3). In deze scenario's wordt met een interval van 5 jaar gekapt en blijft ongeveer 15% van de gekapte bomen in het bos achter. Daarnaast worden in het gemengde bos na 75 jaar alle Berken gekapt, ook hiervan blijft 15% in het bos achter. De beschrijving van deze drie bossen en de hoeveelheid hout die wordt gekapt is ontleend aan de modelberekeningen voor bossen op de arme zandgronden van Wieman & Hekhuis (1996). De verteringssnelheid van de bomen komt uit deze studie.

In de grove dennenbossen neemt de hoeveelheid dood hout snel toe tot circa  $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  en blijft vervolgens tot het eind van de simulatie op dit niveau. Dit komt overeen met 5 tot 8% van het volume van de levende bomen. De snelle toename van het dode hout is vooral een gevolg van de grote hoeveelheid hout die in het jonge bos wordt gekapt. Dood hout met een diameter van meer dan 20 cm komt vanaf het 45<sup>e</sup> jaar en dood hout met een grotere diameter dan

dood hout is vooral het gevolg van de geringe kap in het jonge eikenbos. De grote hoeveelheid dood hout vanaf jaar 100 is een gevolg van de langzame vertering van de Eik. Dood hout met een diameter van meer dan 20 cm komt vanaf het 55<sup>e</sup> jaar en dood hout met een diameter meer dan 40 cm vanaf het 100<sup>e</sup> jaar in het eikenbos voor.

Het gemengde bos lijkt het beste van het grove dennenbos en het eikenbos te combineren. De hoeveelheid dood hout neemt snel toe en de maximale hoeveelheid dood hout ligt tussen de 15 en de  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Dit komt overeen met 8 tot 10% van het volume van de levende bomen. In dit bos is de snelle toename van het dode hout vooral een gevolg van de kap van de snel groeiende Berk. Dood hout met een diameter van meer dan 20 cm komt vanaf het 45<sup>e</sup> jaar en dood hout met een diameter van meer dan 40 cm vanaf het 60<sup>e</sup> jaar in dit gemengde bos voor.

Deze scenario's laten zien dat ieder bos zijn eigen dynamiek van het dode hout heeft. In alle drie de bossen lijkt het

de bossen met een gecombineerde productie-natuurfunctie, een doelstelling van 5 tot 10% dood hout ( $10 \text{ tot } 25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) weinig ambitieus. Na 15 jaar 'niets doen beheer' komt in de bosreservaten al 22 tot  $48 \text{ m}^3$  dood hout per ha voor.

## Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat na een periode van tenminste 15 tot 20 jaar 'niets doen beheer' al een belangrijke hoeveelheid dood hout (gemiddeld  $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) in het bos aanwezig is. Afhankelijk van soort en diameter blijft dit dood hout tussen de 20 en 80 jaar in het bossysteem aanwezig. Dunne Berken, Grove dennen en Eiken, en alle Beuken ongeacht hun diameter, verteren snel. Dikke bomen, en dan vooral Grove dennen en Eiken, verteren veel langzamer. Vooral het laten liggen van dikke Grove dennen en Eiken is een investering in de natuurwaarde van het bos die 60 tot 80 jaar mee gaat.

## Summary

### Coarse woody debris in forest reserves

This study focusses on the analysis the amount of coarse

et jonge bos wordt gekapt. Dood  
t met een diameter van meer dan  
m komt vanaf het 45<sup>e</sup> jaar en dood  
t met een grotere diameter dan

gemengde bos voor.

Deze scenario's laten zien dat ieder  
bos zijn eigen dynamiek van het dode  
hout heeft. In alle drie de bossen lijkt het

## Summary

### Coarse woody debris in forest reserves

This study focusses on the analysis the amount of coarse

from 22 to  $48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . The input of CWD is 1.5 to  $3.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ . Decomposition rate of CWD depends on species, diameter and its position (standing versus lying). The following species sequence in decomposition rate has been established: beech > birch > Scots pine > oak. CWD accumulation in managed forests has been studied by scenario analysis. Results have been compared with the amounts of CWD in non managed forests.

ing. A.F.M. van Hees & ing. A.P.P.M. Clerkx  
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)  
Postbus 23  
6700 AA Wageningen  
email: a.f.m.vanHees@ibn.dlo.nl

Foto 3. Dezelfde stam  
als op foto 2, maar dan  
10 jaar later, in 1996  
(foto: H. Koop).

