

Beispiele auf [www.astwerk.de](http://www.astwerk.de)

Tagebucheinträge vom 10.11., 09.06. sowie 19.04.2019 und 26.08.2018 etc.

## 1. Methode Zugversuche

### 1.1 Kurzform

Der Baum wird mittels eines Greifzuges künstlich auf Biegung belastet. Simultan werden die eingeleitete Kraft, die Neigung der Wurzelplatte sowie die Verformungen an ausgesuchten Messstellen aufgezeichnet. Aus diesen Daten lässt sich der Zusammenhang von Belastung und Tragfähigkeit des Baumes ermitteln. Dabei erfolgt ein Rückgriff auf einen vorliegenden Datensatz von Grenzwerten, aus dem hervorgeht, wie stark die jeweilige Holzart sich elastisch verformen kann, bevor das Holz dauerhaft geschädigt wird, bzw. wie stark sich Bäume allgemein neigen können, bevor sie nicht mehr in ihre ursprüngliche Position zurückkehren können (vgl. *Stuttgarter Festigkeitskatalog*<sup>1</sup>). Die eingeleitete Last bleibt während des Versuches weit unterhalb der Last, die zu Zerstörungen führen würde. Aufgrund der Hochrechnung (Extrapolation) der gemessenen Zusammenhänge kann dann vorhergesagt werden, bei welcher Belastung der Baum an den Messpunkten versagen würde.

Diese Werte können in der Folge mit den abgeschätzten realen Wind- oder Gewichtskräften ins Verhältnis gesetzt werden. Somit lässt sich ein Sicherheitswert errechnen, der in der Form eines Faktors angegeben werden kann, mit dem die maximale zu erwartende Belastung des Baumes multipliziert werden müsste, um die Versagenslast zu erreichen – die Versagenslast wird angegeben in der Einheit der maximal zu erwartenden Last. Ein Baum gilt dann als sicher, wenn er mindestens die 1,5-fache Orkanlast bzw. Orkan- und Gewichtskraft- ertragen könnte, ohne geschädigt zu werden. Insofern wird ein Sicherheitszuschlag der halben, maximal zu erwartenden Belastung gefordert (plus 0,5).

---

<sup>1</sup> WESSOLLY, L.; ERB, M.; 2014: Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle, Patzer Verlag, Berlin.

## 1.2 Langform

Bei einem Zugversuch wird der Baum mittels eines Seiles und eines Greifzuges auf Biegung belastet. Messgeräte erfassen die eingeleitete Zuglast sowie die damit einhergehende Neigung der Wurzeltellerplatte. Ebenso wird die Dehnung oder Stauchung (Verformung) an ausgewählten Punkten des Stammes simultan erfasst.

In einem ersten Schritt der Analyse wird theoretisch ermittelt, welche Last zu einem Versagen des Baumes durch Brechen oder Kippen führen würde. Zurückgegriffen wird auf bekannte Materialkennwerte grüner Hölzer (vgl. Stuttgarter Festigkeitskatalog). Diese Werte geben an, ab welcher Verformung gesundes Holz der jeweiligen Baumart dauerhaft geschädigt wird. Ebenso liegen Erfahrungswerte vor, ab welcher Neigung Bäume im Allgemeinen umkippen (verallgemeinerte Kippkurve<sup>2</sup>).

Die an den Bäumen im zerstörungsfreien Bereich gemessenen Werte werden schließlich durch Extrapolation (rechnerische Fortschreibung) der gemessenen Zusammenhänge von Last und Verformung bzw. von Last und Neigung bis zu den theoretisch ermittelten Grenzwerten hochgerechnet. Das Ergebnis der Extrapolation bildet die spezifische Versagenslast für das untersuchte Gewebe des jeweiligen Baumes ab.

In einem zweiten und unabhängigen Schritt wird die Last abgeschätzt, die während eines Orkans auf den Baum wirken würde. Dazu finden die Ausmaße des Baumes (Stammdurchmesser, Höhe, Breite), dessen Schwingungsverhalten sowie bestimmte aerodynamische Eigenschaften Berücksichtigung. Als Rechengrundlage dafür fungiert eine im Bauwesen verwendete Norm<sup>3</sup>. Diese Abschätzung liefert den Maßstab zur Beurteilung der extrapolierten Messwerte. Als Ergebnis beider Teilanalysen lässt sich das Verhältnis von Versagenslast zur Orkanlast angeben, das am Standort für den Baum zu erwarten wäre. Liegt die Versagenslast über der abgeschätzten Orkanlast, so gilt zuzüglich

---

2 Ebd.

3 Windlastnorm DIN 1055-4

eines Sicherheitszuschlages von 50 Prozent der Baum als sicher (1,5-fache Sicherheit).

Das Programm, mit dem die Windbelastung abgeschätzt wird, verfügt über mehrere Einstellungsfunktionen: Mit dem „*linearen Expositionsfaktor*“ wird die Abdeckung im unmittelbaren Umfeld durch andere Bäume berücksichtigt. Um den großräumlichen Standort zu beschreiben, lassen sich verschiedene Geländeszenarien auswählen: die „*freie Landschaft*“, die „*Vorstadt*“ und die „*Stadt*“. Die Kategorien verrechnen die unterschiedliche Rauheit des Geländes und damit auch ein unterschiedliches Verhältnis von Grundwindgeschwindigkeit (10 Min. Mittel) zur Böenwindgeschwindigkeit (5 Sek. Mittel). Je rauer das Gelände ist, desto größer werden die Turbulenzen, die Grundwindgeschwindigkeit nimmt hingegen ab. Die Gesamtbelastung nimmt dann aber von „*freier Landschaft*“ über „*Vorstadt*“ zur „*Stadt*“ hin ab. Weiterhin lassen sich mit einem „*quadratischen Faktor für bodennahe Strömungen*“ Düseneffekte berücksichtigen, wie sie bspw. in Häuserschluchten sowie auf Bergkuppen anzutreffen wären.

Mit der sogenannten Grundsicherheit wird lediglich ein fiktiver Wert (Erwartungswert) aufgeführt<sup>4</sup>. Dieser Wert geht nicht in die Berechnung der Sicherheitswerte mit ein, sondern dient nur zur groben Abschätzung des Grades des statischen Abbaus. Die Grundsicherheit führt an, um welchen Faktor die spezifische Orkanlast, die auf diesen Baum wirkt, bzw. um welchen Faktor die gesamte Biegebelastung durch Orkanwind sowie Gewicht bei einem schrägen Bäumen, erhöht werden müsste, um den statisch intakten Baumstamm in 1 m Höhe zu schädigen. Der Wert für den Stammbruch wird auf das Wurzelwerk übertragen.

---

<sup>4</sup> <sup>4</sup> Es handelt sich dabei um eine höchst umstrittene *Heuristik*, die in dem Ergebnis einer lebendigen Gestaltbildung durch Bäume eine statisch optimierte „*Idealgestalt*“ erkennen will. Unter dieser Voraussetzung kann das Teil das Ganze repräsentieren; der Baum wird als *Kette gleich fester Glieder* betrachtet. Diese – eigentlich- MATTHECKSCHE Grundannahme wird hier implizit selbst von dessen Gegnern in Beschlag genommen. Inwiefern sich in dieser Annahme nur eine universelle kognitive Grundstruktur des analogen Denkens einschleicht (*pars pro toto*); oder ob sie sich mit einer allgemeinen, zweckmäßigen Organisation von Lebewesen über die Begrifflichkeit der Biologie rechtfertigen ließe, sei hier nicht weiter besprochen.