

## TreeCalc.com – Baumsicherheitsberechnung Online



### Erk Brudi

von der IHK München u. Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baumpflege, Baumstatik, Wertmittlung.

12 Jahre lang Leitung eines eigenen Baumpflegebetriebs.

Seit 1993 widmet er sich ausschließlich der internationalen Sachverständigen- und Lehrtätigkeit.

Im Rahmen des Studiums „Urban Forestry“ an der University of Aberdeen leitete er holzphysikalische Forschungen.

Berufsabschlüsse: Gärtner, Staatlich geprüfter Techniker für Gartenbau

Studienabschluss: MSc, Urban Forestry  
Partner bei TreeConsult Brudi & Partner, Gaunting

## Inhaltsverzeichnis

### **1 Einführung**

### **2 TreeCalc rechnet nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen**

### **3 TreeCalc berechnet Windlasten an Bäumen**

#### 3.1 Windlastannahme

3.1.1 Materialeigenschaften: Grünes Eichenholz ist härter und fester als lebendes Weidenholz

3.1.2 Lastabtragende Geometrie des Stammes: Auswirkung von Holzfäulen auf die Bruchsicherheit

3.1.3 Sicherheitsfaktor

3.1.4 Grenzen bei der Windlastabschätzung

3.1.5 Einfluss von Kroneneinkürzungen

### **4 Zusatznutzen**

### **5 Browser**

### **6 Datenumgang**

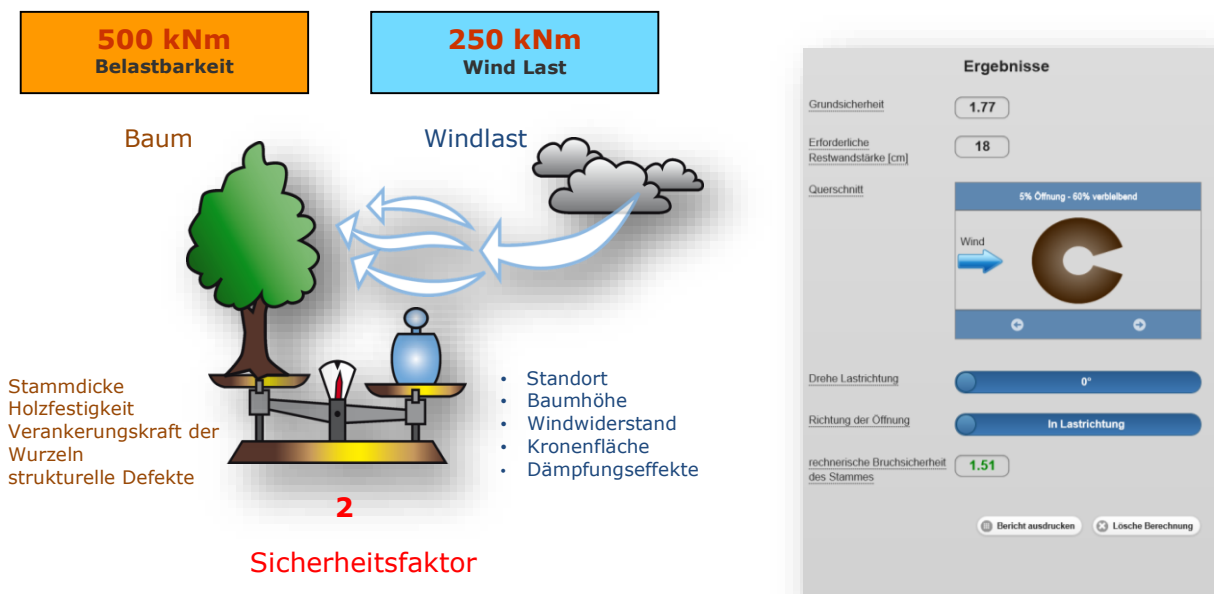
## 1 Einführung

TreeCalc ist eine kostenpflichtige, browsergestützte Online-Software für Baumkontrolleure, die vor Ort die Bruchsicherheit von Baumstämmen abschätzen bzw. berechnen möchten.

Bäume in der freien Natur sind, wie technische Strukturen auch, Belastungen ausgesetzt, die physikalischen Gesetzen folgend berechnet, und nach statischen Maßstäben bewertet werden können.

## 2 TreeCalc rechnet nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen

TreeCalc basiert auf international verwendeten ingenieurwissenschaftlichen Regeln und berechnet die Bruchsicherheit von Baumstämmen unter Berücksichtigung vorhandener Holzfäulen. Die Berechnung der Bruchsicherheit von Baumstämmen erfolgt unter Verwendung verschiedener Einflussfaktoren, die in TreeCalc entweder als vorgeschlagene Standardwerte übernommen werden oder individuell auf den Einzelfall abgestellt, eingegeben werden können.



Sicherheitsabschätzungen oder Bewertungen sind das Ergebnis eines Vergleichs zwischen einwirkenden Lasten und den dabei auftretenden Gegenkräften.

Bei den einwirkenden Lasten handelt es sich im Wesentlichen um Windkräfte, die hauptsächlich von der Windgeschwindigkeit beeinflusst werden, aber auch von Temperatur, Luftdruck, Oberflächenrauheit etc. abhängig sind.

Als Gegenkräfte bietet der Baum einen mehr oder weniger dicken Stamm, der auch durch Holzfäulen geschwächt sein kann, auf und seine artenspezifischen Holzeigenschaften (Elastizität, Festigkeit). Der abschließende Vergleich zwischen einwirkenden Windkräften und widerstehenden Gegenkräften mündet in eine Abschätzung der Tragfähigkeit eines Baumes und der Höhe der Sicherheitspolster.

**Abb. 1 Baumstatik: Windlast-Stammgeometrie-Holzeigenschaften**

### 3 TreeCalc berechnet Windlasten an Bäumen

TreeCalc berücksichtigt die auf einen frei stehenden Baum einwirkende Windlast in Abhängigkeit von der Rauheit von vier typisierten Geländeoberflächen, die in der DIN EN 1991-1-4/NA enthalten sind: Küstenlandschaft, freie Landschaft, Vorstadt, innerstädtischer Raum mit hoher Bebauung.

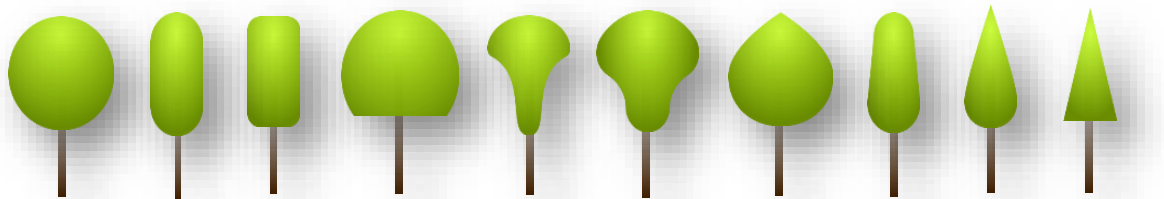
TreeCalc Nutzer können auch eigene Eingaben im Feld „Windgeschwindigkeit“ vornehmen und so die Situation vor Ort unabhängig von Windlastnormen oder anhand landesspezifischer Regeln genauer darstellen.

Auch die Reaktion von Baumkronen auf Sturmböen beeinflusst die Bruchsicherheit von Baumstämmen. Steife Baumkronen mit einem starren Astgerüst bieten einen höheren Windwiderstand und speichern die Windenergie. Häufig ist dies z.B. bei Rosskastanien der Fall oder bei Kronen stark zurück geschnittener Bäume. Werden dünne lange Zweige (z.B. Trauer-Weide) dagegen Windenergie ausgesetzt, wird diese in Bewegungsenergie umgewandelt, während sich die Krone stromlinienförmig in den Wind legt.

In TreeCalc kann die Flexibilität der Baumkrone mit dem Parameter „Windwiderstandsbeiwert“ individuell eingestellt werden.

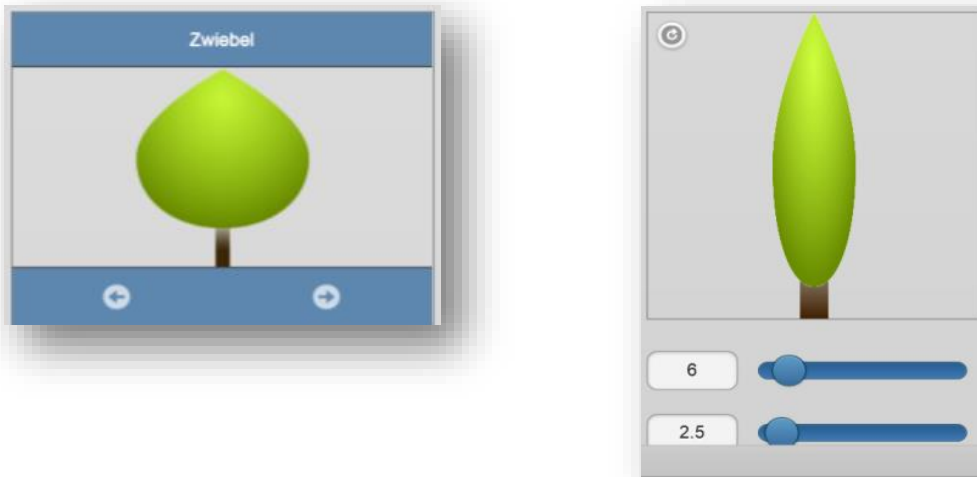
#### 3.1 Windlastannahme

In TreeCalc stehen 10 standardisierte Baumkronenumrisse zur Auswahl. Dabei kann die Kronenbreite und die Höhe des Kronenansatzes mit Schieberegler an die Echtsituation angepasst werden. In Kombination mit der Baumartenauswahl wird so eine vereinfachte Windlastanalyse durchgeführt.



Der Nutzer kann eine von 10 verschiedenen Ausgangsformen wählen und diese so anpassen, dass sie annähernd der Echtsituation vor Ort entspricht.

**Abb. 2: 10 standardisierte Kronenformen**



Ausgehend von der Grundform „Zwiebel“ kann z.B. die Kronenform einer straff aufrecht ausgeformten Säulen-Pappelkrone erstellt werden. Mit Schiebereglern (smartphone) oder per Tastatureingabe (PC) können Höhe des Kronenansatzes und Breite der Krone eingegeben werden.

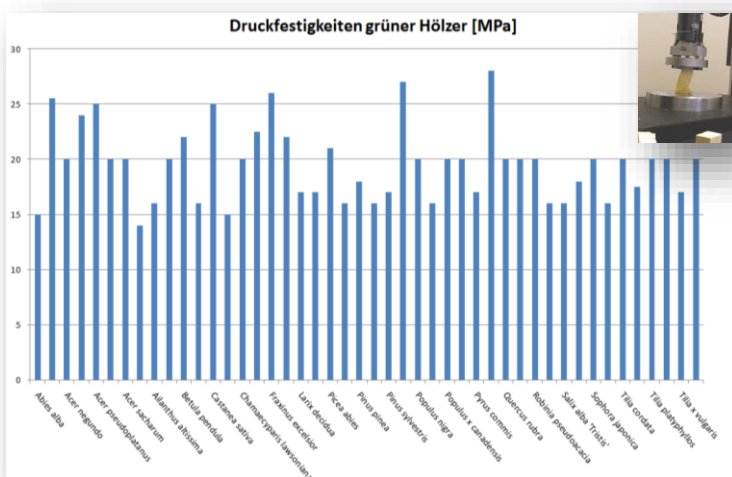
**Abb. 3: Modifizierte Kronenformen**

### 3.1.1 Materialeigenschaften: Grünes Eichenholz ist härter und fester als lebendes Weidenholz

Sicherheitsrelevante Abschätzungen der Sicherheit von Tragwerken werden üblicherweise von Statikingenieuren durchgeführt. Für die Berechnung von Tragwerken stehen diesen Fachleuten Kataloge mit den technischen Eigenschaften von verschiedenen bearbeiteten und natürlichen Materialien zur Verfügung, so auch für Holz. (Baum-) Statiker benötigen für ihre Berechnungen die Festigkeitseigenschaften von fasergesättigtem, grünem Holz.

In TreeCalc werden die von verschiedenen Autoren veröffentlichten Festigkeitseigenschaften von grünem Holz verschiedener Baumarten bereitgestellt und können als Grundlage für die Bruchsicherheitsberechnungen verwendet werden. Liegen eigene oder aktuellere Festigkeits- und Elastizitätskennzahlen vor, können diese individuell eingegeben werden.

**Abb. 4: Eigenschaften von grünem Holz**



Holzeigenschaften:

axiale Druckfestigkeiten verschiedener Baumarten im wassergesättigten Holz.

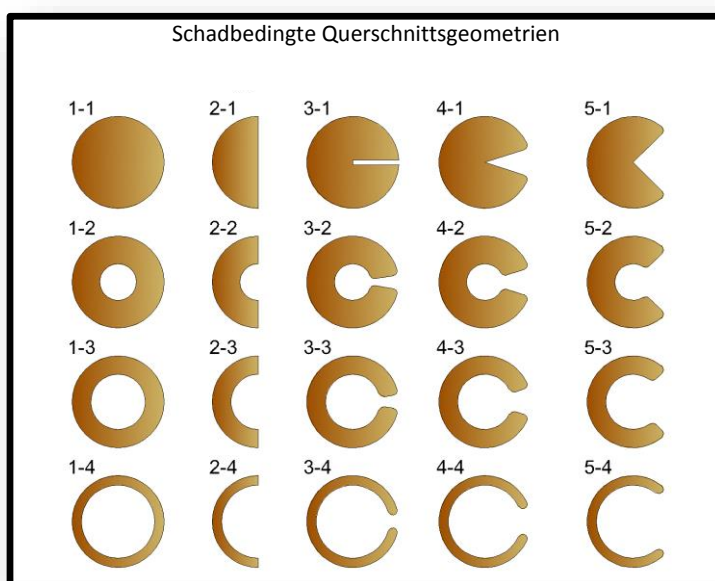
Für TreeCalc wurden die Daten für Holzeigenschaften von verschiedenen Autoren aus Europa und USA verwendet. Der jeweilige Autor wird als Referenz angezeigt.

### 3.1.2 Lastabtragende Geometrie des Stammes: Auswirkung von Holzfäulen auf die Bruchsicherheit

Fäule in Baumstämmen schwächt die Tragkraft des Holzes. Um den Grad der Schwächung abschätzen zu können, kommt es auf die Ausdehnung und die Lage der Fäule im Stamm an.

Dabei gilt: Je weiter sich eine Fäule in Richtung der Rinde ausbreitet, desto stärker beeinträchtigt sie das Tragvermögen des Stammes. Auch gilt: Je größer eine Holzfäule ist, desto stärker ist ihr Einfluss auf die Bruchsicherheit.

Nutzer können zwischen 15 verschiedenen Querschnittsgeometrien wählen durch Auswahl verschiedener Formen prüfen, wie sich diese auf die Bruchsicherheit im konkreten Fall auswirken.



Die verschiedenen Querschnittsgeometrien können ohne Zusatzkosten durchprobiert werden.

Besonders sinnvoll ist die Nutzung dieser Querschnitte in Kombination mit einem bildgebenden Untersuchungsverfahren, wie z.B. der Schalltomografie.

**Abb. 5: Querschnittsformen**

### 3.1.3 Sicherheitsfaktor

Um die Unsicherheit einer Windlastabschätzung und die Streubreite weiterer Einflussparameter aufzufangen, sind bei allen statischen Bewertungen pauschale Sicherheitsaufschläge (Sicherheitsfaktoren) zu berücksichtigen. In TreeCalc wird als Standard der Wert 1,5 vorgeschlagen. Dies entspricht einer Sicherheitsreserve von 50%. Der Sicherheitsfaktor kann vom Nutzer jederzeit individuell angepasst werden. Je höher der Sicherheitsfaktor, desto weniger Bäume werden den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

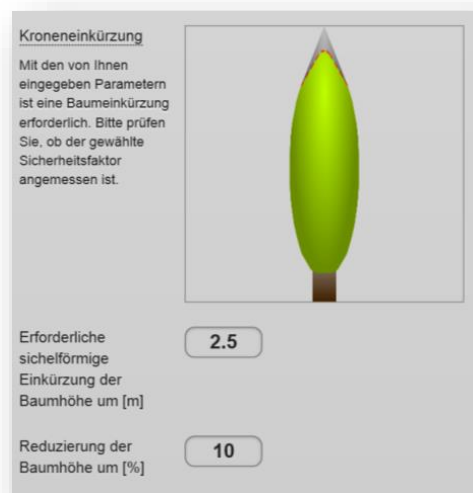
Werden Bäume z.B. mit einem Sicherheitsfaktor um „2“ berechnet, führt dies meist zu einer erhöhten Rate von „unsicheren“ Bäumen mit der Folge, dass mehr Fällungsempfehlungen und Empfehlungen abgegeben werden, die Baumkronen in ihrer Größe zu reduzieren.

### 3.1.4 Grenzen bei der Windlastabschätzung

Die tatsächliche Windlast, die auf eine Struktur einwirkt, hängt von so vielen Einflussfaktoren ab, dass oft nur Aerodynamiker mit Laborausüstung durch die Modellierung einer geplanten Situation im Experiment die tatsächliche Windanströmung und Windlasten auf eine Struktur genau vorausberechnen können. So lange aber die Kräfte, die während eines oft kleinräumigen Wetterextrems auftreten, nicht individuell bestimmt werden können, werden Windlastberechnungen oder -analysen immer nur Extremwert-Abschätzungen bleiben können. Die in TreeCalc verwendete Berechnungsgrundlage setzt auf der aktuellen europäischen Windlastnorm EN 1991-1-4:2010 auf, bei der neben der Oberflächenrauheit auch die Windzone mit den entsprechenden Windgeschwindigkeiten ausgewählt werden kann. Auch eine direkte Eingabe von Windgeschwindigkeiten und Kronenwiderstandsbeiwerten ( $c_w$  Wert) ist möglich.

### 3.1.5 Einfluss von Kroneneinkürzungen

Für Praktiker steht, nachdem die Bruchsicherheit abgeschätzt wurde, immer die Frage des weiteren Umgangs mit einem vorgeschädigten Baum im Vordergrund. Sofern die berechnete Bruchsicherheit unter den geforderten Sollwert sinkt, wird von TreeCalc eine empfohlene Rückschnittkontourlinie der Baumkrone angezeigt. Ergebnisse mit Werten unter dem geforderten Sicherheitsfaktor zeigen an, dass der Baum mit den eingegebenen Parametern in dieser Form nicht mehr den Anforderungen an die Verkehrssicherheit entspricht. Ist dies der Fall, wird ein Rückschnitt der Krone als Prozentsatz der Baumhöhe angegeben sowie die empfohlene Höhenreduzierung in Metern angezeigt.



Wenn der angestrebte Sicherheitsfaktor unterschritten wird, folgt eine Rückschnittempfehlung, die auf Durchführbarkeit zu prüfen ist. Wird ein Rückschnitt empfohlen, der über 35% liegt, so wird eine Entnahme des Baumes angeregt, da derart massive Rückschnitte zu langfristigen Problemen und Nachfolgekosten führen können.

**Abb. 6: Rückschnittempfehlung**

## 4 Zusatznutzen

Bei jedem Eingabeparameter, der in der Software gestrichelt unterstrichen ist, handelt es sich um ein Link, das Informationen zu dem jeweiligen Parameter enthält. In einem individualisierten „Backend“ kann der Nutzer jederzeit vorausgegangene Berechnungen und Berichte aufrufen oder sein Punktekonto auffüllen.

Gegen Berechnung von 3 „Calcs“ können Nutzer modifizierbare Berichte als pdf-Datei herunterladen und z.B. als Anlage für eigene Gutachten verwenden.

## **5 Browser**

Die Programmierung von TreeCalc basiert auf php Code, der je nach Browser und Bildschirmkonfiguration geringfügig unterschiedlich dargestellt sein kann. Standardbrowser wie Firefox, Internet Explorer, Safari, Chrome und Mobile Browser auch von Blackberry wurden getestet und als „brauchbar“ eingestuft. Lediglich einige Android Standardbrowser zeigten schlechte Performance in Form von zu geringen Rechengeschwindigkeiten. Androidnutzern wird empfohlen ggf. einen anderen Browser zu installieren.

## **6 Datenumgang**

TreeCalc Nutzer können Ihr Konto vollständig mitsamt der gesamten Historie selbst löschen.

Die Daten der TreeCalc Nutzer werden anonymisiert für statistische wissenschaftliche Untersuchungen genutzt. Soll dies nicht erfolgen, kann der Nutzer in seinem Nutzerdatenprofil unter „Weitere Einstellungen“ den Punkt „Profil für Lehre und Ausbildung“ anklicken.