

Hoe belastbaar is het

Wanneer men wil meten welke belastingen bij klimtechnieken in bomen op de ankerpunten optreden, moet afzonderlijk gekeken worden naar het hout en de aard van de belasting. Welke belastingen kan levend hout weerstaan? En hoe groot is de daadwerkelijke belasting?

TEKST EN AFBEELDINGEN: ANDREAS KÖHLER

VERTALING: JAN HILBERT, COPIJN BOOMSPECIALISTEN

Een van de uitgangspunten bij dit onderzoek was de vraag wat er bij een valpartij in de boom bij het ankerpunt en in het levende hout gebeurt. Hierbij is de statische belasting die optreedt bij klimwerkzaamheden in een boom, vergeleken met de dynamische impulsbelasting van een val.

De metingen aan de Technische Universität Dresden bevestigen dat de belastbaarheid individueel berekend en inzichtelijk gemaakt kan worden. Hierbij wordt de vastheid van levend hout hoger naarmate de snelheid van de belasting toeneemt.

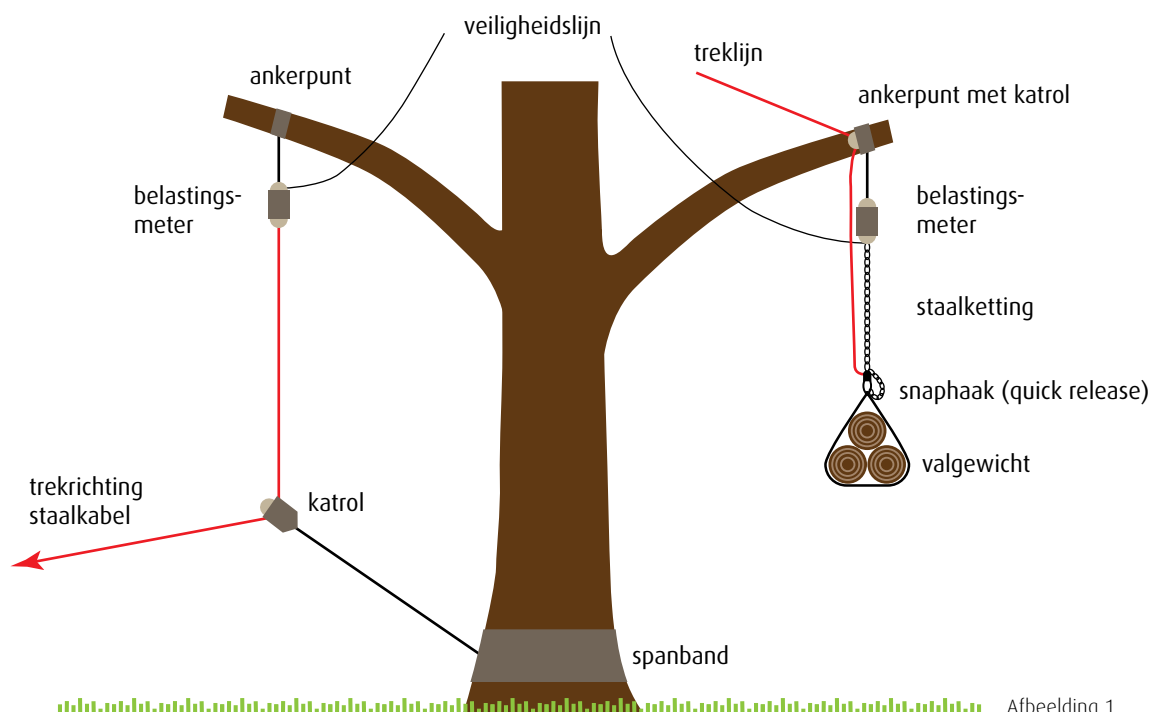
Als een klimmer op een ankerpunt hangt, wordt het hout eronder gecompriëerd en gebogen. Met de populier als modelboom is de belastbaarheid onderzocht en nader uitgewerkt. Wanneer men naar dynamische scenario's kijkt, heeft de snelheid van de belasting effect op de vastheid. Het vermoeden is dat de dynamische belastbaarheid hoger ligt, wat in dit geval neer zou komen op een verhoogde veiligheid.

Veld- en laboratoriumproeven met populieren

Het onderzoek is gesplitst in drie onderdelen: de veldproef, het laboratoriumonderzoek met (delen van) takken en een tweede onderzoek in het laboratorium met proefstaven van 20 x 20 x 300 mm, die uit het hout van de populieren zijn vervaardigd.

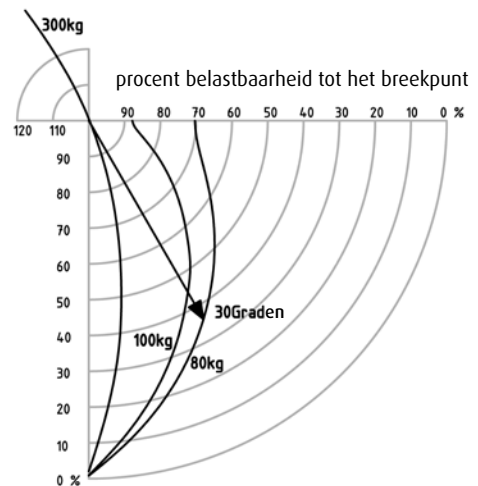
Veldproef

Voor de veldonderzoeken zijn vier 'Berlijnse populieren' (*Populus x berolinensis*) met een hoogte van ca. 31 m gebruikt. Binnen een tijdsbestek van een week zijn 26 takken met diameters van 7 tot 17 cm statisch en dynamisch met een loodrechte belasting afgebroken. In afbeelding 1 is de statische en de dynamische proefopstelling schematisch weergegeven. Voor de statische breuk is gebruik gemaakt van een lier. Bij de dynamische breuk is een vallende massa gebruikt. Deze massa is met behulp van een 'snaphaak' op afstand met een touw losgelaten.



Afbeelding 1

ankerpunt?



Afbeelding 3

Laboratoriumproef

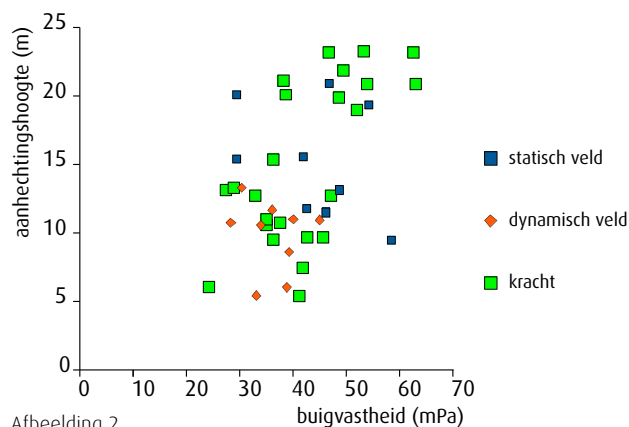
Voor onderzoeken in het laboratorium zijn diverse takken uit de bomen gehaald. Hiervoor zijn 31 deeltakken met lengtes van 2 tot 5 m en met diameters van 6 tot 16 cm als proeftakken uit de boom gehaald. Het vastheidsonderzoek werd uitgevoerd conform DIN 52186 (buigproeven bij hout).

Vervolgproef in het lab

Uit de takken zijn tevens ca. 190 proefstaven vervaardigd. Deze staven zijn gedeeltelijk gebruikt voor (statische) breuktests bij de takken. Daarnaast is een dynamische belasting gesimuleerd waarbij een ca. 30 kilo zware hamer door de staven heen sloeg. Hierbij is de kracht in het punt van de hamer met behulp van een sensor gemeten.

Vastheden beperkt vergelijkbaar

Bij de breukproeven aan de boom blijkt de dynamische vastheid niet hoger te zijn (zie afbeelding 2) dan de statische vastheid. Deze uitkomst spreekt de eerder geuite hypothese tegen, maar kan niet eenvoudig verklaard worden. Mogelijk is het resultaat beïnvloed door de hoogte in de boom waar de betreffende metingen zijn uitgevoerd. De meeste takken breken bij de takaanzet. Dit betekent dat de kracht op deze overgangszone tussen de tak en de boom is overgedragen. In totaal neemt de vastheid van het hout toe naarmate er hoger in de boom wordt gemeten.



Afbeelding 2

Het vergelijken van de resultaten uit de veldproef en de eerste laboratoriumproef leidt tot de conclusie dat de vastheden individueel niet vergelijkbaar zijn. Dit betekent dat takken, waar 'aan de boom' een hoge vastheid is geconstateerd, bij de laboratoriumproef lager scoren. Toch kan er een overlap tussen de resultaten van de twee deelproeven vastgesteld worden. De vastheid ligt met uitzondering van enkele uitschieters in dezelfde zone met een bandbreedte tussen 25 en 55 megapascal (MPa). Het lijkt er dus op dat de buigvastheid van levend (groen) takhout in een laboratorium gemeten kan worden en vergelijkbaar is met de buigvastheid in het veld.

Met de afstand van het 'lood' neemt de belasting toe

Met de gegevens uit de laboratoriumproef is de belastbaarheid van 'Terminale' (de bovenste opgaande kroondelen) bij de 'Berlijnse populier' in megapascal berekend. Dit is een mate van vastheid die onafhankelijk van de doorsnede van het houtmonster en van de hefarm van toepassing is. Aanvullend op de gemiddelde kracht waarbij het hout 'bezweek' is nog een veiligheidsmarge toegepast. De resulterende waarde wordt als grens van de belastbaarheid beschouwd.

Tot deze waarde kan het levende hout met relatief weinig risico belast worden. In dit geval is de waarde vastgesteld op 17 megapascal. Om dit wat tastbaarder te maken is de belastinggrens toegepast op een modelankerpunt. Dit is een rechte (opgaande) tak met een diameter van ca. 10 cm op 24 m hoogte in de boom. De belastbaarheid van het ankerpunt is berekend op 18.000 kilo in de richting van de houtvezels (loodrechte belasting bij een ankerpunt aan een opgaande tak) en 110 kilo dwars op de vezels. Hiertussen wordt zij op basis van de hoek van de belasting berekend uit de belastbaarheid voor druk en buigen (zie hoekdiagram in afbeelding 3). In deze afbeelding is 100% gelijk aan de berekende belastinggrens van 17 megapascal. Hoe verder de klimmer zich uit het lood beweegt en hoe zwaarder hij is, hoe hoger de belasting op het ankerpunt wordt en hoe dichterbij de belastinggrens komt. Bij een val

Voorkomen van valpartijen blijft het hoogste gebod

(linkercurve) bedraagt het (dynamische) gewicht van de klimmer vaak meerdere keren zijn lichaamsgewicht. In dit geval zou de belastinggrens reeds bij 30° uit het lood overschreden worden. De dynamisch hogere belastbaarheid bij een val kan door de metingen met de uniforme (norm) staven aangetoond worden en bedraagt in dit experiment ca. 110 kilo, tegenover 90 kilo bij een belasting met lagere snelheid. Bij dynamische processen is de kans op falen van het hout dus iets lager, oftewel de veiligheid iets hoger.

Betekenis voor de boomverzorging

Er zijn verschillende factoren die bij de beoordeling van de veiligheid van het ankerpunt een rol spelen. Enerzijds de vastheid van het hout, die afhangt van houtsoort, jaargetijde, vitaliteit, groeivorm, mogelijke vergroeiingen of storingen in het hout en de snelheid (dynamische component) van de belasting. Anderzijds de daadwerkelijke belasting afhankelijk van het gewicht en de hoek waarin de kracht op de boom werkt.

Bij dynamische processen spelen demping en vertraging een rol, wat invloed heeft op het gewicht. Theoretisch kan de vastheid van een ankerpunt berekend worden. Een generalisatie of standaardisering zal in de praktijk echter moeilijk zijn door de grote mogelijke verschillen tussen

ankerpunten en de externe omstandigheden. Bij de opleiding van boomverzorgers kan een catalogus met een beperkt aantal concrete voorbeelden van ankerpunten zinvol zijn om de belastbaarheid nader toe te lichten. Hierdoor kan de individuele inschatting van de belastbaarheid door de boomverzorger veiliger worden.

De hogere vastheid van het hout bij dynamische belasting mag in de praktijk niet worden meegerekend. Voorkomen van valpartijen blijft het hoogste gebod omdat de bij het opvangen van de beweging optredende krachten de 'vastheid' van hout, klimmateriaal en het menselijk lichaam kunnen overschrijden. Belangrijk in deze samenhang is de constatering dat een ankerpunt met gemiddeld 1000 kilo statische belastbaarheid minstens ook een dynamische belasting van 1000 kilo kan opvangen.

Noodzaak tot verder onderzoek

De resultaten uit de veld- en laboratoriumproef impliceren dat bij proeven met levend hout met volle doorsneden de buigvastheid binnen dezelfde range ligt. De proeven met gestandaardiseerde staven leiden echter tot afwijkende resultaten. Of proeven met een volle doorsnede ook een dynamisch hogere vastheid hebben, moet uit verder onderzoek blijken. ■

Literatuur

- DIN 52186*: Prüfung von Holz. Biegeversuch. Deutsches Institut für Normung e.V., 1978
- Einhaus, M.* (2008): Beitrag zur Verbesserung des Sicherheitsstandards bei seilunterstützten Arbeitsverfahren im internationalen Vergleich, Technische Universität Chemnitz, Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, Dissertation.
- Schütte, B.* (2009): Gefährliche Fangstöße – Das Sturzfaktormodell der SKT, Baumzeitung 03/09, S. 17-19.
- Shoemaker, T.* (2008): Investigating loads & forces climbers put on trees. Tree Care Industry, 11/08, S. 48-52
- Wessolly, L. en Erb, M.* (1998): Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle, Patzer Verlag, Berlin.

Dit artikel is een vertaling van 'Wie belastbar ist der Ankerpunkt?', verschenen in *Taspo Baumzeitung* 04/2010. Het is vertaald door Jan Hilbert, van Copijn Boomspecialisten.

Het artikel verscheen in 2010. De auteur heeft een poging gedaan om aan te tonen dat boomspecifieke eigenschappen als de vastheid zich bij een geschikte proefopstelling ook onder laboratoriumomstandigheden laten meten met vergelijkbare resultaten. Dit is slechts gedeeltelijk gelukt. Een van de redenen hiervoor is het feit dat bij populier de vastheid van het hout in de hogere kroondelen hoger is dan onderin. Dit effect is door andere onderzoekers ook al eerder beschreven. De systematiek van het onderzoek levert niet voldoende gegevens op om statistisch onderbouwde analyses uit te voeren. De relatief grote mogelijke spreiding van de vastheid binnen een enkele boom en tussen de bomen onderling laat dan ook geen harde uitspraken met harde cijfers toe. De berekeningen en figuren uit dit onderzoek zijn geschikt om trends aan te geven. Ze moeten niet als absolute grenzen van belastbaarheid worden begrepen.

Voor enkele voorbeelden, zie www.instron.de/wa/product/Drop-Weight-Impact-Testing-Systems.aspx

De dynamische vastheid blijkt niet hoger dan de statische vastheid