

Baumwachstum

Spannungsgesteuerte Verteilung des Dickenzuwachses bei Bäumen

Von Marko Wäldchen, Buseck



Abb. 1: Unterer Stammquerschnitt eines 27 Jahre alten *Sequoiadendron giganteum*. Kein Jahrring gleicht dem anderen, weder in der Breite, noch in der Form und auch nicht in der Zusammensetzung. Bäume sind lebende Konstrukte, die sich verändern, deren Lastsituation sich verändert und die sich deswegen unentwegt anpassen, an der Optimierung ihrer Gestalt arbeiten müssen.

Bäume wachsen in aller Regel Jahr um Jahr in die Dicke, mal mehr, mal weniger – unter Extrembedingungen kann es auch Wachstumspausen geben (bei Nadelbäumen). Welches Gesamtvolumen an Dickenzuwachs ein Baum in einem Jahr generieren kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab (Alter, Kraft/Vitalität, Assimilateversorgung, Bodenbedingungen, Niederschläge, Lichtverhältnisse, Temperatur etc.).

Das zur Verfügung stehende Zuwachsbudget wird nicht gleichmäßig, sondern in Abhängigkeit von den lokal vorherrschenden Spannungen entlang des Baumes, in unterschiedlicher Ausprägung angelagert. Das Gesamtvolumen des Dickenzuwachses wird spannungsgesteuert und somit belastungsorientiert verteilt.

Wie von TELEWSKI [1] nachgewiesen wurde, registriert das Kambium lokale Spannungsveränderungen und reagiert mit nachlassender oder zunehmender Holzanlagerung.

Das Ziel dieser Zuwachsverteilung ist, Spannungsspitzen (Belastungsspitzen bzw. Kerbspannungen) zu vermeiden, wobei die Toleranz baumaufwärts zunimmt. Dies führt dazu, dass Äste weniger bruchstabil sind als Stämmlinge und Stamm, was gewährleistet, dass Bäume während extremen Starkwindereignissen durch Ausbruch einzelner Kronenteile entlastet werden können und somit der Totalverlust unwahrscheinlicher wird. Das spannungs-

gesteuerte Dickenwachstum muss in unseren Breiten naturgemäß ein reagierendes „Hinterherlaufen“ sein, denn dem Baum steht dafür nur ein Teil der jeweiligen Vegetationsperiode zur Verfügung. Bereits die jährlichen Triebblängenzuwächse, Blüten- und Fruchtbehang führen zu Spannungssteigerungen, die der Baum im selben Jahr nur zum Teil kompensieren kann, durch entsprechende adaptive Zuwächse (spannungsgesteuerte Kompensationszuwächse).

Außergewöhnliche Beeinträchtigungen wie Astbrüche, andere Schäden am Holz-

Abb. 2: Reißverschlussförmige Wundholzbildung entlang eines vom Stammkopf einer alten *Quercus robur* ausgehenden Risses. Das Wiedererlangen eines gleichmäßigen Spannungsverlaufs ist das Ziel. Dazu muss der Riss geschlossen und komplett umlaufende Jahrringe gebildet werden. Ein Gelingen dieses Kraftaktes ist unwahrscheinlich. – Sicherungsmaßnahmen sind erforderlich.

körper und plötzliche Freistellung drängen den betroffenen Baum weit ab von einem gleichmäßigen Spannungsverlauf – jahrelanges Kompensationswachstum wird erforderlich. Aufgrund des Baumzustandes und/oder der Schadensgröße ist eine Kompensierung manchmal nicht mehr möglich. Dieser Sachverhalt stellt eine Einschränkung dar, ist jedoch kein Widerspruch zu dem nachgewiesenen Streben nach gleichmäßigem Spannungsverlauf.

Nehmen Druck-, Zug- oder Torsionsbelastungen ungewohnt zu (beispielsweise durch Gewichtszunahme, Längenzuwächse oder auch Ausfaltung, also Einbußen Last aufnehmenden und abtragenden Materials), reagiert das Kambium entsprechend – kompensierend. Es wird mehr Holz produziert und/oder das neue Holz wird mit Materialeigenschaften ausgestattet, die auf die lokalen Erfordernisse optimal abgestimmt sind, mit dem Ziel, dem Holzkörper seine Optimalgestalt zu geben. Dazu kommt die Fähigkeit des Bau-



M. Wäldchen ist ö.b.v. Baumsachverständiger.



Abb. 3: Untere Stammportion eines sehr alten, mächtigen und vitalen *Acer platanoides*. Das Borkenbild auf der rechten, vorwiegend druckbelasteten Stammseite zeigt deutliche Zuwachsaktivität, was auf der linken, vorwiegend zugbelasteten Stammseite nicht festzustellen ist. Kein Grund zur Beunruhigung: Dies ist ein typischer Alterstrend und entspricht der Strategie der Aussteifung.

mes, sichernde Wachstumsspannungen zu erzeugen. Theoretisch endet der Adaptionsprozess, sobald ein gleichmäßiger Spannungsverlauf hergestellt ist.

Bei den adaptiven Zuwächsen ist somit eine quantitative (Jahringbreite) und eine qualitative Ebene (Materialzusammensetzung) zu betrachten. Da die Lastsituation entlang des Baumes sehr unterschiedlich ist, muss die Zuwachsverteilung ebenso differenziert sein (quantitativ und/oder qualitativ) – und das ist sie. Kambialzonen, die primär Statikbelastungen ausgesetzt sind, reagieren anders als solche, die häufig dynamischen Lasten unterliegen.

Wo vorwiegend dynamische Belastungen vorherrschen (jüngere Bäume, jüngere Kronenpartien älterer Bäume), reagiert der Baum in erster Linie mit quantitativen Dickenzuwächsen (größere Jahringbreiten, spiraliges Wachstum). Das Holz ist dort in der Regel biegsamer und elastischer. In primär statisch belasteten Zonen (Stämme und Stämmlinge älterer Bäume) stellen sich die Dickenzuwächse anders dar (geringere relative Jahringbreiten, nachlassende Spiraligkeit). Das Holz ist dort wesentlich steifer [2]. Dass der Baum dabei seine Optimalgestalt annimmt, liegt daran, dass das Kambium auf Zellebene registriert (unzählige, miteinander verbundene Messpunkte) und reagiert, die Zuwächse somit fließend sind – Kerbspannungen werden möglichst vermieden. Adaptive Zuwächse lediglich unter quantitativen (Jahringbreite) Gesichtspunkten



Abb. 4: Ein sehr altes Exemplar von *Populus alba*. Insbesondere die Zuwächse an der Basis des Starkastes und darunter müssen unbedingt als Alarmsignal gewertet werden. Hier ist Gefahr im Verzuge, der Ast kann jeden Moment herausbrechen. Die extremen, für einen Baum dieses Alters völlig untypischen Zuwächse dokumentieren, dass der Baum regelrecht panikartig darum bemüht ist, den Ast zu stabilisieren. Weiter kann ein Baum kaum von einem gleichmäßigen Spannungsverlauf entfernt sein. Die Zuwachsdimension und die sie auslösende, schlechte Anbindung an den Stamm verbieten jede andere Schlussfolgerung als die, dass die Pappel es nicht schaffen wird, den Ast zu halten. Der Starkast muss unverzüglich um 25 % eingekürzt und zweifach gesichert werden, bei möglichst steilem Seilverlauf.

zu beleuchten, stellt unter Umständen eine verfälschende Teilbetrachtung dar.

Das Wissen um die spannungsgesteuerte Verteilung der Dickenzuwächse und die korrekte Umsetzung dieses Wissens am Baum ist von nicht zu überschätzender Bedeutung bei der Beurteilung und Behandlung von Bäumen, ebenso für eine nachvollziehbare Darstellung. Die Fachgebiete der Baumbeurteilung und -behandlung gibt es seit langer Zeit. Beurteilungen mussten geschrieben, Maßnahmen konzipiert und ausgeführt werden. Dies geschah primär auf der Basis von Erfahrungswissen und Gefühl, einem Ansatz, der nach wie vor entscheidend ist. Beobachtung und Erfahrung führten meistens zu korrekten Entscheidungen. Der

wissenschaftliche Nachweis TELEWSKIS von der spannungsgesteuerten Verteilung der Dickenzuwächse stellt eine objektive Untermauerung dessen dar, was von zahlreichen Fachleuten bereits umgesetzt wurde, auf der Basis ihrer subjektiven Erkenntnisse – es handelt sich somit um eine unverzichtbare Bereicherung.

Das Wissen um die spannungsgesteuerte Verteilung der Dickenzuwächse versetzt den Fachmann in die Lage zu überprüfen, ob ein Baum notwendiges Kompensationswachstum erbringt. Gleichmaßen verschafft es ihm die Basis dafür zu erkennen, wann Zuwächse Anlass zur

Abb. 5: Eine alte *Tilia cordata*, als Wirtin genutzt vom Sparrigen Schüppling und Wulstigen Lackporling. Hat ein derart alter Baum so starke Zuwächse, wie sie am Borkenbild des linken Stämmlings und darunter festzustellen sind, dann weiß man, dass der Baum aktuell ernsthafte Probleme hat, diesen Teil seines Körpers zu halten, aber auch, dass es zweifelhaft ist, ob ein gleichmäßiger Spannungsverlauf wiederhergestellt werden kann. Maßnahmen sind erforderlich: Der Stämmling ist um 15 bis 20 % einzukürzen, anschließend ist er in zwei Ebenen zu sichern.





Abb. 6: Ein historischer Torbogen wird von der außerordentlich verbreiterten Basis einer alten, nach wie vor vitalen *Ulmus carpinifolia* „verschlungen“. Dass dem Stammfuß ein solches Ausmaß an Dickenzuwachs zuteil wird, lässt sich nicht alleine mit einer sehr guten Assimilateversorgung und der banalen Feststellung erklären, dass Bäume nun mal jährlich dicker werden. Die Ulme steht durch ihren Extremstandort vor besonderen biomechanischen Anforderungen – sie muss ihren Stammfuß außergewöhnlich stark verbreitern, um einen einigermaßen funktionierenden Lastabtrag zu gewährleisten.

Sorge geben (Beispiel: Ein sehr alter Baum zeigt lokal, in Abweichung zu seinem sonstigen Trend, am Rindenbild außergewöhnlich starke Zuwächse – oftmals ein Hinweis auf weit fortgeschrittenen Holzabbau im Innern). Zudem sensibilisiert dieses Wissen dahingehend, welche Bedeutung die Freistellung eines Baumes haben muss, welche Schnittmaßnahmen entlasten, Torsionen reduzieren und welche Schnittmaßnahmen ein Problem verschärfen können u.s.w.

Vereinzelt [3] wird angezweifelt, dass Bäume ihre Dickenzuwächse spannungsgesteuert verteilen, was aus fachlicher Perspektive verwundern muss, denn jeder in der Praxis stehende Fachmann kann sich durch einfache Beobachtung davon überzeugen, dass solche Zweifel unange-

bracht sind, indem er beispielsweise die Wundholzentwicklung (spannungsgesteuerter Kompensationszuwachs) an den Rändern von Beschädigungen verfolgt. Dazu schaue man sich die Entwicklung von Verletzungen in Zonen starker Kraftflüsse (zug- oder druckbelastete Stammseite) an und vergleiche diese mit der Wundholzentwicklung von Beschädigungen in Zonen geringerer Kraftflüsse. Man wird sehen, dass die Zuwächse unterschiedlich stark ausfallen. Auszuwählen sind Bäume der gleichen Art und etwa des gleichen Alters, wobei die Beschädigungen ähnlich groß sein und sich etwa in gleicher Höhe befinden müssen.

Zur Thematik siehe auch das „Axiom konstanter Spannung“ [4]. Es beschreibt keinen Zustand, sondern besagt, dass

Bäume spannungsgesteuert in die Dicke wachsen, nach gleichmäßigem Spannungsverlauf strebend.

Ob die Wörterkombination „Axiom konstanter Spannung“ als Begrifflichkeit eine glückliche Wahl gewesen ist, kann dahingestellt bleiben.

Literaturhinweise:

- [1] TELEWSKI, F. W. (1995): „Wind-induced physiological and developmental responses in trees“, in „Wind and trees“, Seite 237 und folgende, Hrsg.: M. P. COUTTS & J. GRACE, CAMBRIDGE University Press. [2] FRATZL, P. (2002): Von Knochen, Holz und Zähnen, Physik Journal 1 (2002) Nr. 5, Seiten 49 - 55. [3]: SCHULZ, H.-J. (2005): VTA und seine fachlich belastbaren Grundlagen, Wertermittlungsforum 2/05, Seiten 45 - 49, hier Seite 48 oben, SVK-Verlag. [4]: MATTHECK, C. (1997): Design in der Natur, 3. überarbeitete Auflage, Seiten 76 - 146, Rombach Verlag, Freiburg.

Aktuelle Rechtsprechung zu Bäumen

Der Grenzbaum in der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs

Der Bundesgerichtshof hat mit seinem letzten Urteil zum Grenzbaum vom 2. Juli 2004 – V ZR 33/04¹⁾ – neue Maßstäbe für Baumpfleger und Baumsachverständige gesetzt, die aus fachlicher Sicht kritisch zu würdigen sind. Die Leitsätze des Urteils lauten:

- a) Ein Baum ist ein Grenzbaum im Sinn von § 923 BGB, wenn sein Stamm dort, wo er aus dem Boden heraustritt, von der Grundstücksgrenze durchschnitten wird.
- b) Jedem Grundstückseigentümer gehört der Teil des Grenzbaumes, der sich auf seinem Grundstück befindet (vertikal geteiltes Eigentum).
- c) Jeder Grundstückseigentümer ist für den ihm gehörenden Teil eines Grenz-

baumes in demselben Umfang verkehrssicherungspflichtig wie für einen vollständig auf seinem Grundstück stehenden Baum.

- d) Verletzt jeder Eigentümer die ihm hinsichtlich des ihm gehörenden Teils eines Grenzbaums obliegende Verkehrssicherungspflicht, ist für den ihnen daraus entstandenen Schaden eine Haftungsverteilung nach § 254 BGB vorzunehmen.

Beim nunmehr vertikal geteilten Eigentum der beiden Nachbarn kann man sich den Grenzbaum bildlich gesehen wie einen auf der Grenzlinie von oben nach unten durchgeschnittenen Champignon vorstellen, dessen Schnitthälften je einem der Nachbarn gehören. Die

fachlichen Konsequenzen sind gravierend und völlig unbefriedigend, denn der Baum reagiert stets in seiner Gesamtheit. Der Sachverständige kann nur einen halben Baum, nämlich nur die Hälfte auf dem Grundstück seines Auftraggebers, beurteilen. Aber die Verkehrssicherungheit lässt sich nicht an einem halben Baum feststellen. Ebenso darf der Baumpfleger nur einen halben Baum pflegen. Gerät er bei der Arbeit in die andere Kronenhälfte, macht er sich unter Umständen des Hausfriedensbruchs schuldig. Auf die Auswirkungen des Urteils darf man gespannt sein.

Helge Breloer

¹⁾ BGH Urt. v. 2.7.2004 V ZR 33/04 in Agrar- und Umweltrecht – AUR - 3/2005, 104 und in Wertermittlungsforum - WF - 4/2004, 171