

Abb. 1: Dynamische Baumreaktionsmessung

**Wenn Baumexperten die Stabilität von Bäumen einschätzen, so müssen sie vor allem Lasten berücksichtigen, die durch Wind auf die Bäume einwirken. Starke Böen zeren heftig an den Baumkronen, die Stämme und Wurzeln müssen ausreichend dimensioniert sein, um die entstehenden Kräfte in den Boden übertragen zu können. Überschreiten die Lasten die Stärke der Bäume, so kommt es zum Versagen, entweder durch Bruch oder das Wurzelsystem gibt nach und der Baum wird als Ganzes geworfen.**

Meist sind Baumexperten in der Lage, die Stabilität von Bäumen anhand von visuellen Merkmalen ausreichend einzuschätzen. Bleiben Zweifel, so haben sich gerätetechnische Untersuchungsmethoden etabliert, um genauere Informationen zum

Baumzustand zu gewinnen. Beispielsweise werden Löcher in den Holzkörper gebohrt, um so etwas über dessen Dimensionen und den Zersetzungsgrad zu erfahren. Weitgehend verletzungsfreie Verfahren nutzen Schallwellen und elektrische Impulse, um überzeugende Bilder von Stammquerschnitten zu generieren. Die im folgenden beschriebenen Methoden messen die Reaktion von Bäumen auf tatsächlich einwirkende Lasten hinsichtlich ihres Kipp- und Bruchverhaltens und erlauben so Interpretationen der Stand- und Bruchsicherheiten.

### Messungen von Bäumen im Wind

Trifft eine Windböe auf einen Baum, so versetzt sie ihn in eine mehr oder weniger starke Schwingbewegung, während Stamm, Äste, Zweige und Blätter

dämpfend wirken. Zeichnet man diese Bewegungen mit hochauflösenden Beschleunigungssensoren oder präzisen Messuhren auf und überträgt das Ergebnis in ein Koordinatensystem, so erhält man ein Bewegungsmuster ähnlich einem Wollknäuel. Die Geschwindigkeit einzelner Windböen korreliert dank der unharmonisch schwingenden Baumteile, dabei wenig mit den resultierenden Drehmomenten am Stammfuß. [James 2013]

Längere Messreihen jedoch zeigen signifikante Zusammenhänge der maximalen, gemessenen Windgeschwindigkeiten und der maximalen Wurzeltellerneigungen. [Hale et al 2010] Messreihen mit starkem Wind über 30 km/h ermöglichen so eine gute Einschätzung der Standsicherheit von Bäumen im Sturm. [Goecke/Rust 2015]

## Windlastanalysen

Da starker Wind nur selten dann bläst, wenn er benötigt wird, und die Windlast eine wichtige Einflussgröße in praktisch allen Untersuchungsmethoden ist, werden baustatische Ansätze genutzt, um die Windlast einzuschätzen. Maßgeblich sind hier Starkwindereignisse mit 2-prozentiger Übertretungswahrscheinlichkeit (50-Jahres-Ereignis).

Die Windgeschwindigkeit nimmt über die Höhe stark zu, weshalb ein jeweils höhenabhängiger Winddruck berechnet und in die Windlastgleichung eingefügt wird. Weitere wichtige Größen sind die Luftdurchlässigkeit der Krone, dynamische Effekte im Wechselspiel zwischen Baum und Wind, und Effekte durch das umliegende Gelände und Großstrukturen.

## Baumstatische Berechnungen

Ob zum Beispiel ein hohler Baum noch ausreichend stabil ist, hängt einerseits von der Belastung (Windlast), andererseits von der Geometrie und den Materialeigenschaften des Holzkörpers ab. Im Wesentlichen wird dabei einem Widerstandsmoment des Stammes die Belastung durch den Wind gegenübergestellt und mit der Belastbarkeit von Holzproben aus Laboruntersuchungen verglichen. Bäume weichen mitunter von diesen Mittelwerten stark ab (z.B. durch Anbau steifen Holzes, durch pilzlichen Abbau oder sonstigen Schäden im Holzkörper), was erst durch die Durchführung von Zugversuchen erkennbar wird.

## Zugversuche

Um vergleichbare und reproduzierbare Messungen des Kippverlaufes und der Verformung des

Holzkörpers zu bekommen, werden Bäume bei dieser Methode mit Seilen statisch belastet. Dabei werden die eingeleitete Kraft ( $F$ ), die Dehnung von Randfasern zwischen zwei ins Holz getriebenen Nägeln ( $\Delta L$ ) und die Neigung der Wurzelplatte ( $\Delta\beta$ ) an beliebig vielen Messpositionen ermittelt, überwacht und gespeichert. Dies geschieht in einem niederschwelligen (elastischen) Bereich, sodass sämtliche Verformungen reversibel sind und der Baum nicht beschädigt wird. Die gemessenen Werte werden hochgerechnet und so der rechnerische Baumsturz und Bruch ermittelt. Nun kann dieser mit den erwarteten Lasten aus der Windlastermittlung oder den Erkenntnissen von Messungen während Starkwindereignissen verglichen und Aussagen zur Stand- und Bruchsicherheit formuliert werden. [Detter/ Rust 2013]

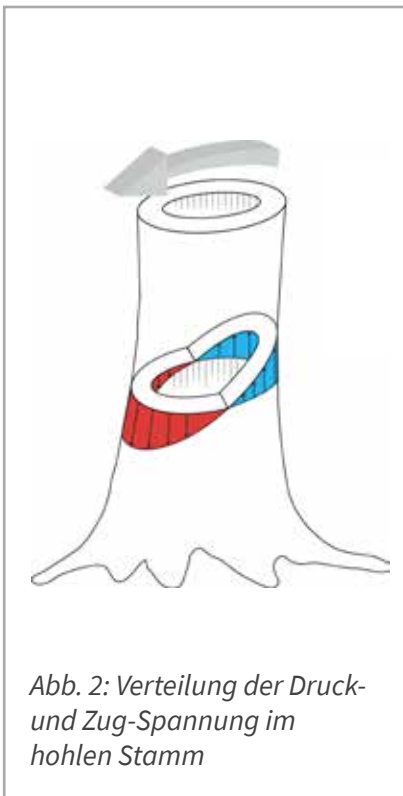


Abb. 2: Verteilung der Druck- und Zug-Spannung im hohlen Stamm

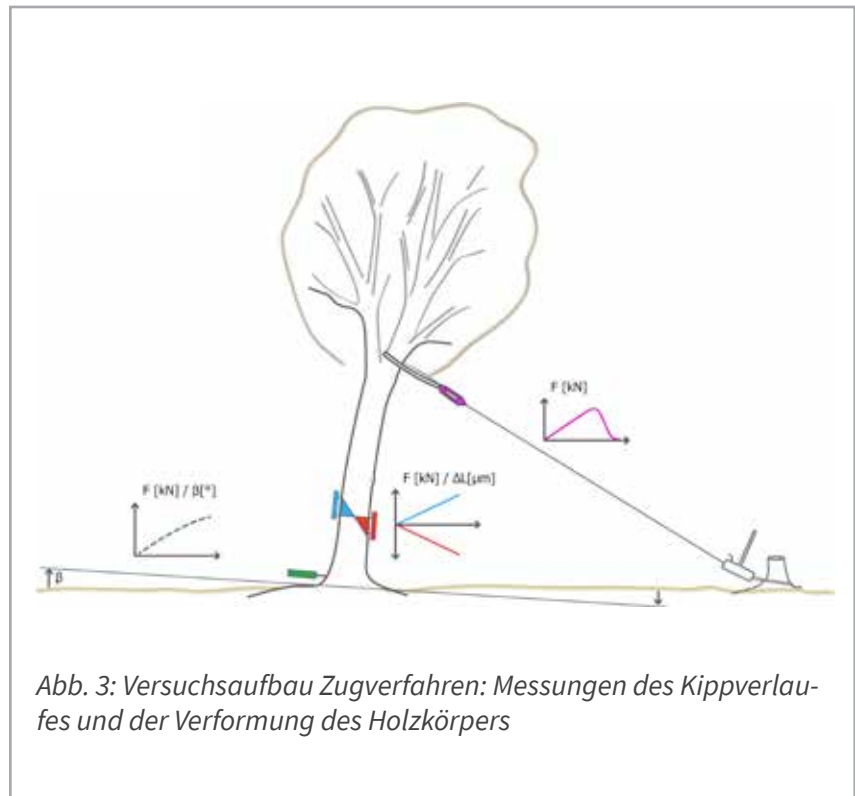


Abb. 3: Versuchsaufbau Zugverfahren: Messungen des Kippverlaufes und der Verformung des Holzkörpers