

// Chris Cowell (Treepartner UK) bei Bruchversuchen im Rahmen des HSE Rigging Research //

Hält der?

Grüne Äste als Ankerpunkt

Die Tragfähigkeit eines Astes als Ankerpunkt wird meist aufgrund von Erfahrungswerten eingeschätzt, zuverlässige Richtwerte liegen nicht vor. Wegen vieler Einflussfaktoren gibt es auch keine einfachen Faustregeln. Dennoch lassen sich wesentliche Unterschiede in der Positionierung der Anschlagpunkte, der Materialeigenschaften der Baumarten und begleitender Parameter erläutern. ▣

Text Andreas Detter



// Im Rahmen einer Diplomarbeit (Gatzek & Loepthien 2008) wurden Äste verschiedener Baumarten in 4-Punkt-Biegeversuchen bis zum Bruch belastet. //

➤ Ankerpunkte zum Klettern oder zum Aufbau von Riggingsystemen müssen jeweils nach der Kronenstruktur des Baumes und den Anforderungen der geplanten Arbeiten ausgewählt werden. Höher liegende Ankerpunkte sind beim Klettern vorteilhaft, weil der Aktionsradius für die Arbeiten größer ist. Auch beim Rigging sind hohe Ankerpunkte sinnvoll, um Kronenteile von oben anschlagen zu können.

Angaben zu kritischen Durchmessern für bestimmte Belastungen könnten helfen, eine Überlastung der Ankerpunkte und daraus resultierende Unfälle zu vermeiden. Obwohl die Vorschriften für die Seilklettertechnik in vielen Ländern darauf hinweisen, dass Ankerpunkte auf Schäden inspiziert und probeweise belastet werden sollen, gibt es kaum zuverlässige Richtwerte für erforderliche Durchmesser am Anschlagpunkt oder etablierte Verfahren zur Dimensionierung im Einzelfall.

Tatsächlich ist die Tragfähigkeit eines Ankerpunktes von so vielen Faktoren abhängig, dass einfache und zugleich praktikable Faustregeln nicht ohne weiteres aufgestellt werden können. Lilly (2005) empfiehlt die Verwendung von Ästen mit ca. 10 cm Durchmesser. Zeitweise waren Vorgaben für Ankerpunkte bei der SKT von 15 cm Durchmesser im Gespräch. Dies würde viele in

der Arbeitspraxis gängige Aufstiegs- und Arbeitssysteme ausschließen. Gemäß einer Umfrage unter Kletterern vor mittlerweile 10 Jahren in Augsburg werden zum Klettern überwiegend Ankerpunkte mit 6 bis 12 cm Durchmesser gewählt (Eberl, Höhne 2007). Dabei werden aber auch Unterschiede zwischen Baumarten hinsichtlich der Brüchigkeit der Äste berücksichtigt.

Ankerpunkte müssen die beim Klettern und Rigging zu erwartenden Belastungen sicher abtragen können. Diese kritischen Lasten werden häufig als Kräfte dargestellt, die z. B. beim Abseilen eines Verletzten im Zuge einer Rettung oder beim Auffangen von Stammstücken in einem Riggingssystem entstehen. Jedoch ist die einwirkende Kraft nur eine Seite der Medaille. Ausschlaggebend für die Versagensgefahr sind bei Ästen und Stämmen vor allem Biegespannungen, die aus der Last resultieren. Die physikalische Größe, die diese Belastung beschreibt, ist das Biegemoment.

Beim Biegemoment wird neben der Kraft auch die Hebelarmlänge und der Lastwinkel berücksichtigt. Um mit geringer Kraft etwas anheben zu können, benutzt man einen Hebel. Je länger der ist, desto mehr verstärkt er die Wirkung der Kraft. Für den Lastwinkel gilt: Am ungünstigsten ist die Einwirkung senkrecht zur Längsachse des Astes, also quer zum Faserverlauf. Hier entstehen die größten Biegespannungen im Holz.

Üblicherweise werden sowohl der Hebelarm reduziert als auch der Lastwinkel optimiert, indem als Ankerpunkt eine Astgabel gewählt und das Seil nahe an der Anbindung um den Hauptast gelegt wird. In diesem Fall wirken nur Scherkräfte auf die Astgabel und die Last verläuft nahezu parallel zur Stammachse. Zumindest beim Aufstieg wirken so nur geringe Biegebelastungen auf den Hauptast. Da dieser ohnehin in der Regel einen größeren Durchmesser hat als der Seitenast, ist diese Konfiguration für Ankerpunkte grundsätzlich günstig.

Nun ist dieser Einbau aber nicht immer möglich oder wird – unbeabsichtigt oder wegen Zeitdrucks – nicht realisiert. Wird nur der Seitenast als Ankerpunkt genutzt und der Hauptast nicht umschlungen, wirken hohe Scherkräfte auf die Astanbindung, deren Holz belastbarer, aber auch schwächer als der Ast selbst sein kann (Farrell 2003). Liegt der Anschlagpunkt weiter außen an einem Seitenast, kommen wegen des wirksamen Hebelarmes aber immer größere Biegemomente

hinzu. Vor allem beim Aufstieg kann es leicht passieren, dass das Seil nicht unmittelbar an der Gabel aufliegt und auf diese Weise die Belastung des Ankerpunktes erheblich ansteigt.

Dabei spielt nicht nur der Hebelarm eine Rolle. Ausschlaggebend für die Tragfähigkeit ist jetzt nicht mehr der Durchmesser des Hauptastes, sondern der des Seitenastes. Dabei gilt die einfache Regel des geometrischen Widerstandsmoments: Der Widerstand gegen Biegung sinkt für zylindrische Biegebalken, denen auch Äste ähneln, auf ein Achtel, wenn sich der Durchmesser halbiert. Das bedeutet, dass bei halbem Durchmesser, also z.B. 5 statt 10 cm, der Ast nur 12,5% der Belastung tragen kann.

Auch wenn der Durchmesser des Seitenastes nur um ein Drittel abnimmt, also beispielsweise statt 12 nur 8 cm aufweist, ist die Verringerung der Tragfähigkeit noch immer enorm. In diesem Fall sinkt sie um ca. 70% auf weniger als ein Drittel ab. War der dickere Ast noch in der Lage, das Dreifache des Körpergewichts des Kletterers sicher abzutragen, wäre der dünnere bereits überlastet.

Gleichzeitig ist der dünnere Ast 16-mal so nachgiebig, was zum Abrutschen des Seiles noch weiter nach außen führen kann – mit dem Ergebnis eines größeren Hebelarmes. Ungünstige Effekte durch erhöhte Flexibilität treten auch auf, wenn

// Der typische Biegebruch tritt häufig nach einer sprunghaftigen Änderung des Durchmessers auf, z.B. oberhalb einer Gabelung. //



DER AUTOR

Dipl. Ing. Andreas Detter ist im Büro Brudi & Partner TreeConsult in Gauting als Sachverständiger und Referent tätig.

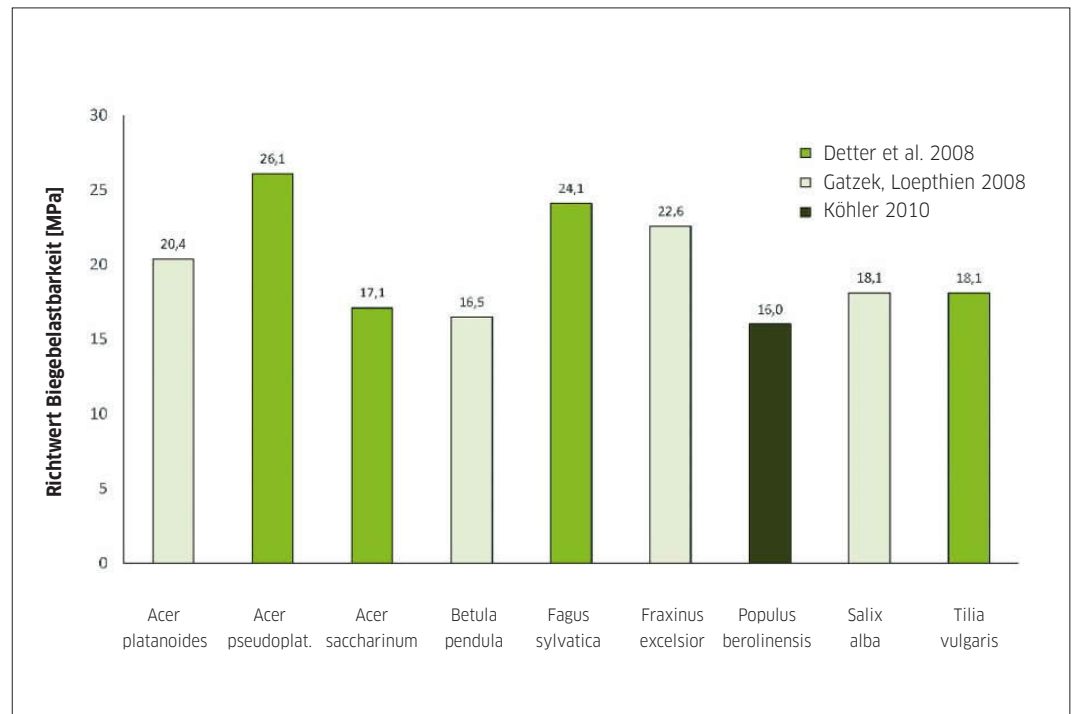


Äste sich unter der Einwirkung der Belastung herunterbiegen. In einer wissenschaftlichen Studie wurde festgestellt, dass vertikale Äste bereits unter viel geringerer Last brechen (Miesbauer et al. 2016). Eigentlich wirkt bei dieser Wuchsrichtung die Belastung durch das Astgewicht durch Schnee oder das Gewicht eines Kletterers nahezu entlang der Achse, wodurch sie fast kein Biegemoment erzeugt. Tatsächlich biegen sich die Äste aber unter der Last zur Seite weg und in der Folge immer weiter herab. Jetzt wirkt das zusätzliche Gewicht mit einem seitlichen Hebelarm und senkrecht zur Faserrichtung – ein sich selbst verstärkender Prozess, der das Versagen beschleunigt, obwohl steilere Äste vermutlich belastbares Holz bilden (Gatzek, Loeptien 2008).

Daher könnte man nur in komplexen Modellrechnungen überprüfen, wie weit sich ein zunächst vertikaler Leittrieb in etwa herabbiegt, wenn er als Ankerpunkt beim Klettern belastet wird. Erst dadurch aber ließe sich zuverlässig abschätzen, welche Krafteinwirkung er tatsächlich sicher tragen könnte. Je geringer der Astdurchmesser, desto stärker ist dieser Einfluss. Ein 3 m langer Ast mit 10 cm mittlerem Durchmesser biegt sich rechnerisch bei einer leicht schrägen Belastung mit 70 kg Gewicht um etwa 20 cm zur Seite, ein 15 cm dicker nur um 4 cm, das ist etwa ein Fünftel. Beim Rigging hat dieser Effekt weniger Bedeutung, da die beim Ablassen auftretenden Kräfte stets Biegebelastungen im Stamm erzeugen und meist ohnehin Ankerpunkte mit größerem Durchmesser verwendet werden.

Die Belastbarkeit des grünen Holzes unterscheidet sich teils erheblich bei den einzelnen Baumarten. Beim Rigging können grundsätzlich die Eigenschaften von Stammholz herangezogen werden, die aus mehreren Quellen in der Literatur bekannt sind. Wirklich erprobt sind aber bislang nur die Werte des sog. Stuttgarter Festigkeitskatalogs (Wessolly, Erb 2014), da sie auch für baumstatische Abschätzungen verwendet werden. Sie dienen auch als Grundlage ➤

// Belastbarkeitsgrenzen grüner Äste aus Bruchversuchen (Daten auf die Belastung als Ankerpunkt angeglichen). //



► für ein einfaches Abschätzverfahren, das im HSE Rigging Report dargestellt ist (Detter et al. 2008).

Im Zuge dieser Forschungsarbeit wurden in zahlreichen Bruchversuchen aber auch Kennwerte für die Biegebelastbarkeit von grünen Ästen ermittelt. Die wichtigsten Ergebnisse sind in der obigen Grafik wiedergegeben. Um Sicherheitsbetrachtungen anstellen zu können, sollte auf das sog. Primärversagen im grünen Holz als Grenzwert abgehoben (Detter et al. 2015) und die Bandbreite der natürlichen Streuung berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurden Laborwerte aus standardisierten Biegeversuchen an die einseitige Belastung eines Astes am Ankerpunkt angeglichen. Wie die Grafik zeigt, lie-

gen die Richtwerte nur geringfügig unter den Angaben für Stammholz der gleichen Art.

Diagramm

Maßgebliche Abweichungen von diesen Richtwerten treten bei ungünstigen Wuchsformen auf. So enthalten Stammaustriebe und Ständeräste, die als Neuaustriebe nach Kappungen entstanden sind, größere Anteile an juvenilem Holz, sind schlechter verankert und weisen oft Vorschäden durch Fäule auf. In einer Studie an Silber-Ahornen erreichte ihre Belastbarkeit nur die Hälfte des Wertes primärer Äste (Dahle et al. 2006). Auch nach oben gerichtete Krümmungen, spitzwinklige Vergabelungen mit Rindeneinschluss oder alte Astungswunden verringern die Belastbarkeit im Einzelfall erheblich. Sogar der Standort des Baumes in der Stadt oder im Waldbestand führte in einer Untersuchung zu erheblichen Unterschieden in der Belastbarkeit von Ästen (Gatzek, Loepthien 2008).

Gemäß einer Umfrage in der gleichen Studie gehen Baumkletterer überwiegend davon aus, dass die Bruchgefahr von Ästen im Sommer und im Winter besonders hoch ist. Für hohe Temperaturen liegt hierfür bislang kein wissenschaftlicher Beleg vor, allerdings lässt sich auch das plötzliche Versagen grüner Äste im Sommer bislang nicht eindeutig erklären (Weihs 2014). Demgegenüber wurde der Effekt von starkem Frost auf

Fotos: A. Detter, TreeConsult



// Längsspaltung des Astes beim endgültigen Versagen //

die Nachgiebigkeit und Festigkeit bereits untersucht. Vor allem bei Nadelhölzern sind dünne Zweige bei Temperaturen unter -10°C bis zu dreimal so starr und deutlich weniger belastbar (Liefers et al. 2001, Umbanhowar et al. 2008).

Entgegen ursprünglicher Vermutungen hat die Dynamik eines Fangstoßes zumindest beim Klettern möglicherweise nur einen geringen Einfluss auf die Belastbarkeit des Ankerpunktes. Die Belastungsgeschwindigkeit bei einem Sturz erreicht offenbar nicht die Bereiche, in denen bei Laborversuchen eine Verfestigung des Holzes eintrat (Ylinen 1959). Bei einer Testreihe mit Pappeln konnte im Fallversuch keine höhere Tragfähigkeit im Vergleich zu quasi-statischen Versuchen nachgewiesen werden. In der gleichen Studie zeigte sich jedoch, dass die dämpfenden Eigenschaften eines Astes den Fangstoß um 10% gegenüber einem Aststummel als Ankerpunkt verringern können (Köhler 2010). Offenbar ermöglichen es Ver-

zweigung und Belaubung im Falle eines Sturzes den Bremsvorgang zu verzögern, Energie aufzunehmen und über Masseträgheit und Luftwiderstand abzugeben; ein Effekt, der beim Rigging bereits beschrieben wurde (Detter et al. 2008).

Bei allen Überlegungen zur Tragfähigkeit natürlicher Ankerpunkte sollte die Belastbarkeit des Wurzelsystems nicht übersehen werden. So gab es bereits einen Unfall, bei dem ein Baum während Pflegearbeiten entwurzelt wurde. Aufschluss über Mängel hinsichtlich der Verankerungskraft der Wurzeln können nur visuelle Defektsymptome und ein verändertes Schwingungsverhalten des Baumes geben – letzteres werden aber wohl nur sehr erfahrene Baumpfleger als Warnsignal erkennen können. //

Literatur

Die Literaturliste finden Sie auf unserer Homepage unter www.Baumzeitung.de/downloads.

Anzeige

freeworker
FACHHANDEL FÜR BAUMPFLEGE UND SEILKLETTERBEDARF

WIR RÜSTEN AUS!

24/7 freeworker online SHOP
shop.freeworker.de

Jetzt kostenlos Katalog anfordern!

Freeworker GmbH | St. Gilgen 15 | 82205 Gilching | Hotline +49 (0) 8105 27 27 27 | www.freeworker.de | info@freeworker.de

Gefällt mir!
facebook.com/freeworker.de

Hält der? Grüne Äste als Ankerpunkt

Die Tragfähigkeit eines Astes als Ankerpunkt wird meist aufgrund von Erfahrungswerten eingeschätzt, zuverlässige Richtwerte liegen nicht vor. Wegen vieler Einflussfaktoren gibt es auch keine einfachen Faustregeln. Dennoch lassen sich wesentliche Unterschiede in der Positionierung der Anschlagpunkte, der Materialeigenschaften der Baumarten und begleitender Parameter erläutern, wie Andreas Detter in seinem Beitrag in der BAUMZEITUNG 4/2017 ausführt. Die Literaturliste zu seinem Beitrag gibt es hier:

Literatur

- Dahle, G., Holt, H., Chaney, W.R., Whalen, T.M., Cassens, D.L., Gazo, R., McKenzie, R.L. 2006. Branch Strength Loss Implications for Silver Maple (*Acer saccharinum*) Converted from Round-Over to V-Trim. In: Arboriculture & Urban Forestry 32 (4): 148–154.
- Detter, A., Cowell, C., McKeown, L., Howard, P., 2008. Evaluation of Current Rigging and Dismantling Practices Used in Arboriculture (Research Report No. RR668), HSE Books. Health and Safety Executive, UK, Norwich, UK. Online @ www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr668.pdf
- Detter, A., Richter, K., Rust, C., Rust, S., 2015. Aktuelle Untersuchungen zum Primärversagen von grünem Holz, in: Jahrbuch Der Baumpflege 2015. pp. 156–167.
- Eberl, E., Höhne, C. 2007. Vergleich der Biegebelastbarkeit von Grob- und Starkästen bei Berg- (*Acer pseudoplatanus*) und Silberahorn (*Acer saccharinum*) und deren Bedeutung als Ankerpunkte in der Baumpflege. Diplomarbeit, FH Weihenstephan.
- Farrell, R.W., 2003. Structural features related to tree crotch strength (Master's Theses). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- Gatzek, A., Loepthien, M. 2008. Biegebelastbarkeit von Grob- und Starkästen unter dem Gesichtspunkt der Unfallprävention (Diplomarbeit). Fachhochschule Weihenstephan.
- Köhler, A., 2010. Vergleichende Untersuchung der statischen und dynamischen Biegebelastbarkeit grüner Äste von *Populus x berolinensis* (K.KOCH) als Ankerpunkte in der Seilklettertechnik (Diplomarbeit). Technische Universität Dresden.
- Lilly, S. 2005. Tree Climber's Guide, 3rd ed. International Society of Arboriculture.
- Lieffers, S.M., Lieffers, V.J., Silins, U., Bach, L. 2001. Effects of cold temperatures on breakage of lodgepole pine and white spruce twigs. Canadian Journal of Forest Research, 31: 1650-1653
- Miesbauer, J.W., Gilman, E.F., Masters, F.J., Nitesh, S., 2014. Impact of branch reorientation on breaking stress in *Liriodendron tulipifera* L. Urban Forestry & Urban Greening 13, 526–533.
- Umbanhowar, C.E., Lambert, A.M., VanDelinder, L. 2008. Effects of freezing on Young's modulus for twigs of coniferous and deciduous trees and shrubs. Canadian Journal of Forest Research, 38: 394-399
- Weih, U., 2014. Problem Grünastbrüche. Teil 1: Phänomen, Bewertung. AFZ-DerWald 34–37.
- Wessolly, L., Erb, M., 2014. Handbuch der Baumstatik + Baumkontrolle. Patzer, Berlin. 2. Auflage
- Ylinen, A., 1959. Über den Einfluss der Verformungsgeschwindigkeit auf die Bruchfestigkeit des Holzes. Holz als Roh- und Werkstoff 17, 231—234.