

### Inleiding

Teneinde de kwaliteit van hout voor diverse doeleinden te bepalen, is gewoonlijk een uitgebreid onderzoek nodig van een aantal mechanische, fysische en technische eigenschappen, hetgeen tijdrovend en kostbaar is. Uit vele onderzoeken op dit gebied is echter gebleken dat de volumedichtheid<sup>1)</sup> c.q. het volumegewicht een der eigenschappen van hout is, die grote invloed uitoefent op de meeste andere eigenschappen van dit materiaal. Deze grootte wordt dan ook als een belangrijke waardemeter – direkt en indirekt – beschouwd voor de bepaling van de kwaliteit van hout.

Onder de volumedichtheid van hout verstaat men het gewicht in geheel droge toestand per volume-eenheid in natte toestand. Hierbij wordt met „nat” bedoeld: een vochtgehalte van het hout boven het vezelvezadigingspunt. Hier is het volume van het hout onafhankelijk van het vochtgehalte en is derhalve konstant. De grootte van de volumedichtheid wordt aangegeven in grammen per cm<sup>3</sup> (= kg/dm<sup>3</sup> = ton/m<sup>3</sup>) doch ook vaak in kg/m<sup>3</sup> hetgeen dus een 1000-maal zo grote waarde oplevert.

Onder het volumegewicht<sup>1)</sup> van hout verstaat men het gewicht per volume-eenheid, waarbij beide worden bepaald bij gelijk vochtgehalte. De grootte wordt altijd uitgedrukt in g per cm<sup>3</sup> (= kg per dm<sup>3</sup> = ton per m<sup>3</sup>).

Uit de definities volgt, dat de volumedichtheid voor een bepaald stuk hout een konstante is (omdat de invloed van de temperatuur op het volume te verwaarlozen is). Het volumegewicht daarentegen is afhankelijk van het vochtgehalte van het hout waarbij de bepaling van gewicht en volume plaatsvond, zodat hier dus steeds het vochtgehalte bij moet worden vermeld. Het volumegewicht neemt bij toenemend vochtgehalte bóven het vezelvezadigingspunt sneller toe dan onder dit punt. Het volgende tabelletje laat dit duidelijk zien.

Volumedichtheid in kg/m <sup>3</sup> 380									
Vochtgehalte in %	0	10	20	30	40	50	60	80	120
Volumegewicht × 1000	430	452	474	498	532	570	608	684	836
Toeneming van het volumegewicht	22	22	24	34	38	38	76	152	

Zoals reeds is opgemerkt, bepaalt de volumedichtheid in sterke mate de sterkte-eigenschappen van het hout en daarmee op indirekte wijze de waarde hiervan als zaaghout, schilhout, e.d. Daarentegen is de volumedichtheid van direkt belang voor de spaanplaat-, vezelplaat-, karton- en papierindustrie daar deze bepalend is voor het rendement (t.a.v. op volumebasis gekocht hout) en de kwaliteit van de te maken produkten.

Aan de volumedichtheid als kwaliteits-index geeft men de voorkeur om de volgende redenen:

- 1 de volumedichtheid heeft voor een bepaald stuk hout een vaste waarde;
- 2 de volumedichtheid is gemakkelijker te bepalen dan het volumegewicht;
- 3 het volumegewicht wordt beïnvloed door vochtgehalte en door abnormale krimp;
- 4 de volumedichtheid is, zoals reeds genoemd, van direkt belang voor spaanplaat- en vezelindustrie.

Snelle kwaliteitsbeoordeling is bij de teelt van populieren van groot belang. Immers komt bij het telen van snelgroeiende, meer ziekte-resistente en grote opbrengstleverende populiererasen al gauw de vraag naar voren of de kwaliteit van het hout met betrekking tot technologisch gebruik ook goed is. Liefst zou men dit dan ook in een zo jeugdig mogelijk stadium van de boom willen weten en tevens willen nagaan of bij het ouder worden de kwaliteit zich handhaaft of wijzigt.

Uiteraard was en is de Nationale Populieren Commissie zeer geïnteresseerd in deze materie en heeft daarom het Houtinstituut TNO opdracht gegeven een onderzoek in te stellen naar een mogelijkheid om de kwaliteit van populierenhout op snelle wijze te beoordelen.

Hierbij moest een aantal punten in beschouwing worden genomen.

- 1 De toe te passen methode moest snel en eenvoudig zijn.
- 2 Het moest een non-destructieve methode zijn, waarbij het dus mogelijk zou zijn periodiek metingen te verrichten aan hetzelfde object.
- 3 De uitkomst van één of slechts enkele bepalingen moest karakteristiek zijn voor de gehele boom. Dit is, gezien de grote variaties die er in een stam optreden zowel van binnen naar buiten als van de voet naar de top, een niet eenvoudige opgave.

### Uitvoering van het onderzoek

Uit het reeds besprokene is het uiteraard duidelijk dat het gehele onderzoek, waaraan een uitgebreide literatuurstudie voorafging, zich richtte op de bepaling van de volumedichtheid van populierenhout.

### Onderzocht materiaal

Aanvankelijk werd het onderzoek verricht aan schijven van populierestammen. Het grote nadeel van deze methode was dat de te onderzoeken boom geveld moest worden, zodat niet meer kon worden nagegaan of in de loop der jaren zich veranderingen in volumedichtheid zouden voltrekken.

Daarom werd daarna het onderzoek met boorkernen uitgevoerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van een in de bosbouw veel toegepaste aanwasboor. Deze had een binnendiameter van 12 mm en gaf daarmee veel nauwkeuriger uitkomsten dan met de normaal gebruikte boren met een diameter van 4 à 5 mm het geval was.

### Boorkernonderzoek

Voor het bepalen van de volumedichtheid wordt dus het gewicht van een stuk hout in geheel droge toestand vergeleken met het volume in natte toestand.

Absoluut droog hout wordt verkregen door drogen van de houtmonsters bij 103°C gedurende 24 uur, hetgeen op eenvoudige wijze kan gebeuren.

Voor de bepaling van het volume zijn verschillende methoden ontwikkeld:

#### a Hydrostatische methode

Deze methode wordt als de meest nauwkeurige beschouwd. De boorkern wordt onder water gedompeld en het door deze kern verplaatste water wordt dan gewogen. Het soortelijk gewicht

<sup>1)</sup> I.v.m. de invoering van S.I.-eenheden moet het gebruik van volumegewicht en volume-dichtheid worden vervangen door volumieke massa en dichtheidsgetal.

van water van 4°C bedraagt 1. Het gewicht van het verplaatste water in grammen komt dan overeen met het volume in cm<sup>3</sup> van het ondergedompelde lichaam. De boorkernen moeten uiteraard met water zijn verzadigd, zodat het hout geen water meer kan opnemen. Vers populierehout is praktisch verzadigd met water zodat dit hout zonder langdurig wateren kan worden gebruikt, mits er wordt zorggedragen dat tussen het tijdstip van monsterneming en -meting geen vocht kan verdampen.

#### b Berekening uit de afmetingen

Hierbij wordt het volume berekend door de buitendiameter van de boorkern of de binnendiameter van de aanwasboor en de lengte van de boorkern nauwkeurig op te meten. Het is het gemakkelijkste de binnendiameter van de aanwasboor aan te houden, deze is immers konstant. In een vergelijkend onderzoek met de hydrostatische methode is aangetoond dat bij de berekening van de inhoud door afmetingen waarden van de volumedichtheid werden gevonden die ca. 12 % te hoog waren.

#### Maximum-vochtgehalte-methode

Met deze methode wordt direct de volumedichtheid berekend door twee wegingen van het hout, nl. één weging in de totaal verzadigde toestand en één weging van het hout in totaal droge toestand. Hieruit wordt de volumedichtheid (VD) berekend met de volgende formule:

$$VD = \frac{1}{\frac{M_m - M_o}{M_o} + \frac{1}{S_g}}$$

waarin:  $M_m$  = massa in de geheel verzadigde toestand  
 $M_o$  = massa in de geheel droge toestand  
 $S_g$  = soortelijk gewicht van de geheel droge wandstof

De term  $\frac{M_m - M_o}{M_o}$  geeft daarbij het maximale vochtgehalte aan.

Voor populierehout kan het  $S_g$  van de geheel droge wandstof op 1,53 worden gesteld.

Het is duidelijk dat  $M_m$  de toestand van volledige verzadiging moet aangeven. Het is daarom gewenst het hout nog 3 weken onder water te houden. Wanneer men boven het water waarin de monsters gedompeld zijn nog een vacuüm trekt, wordt de verzadigde toestand nog veel sneller bereikt.

Door zijn eenvoudigheid en nauwkeurigheid is de methode van het maximum-vochtgehalte gekozen bij alle verdere bepalingen van de volumedichtheid in dit onderzoek.

#### Korrelatie boomschijven en boorkernonderzoek

Het tweede probleem dat moest worden opgelost was de korrelatie tussen de bepaling van de volumedichtheid van het populierehout aan de hand van boomschijven, zoals aanvankelijk werd uitgevoerd, en die met behulp van het boorkernonderzoek. Bovendien moest worden nagegaan op welke hoogte de monsters moeten worden genomen om representatief te zijn voor de gehele stam.

Uit het onderzoek blijkt er een verschil in volumedichtheid te zijn tussen het hout gelegen aan de bastzijde van de stam (buitenlaag) en dat gelegen aan de hartzijde (binnenlaag). Het blijkt dat de volumedichtheid van de buitenste helft van de boorkern het meest overeenkomt met die van de gehele boomschijf, waaruit de boorkern is geboord. Het kon uit de vele onderzoeken worden aangetoond dat deze buitenste helft van de boorkern als redelijk representatief kan worden beschouwd

voor het stamgedeelte waaruit de schijf is genomen.

Onderstaande tabel geeft de resultaten van dit onderzoek bij de cultivars 'Oxford' en 'Robusta'.

Cultivar	Volumedichtheid in kg/m <sup>3</sup>					
	Binnenste kernhelft = I	Buitenste kernhelft = II	Gehele kern = III	Gehele boomschijf = IV	Vershil I en IV	Vershil II en IV
'Oxford'	375,6	350,9	363,0	357,1	+18,5	- 6,2
'Robusta'	318,3	325,7	322,0	323,8	- 5,5	+ 1,9

Bij jonge bomen zijn de verschillen tussen de binnenste en de buitenste helft van de boorkernen wat groter dan bij oudere bomen.

#### De betrouwbaarheid van de bepaling van de volumedichtheid van de boorkernen genomen op borsthoogte in verband met de bepalingen van de gemiddelde volumedichtheid van gehele stammen

Bij het onderzoek werd ook aan dit punt veel aandacht besteed. Het nemen van monsters op borsthoogte is het gemakkelijkst uitvoerbaar en zal in de praktijk op geen bezwaren stuiten.

Het blijkt nu dat er een redelijk goed verband bestaat tussen de volumedichtheid van boorkernen op borsthoogte geboord en die van de gehele stam. Dit is het resultaat van een aantal onderzoeken uitgevoerd bij zeven populiereklonen. De volgende tabel geeft de uitkomsten van dit onderzoek weer.

Kloon	Volumedichtheid in kg/m <sup>3</sup>	
	Stamgemiddelde	Buitenste helft van de boorkern
'Androscoggin'	372	331
'Rochester'	357	332
'Fritzi Pauley'	328	300
'Blom'	341	333
'Heimburger'	331	305
'Gelrica'	297	279
'Robusta'	367	341

De volumedichtheden zijn bepaald met behulp van de maximumvochtgehalte-methode. Het blijkt nu dat de volumedichtheid van de gehele stam wat hoger licht (gemiddeld ongeveer 1,1 maal) dan de volumedichtheid van de buitenste helft van de boorkern geboord op borsthoogte van de stam.

De resultaten van het reeds uitgevoerde gedeelte van het onderzoek bieden dus een hoopvol perspectief voor een snelle non-destructieve bepaling van de volumedichtheid van het hout van staande populierebomen. Het Houtinstituut TNO is in samenwerking met het R.B.L. „De Dorschkamp” te Wageningen bezig de verkregen resultaten te toetsen aan een aantal daarvoor in aanmerking komende populiereassen. Vooral voor de papier- en kartonindustrie zal deze methode voor kwaliteitsbeoordeling van populierehout zeer belangrijk zijn.

Uitvoerige gegevens over het verrichte onderzoek zijn te vinden in de volgende rapporten van het Houtinstituut TNO:

- 1 H-72-34. Bestaat er een mogelijkheid om de kwaliteit van populierehout op snelle wijze te beoordelen?
- 2 H-74-27. Oriënterende proeven betreffende de bepaling van de volumedichtheid van populiereboorkernen.
- 3 H-74-133. Eerste onderzoek bij populieren naar het verband tussen de gemiddelde volumedichtheid van gehele stammen en die van aanwasboorkernen, genomen op borsthoogte.