

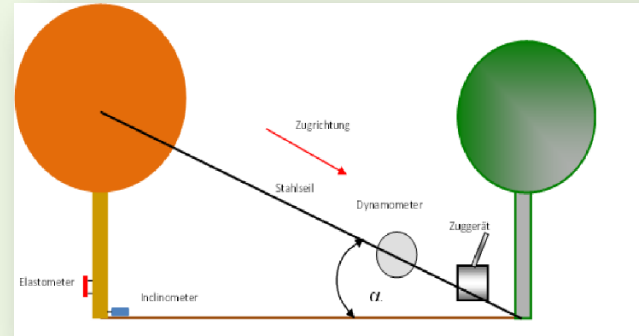


Erläuterungen zur Ermittlung der Bruch-, bzw. Standsicherheit mit Hilfe von Zugversuchen

In Stürmen werden Stämme als und Äste von Bäumen Biegebelastungen ausgesetzt. Auch der stammnahe Wurzelbereich, die sog. Wurzelplatte, kann angehoben oder deformiert werden. Bäume reagieren demnach auf Windbelastungen.

Wird die Sturmkraft durch Zugversuche simuliert, kann die Reaktion des Baumes im Stamm- und Wurzelbereich mit hochauflösenden Messinstrumenten gemessen werden.

Die Ergebnisse aus den Messungen werden anschließend in einer Spezialsoftware mit den errechneten Windlasten verrechnet und mit Grenzkriterien verglichen.



Zugversuchsaufbau

Zwischen der Baumkrone des zu untersuchenden Baumes und einem Widerlager wird ein Stahlseil eingebaut, das mit einer Kraftmessdose (**Dynamometer**) verbunden laufend den Lasteintrag während des Zugversuchs misst.

Am Stamm werden gleichzeitig Dehnungsmessgeräte (**Elastometer**) angebracht, um die Dehnung der lastabtragenden Randfasern zu messen.

Im Stammfußbereich, knapp über dem Boden, werden Winkelmessgeräte (**Inclinometer**) befestigt, um während des Zugversuchs laufend die Kippwinkel der Boden- Wurzel-Matrix zu messen.

Auswertung

Berechnung der Windangriffsfläche mit der Spezialsoftware „**Arbostat**“.



Ein Foto des Baumes in Richtung der Zugachse wird übertragen und der Kronenrand wird digitalisiert, um die Windangriffsfläche des Baumes zu ermitteln.

Bei einem Sturm werden aufgrund der Rauigkeit der Bodenoberfläche die einzelnen Baumbereiche unterschiedlich stark belastet, dabei gilt, dass die oberen Kronenbereiche exponentiell stärker belastet werden als die bodennahen Bereiche.

Um die Verkehrssicherheit eines zu untersuchenden Baumes berechnen zu können, ist einerseits die Windlast und andererseits die Reaktion des Baumes anhand zahlreicher Parameter zu ermitteln.

Im Einzelnen sind dies:


Windparameter:

- Windgeschwindigkeit (Windzonen gemäß EN 1 1991-1055)
- Böengeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Geländehöhe
- Geländekategorie (Küste, windexponierter Standort, Vorstadt, Stadt)
- Geländeexponent
- Expositionsfaktor
- Nachbarschaftsfaktor

Baumparameter:

- Baumhöhe
- Stammdurchmesser an der Messposition
- Rindendicke
- Höhe des Kronenansatzes
- Materialeigenschaften von grünem Holz (z.B. Druckfestigkeit, Elastizitätsgrenze, Rohdichte...)
- Kronenform
- Windwiderstandsbeiwert der Baumkrone (cw-Wert)
- Formfaktor

Ergebnis der Windlastanalyse

| Windlastanalyse analog DIN 1055-4 | | | |
|--|------------------------|---|------------------------|
| Baum Nr. 1 | | Arbortag 1 | |
| Projekt | | Standort | |
| Projektname | Bischofshofen | | |
| Projektnummer | 1 | | |
| Datum Untersuchung | 28.07.2014 | Bischofshofen, Österreich | Höhe über NN 500 m |
| Baumdaten | | angesetzte Materialrichtwerte | |
| Baumart | Tilia x europea | nach | Tilia x vulgaris |
| Stammumfang | 245 cm | Quelle | Stuttgart |
| Stammdurchmesser in 1m Höhe | 76,5 cm | Druckfestigkeit | 17 MPa |
| Rindendicke | 77 cm | E-Modul | 4500 MPa |
| Baumhöhe | 2 cm | Grenzdehnung | 0,38 % |
| | 20 m | Rohdichte | 0,84 g/cm ³ |
| Baumsilhouette | | | |
|  | | Lastrichtung | 0 |
| | | Flächenanalyse | |
| | | Kronenansatz | 5,2 m |
| | | effektive Höhe nach DIN | 14,1 m |
| | | Gesamtfläche | 159 m ² |
| | | Exzentrizität der Krone | 0,31 m |
| | | angenommene Strukturparameter | |
| | | Windwiderstandsbeiwert | 0,25 |
| | | Eigenfrequenz | 0,38 Hz |
| | | Dämpfungsdekrement | 0,59 |
| Formfaktor Eigengewicht | 0,8 | | |
| angesetzte Standortrichtwerte | | | |
| Windzone | 117 km/h | | |
| Geschwindigkeit des Bemessungswindes | 22,5 m/s | | |
| Luftdichte | 1,21 kg/m ³ | | |
| Geländekategorie | Vorstadt | | |
| Exponent Windprofil | 0,22 | | |
| Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung | 1,1 | | |
| Expositionsfaktor Krone | 1,00 | | |
| Ergebnis | | | |
| Windlastanalyse | | Baumstatische Analyse | |
| mittlerer Winddruck | 9,6 kN | Eigengewicht Baum | 5,6 t |
| Böenreaktionsfaktor | 2,63 | kritischer Hohlungsgrad | 79 % |
| Lastschwerpunkt | 12,5 m | kritische Restwandstärke bezogen auf eine geschlossene Schale | 8 cm |
| Torsionsmoment | 8 kNm | Grundsicherheitsfaktor | 2 |
| Bemessungswindmoment | 313 kNm | | |
| Allgemeines | | | |
| Anmerkungen | | | |

Die Ergebnisse der Windlastanalyse werden durch das Windlastmoment und die Grundsicherheit des untersuchten Baumes unter der Last von Orkanböen repräsentiert.

Das Windlastmoment ist Grundlage für die Verrechnung der Messungen der einzelnen Messinstrumente (Dynamometer, Elastometer und Inclinometer).

Die Grundsicherheit beschreibt die Bruchsisicherheit eines intakten Baumstammes und wird als Vergleichsmaßstab zu einem vorgeschädigten Baum herangezogen.

Messinstrumente

Dehnungsmessgerät – Elastometer

Die Messnadeln werden durch die Rinde gedrückt und auf den lastabtragenden Holzkörper gesteckt. Die Messgenauigkeit zwischen den Messnadeln beträgt 1/1000 mm.



Neigungsmessgerät-Inclinometer

Dieses Messgerät wird bodennah an der Stammbasis am Stamm mit einem Tragrahmen aufgesetzt. Die Messgenauigkeit beträgt 1/500 Grad.

Kraftmessdose – Dynamometer

In diese Kraftmessdose ist ein Winkelmesser integriert, um die Ablenkung des Zugseiles aus der Horizontalen zu messen. Die Messgenauigkeit beträgt 10 daN (10 kp)



Die Messdaten aller Geräte werden während der Messungen zu einer Zentraleinheit gefunkt und in einer Datei abgelegt

Zusammenfassung

Baumstatik ist eine noch junge Disziplin des Fachbereichs Baumpflege. Sie folgt international gültigen Maßstäben der Ingenieurwissenschaften. Bäume sind natürliche Tragwerke und müssen Stürmen widerstehen, indem sie Windkräfte über den Stamm in den Boden abtragen.

Ohne die am Baum auftretenden Windlasten und die Materialeigenschaften des Holzes der jeweiligen Baumart zu kennen, ist eine seriöse Sicherheitsaussage nicht möglich.

Stammbohrungen oder auch Schalltomogramme alleine sind keine belastbare Grundlage für Sicherheitsaussagen, da sie lediglich auf die Messung der Form des Stammes oder des Stamminneren, also die lastabtragende Geometrie, begrenzt sind. Baumfreundliche Untersuchungsmethoden, wie die Schalltomographie liefern nur in Kombination mit einer Windlastabschätzung nachvollziehbare Ergebnisse.

Zugversuche in Kombination mit einer ingenieurwissenschaftlich basierten Auswertung liefern eine nachvollziehbare, belastbare Sicherheitsaussage.

Erreicht ein Baum nicht die erforderlichen Sicherheitsanforderungen, kann im Zuge der Auswertung ein fiktiver Rückschnitt simuliert werden, der zusammen mit einer Machbarkeitsprüfung die Basis für fachgerechte und baumverträgliche Kronenrückschnitte bilden kann.