

Sachverständigengutachten

**Beurteilung der Verkehrssicherheit an einer Flatter-Ulme,
Durchführung eines Zugversuches sowie bildgebender Verfahren**

Liegenschaftsbezug: 26474 Spiekeroog, Norderloog 23

Leistungserbringungszeitraum: 09.04.2024 bis 08.05.2024

Ausfertigung gedruckt: _____

Ausfertigung digital: PDF, qualifiziert elektronisch signiert

Projekt-Nr.: n-2023-11-29-004

Auftrag vom: 15.02.2024

Gutachten Nr.: 20240507_1531

Gutachtensdatum: 08.05.2024

Korrekturzyklus: /

Auftraggeber: Ing.- & Sachverständigenbüro
Andreas Block-Daniel
Riekestraße 19
28359 Bremen

Auftragnehmer: naturum GmbH & Co. KG
Arberger Heerstraße 25
28307 Bremen
Tel. 0421- 33 61 89 90
Fax. 0421-48 40 68 29

**Sachverständiger/
Honorargutachter:** Olav Johswich
von der Handelskammer Bremen – IHK für Bremen und Bremerhaven
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Baumpflege, Verkehrssicherheit von Bäumen und
Baumwertermittlung



INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ANLASS UND ZIEL DES GUTACHTENS | 4 |
| 2 | THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND METHODIK | 5 |
| 2.1 | VISUELLE BEURTEILUNG VON BÄUMEN | 5 |
| 2.1.1 | <i>Vitalitätsbestimmung</i> | 5 |
| 2.1.2 | <i>Visuelle Baumkontrolle</i> | 6 |
| 2.1.3 | <i>Altersbestimmung</i> | 6 |
| 2.2 | EINGEHENDE UNTERSUCHUNGEN | 6 |
| 2.2.1 | <i>Bohrendes Verfahren</i> | 6 |
| 2.2.2 | <i>Bildgebende Verfahren</i> | 7 |
| 2.2.3 | <i>Baumstatische Untersuchung – Zugversuch</i> | 9 |
| 2.2.4 | <i>Direkter Nachweis der Bruch- und Standsicherheit</i> | 11 |
| 3 | EINGANGSDATEN | 13 |
| 3.1 | ORTSTERMIN | 13 |
| 3.2 | STANDORTBESCHREIBUNG | 13 |
| 3.3 | BAUMAUFNAHME | 14 |
| 3.3.1 | <i>Baumdaten</i> | 14 |
| 3.3.2 | <i>Fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme</i> | 14 |
| 4 | DURCHFÜHRUNG EINGEHENDER UNTERSUCHUNGEN | 17 |
| 4.1 | METHODENDISKUSSION | 17 |
| 4.2 | ANWENDUNG DES ZUGVERSUCHES | 17 |
| 4.2.1 | <i>Tab. 4. - Parameteranpassung:</i> | 18 |
| 4.3 | BERÜCKSICHTIGUNG DER AUSWIRKUNG DER KRONENEXZENTRIZITÄT | 19 |
| 4.4 | BETRACHTUNG DER EINZELWERTE – NACHWEIS DER MESSPUNKTE | 20 |
| 4.4.1 | <i>Lastrichtung LR1 – Nord, Standsicherheit</i> | 20 |
| 4.4.2 | <i>Lastrichtung LR1 – Nord, Bruchsicherheit</i> | 21 |
| 4.4.3 | <i>Lastrichtung LR2 – Ost, Standsicherheit</i> | 22 |
| 4.4.4 | <i>Lastrichtung LR2 – Ost, Bruchsicherheit</i> | 23 |
| 4.5 | DURCHFÜHRUNG BILDGEBENDER VERFAHREN | 24 |
| 4.6 | ERGEBNISSE DER BILDGEBENDEN VERFAHREN | 26 |
| 5 | BEURTEILUNG | 27 |
| 5.1 | ERGEBNIS DER VISUELLEN UNTERSUCHUNG | 27 |
| 5.2 | ERGEBNIS DES ZUGVERSUCHES | 27 |



| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.2.1 | Messwerte für Windzone D4, 50-jähriges Ereignis..... | 27 |
| 5.3 | ERGEBNIS DER BILDGEBENDEN VERFAHREN | 29 |
| 6 | SCHLUSSFOLGERUNG UND MAßNAHMENEMPFEHLUNG | 29 |
| 6.1 | WÜRDIGUNG DER ERGEBNISSE | 29 |
| 6.2 | MAßNAHMEN ZUR HERSTELLUNG DER VERKEHRSSICHERHEIT..... | 31 |
| 6.3 | WEITERE BAUMSACHVERSTÄNDIGE BEGLEITUNG | 34 |
| 6.3.1 | Nachuntersuchungen | 34 |
| 6.3.2 | Regel- und Zusatzkontrollen..... | 34 |
| 6.4 | ZEITLICHE PRIORISIERUNG DER MAßNAHMEN..... | 35 |
| 7 | HILFSMITTEL..... | 36 |
| 8 | KORREKTUREN | 36 |
| 9 | SCHLUSSBEMERKUNG..... | 37 |
| 10 | ALLGEMEINER ANHANG - FACHBEGRIFFE | 38 |
| 10.1 | REGELWERKE / VERWENDET FACHBEGRIFFE..... | 38 |
| 10.1.1 | Baumkontrollrichtlinien (2020)..... | 38 |
| 10.1.2 | Regel- und Zusatzkontrollen | 38 |
| 10.1.3 | Baumuntersuchungsrichtlinien (2013) | 38 |
| 10.1.4 | ZTV-Baumpflege (2017)..... | 38 |
| 10.2 | VERKEHRSSICHERUNGSPFLICHT | 41 |
| 10.2.1 | Grundlagen..... | 41 |
| 10.2.2 | Handlungsbedarf..... | 41 |
| 11 | SPEZIFISCHER ANHANG: LITERATURVERZEICHNIS..... | 42 |
| 12 | SPEZIFISCHER ANHANG – GRUNDLAGEN ZUGVERSUCH | 44 |
| 12.1 | WINDSTÄRKENSKALA NACH BEAUFORT..... | 44 |
| 12.2 | WINDZONENKARTE | 45 |
| 12.3 | WINDLASTANALYSEN UND MESSWERTE ZUGVERSUCH | 46 |



1 Anlass und Ziel des Gutachtens

Am 15.02.2024 wurde die Baumsachverständigen- und Beratungsgesellschaft *naturum GmbH & Co. KG*, im Folgenden *naturum* genannt, von vorbezeichnetem Auftraggeber damit beauftragt, eine Flatter-Ulme auf der Liegenschaft *Norderloog 23 auf Spiekerooog* eingehend zu untersuchen.

Der Baum wird seit Jahren durch den auftraggebenden Sachverständigen betreut. Das letzte Gutachten datiert vom 01.08.2022.

Die hier zu untersuchende Ulme weist eine sehr stark asymmetrische Krone in Richtung Osten auf. Im unteren Stammfußbereich ist eine massive Stammfäule zu Tage getreten. Der Stamm zeigt sich zwischen den starken Wurzelanläufen teilweise deutlich zersetzt.

Aufgrund der Fäuleentwicklung im unteren Stamm- und im Stammfußbereich sowie des starken einseitigen Lastüberhangs in Richtung der Wege *Norderloog* und *Slurpad* sollte zur zweifelsfreien Abklärung der Standsicherheit sowie der Bruchsicherheit ein Zugversuch durchgeführt werden.

Der Bereich der unteren Wurzelanläufe sollte zudem aus differenzialdiagnostischer Sicht mittels bildgebender Verfahren untersucht werden.



2 Theoretische Grundlagen und Methodik

2.1 Visuelle Beurteilung von Bäumen

2.1.1 Vitalitätsbestimmung

Die Beurteilung der Vitalität eines Baumes erfolgt mittels visueller Einschätzung vom Boden aus. Unter der Vitalität eines Baumes versteht man die nach außen sichtbare Wuchs- und Lebenskraft, die sogenannte Wuchspotenz.

Nachdem lange Jahre zur Bestimmung der Vitalität die Systematik nach ROLOFF (1993) verwendet wurde, die vornehmlich auf das Verzweigungsmuster, das Triebängenwachstum und die Belaubungsdichte abstellte, sind hierzu in den letzten Jahren fachliche Diskussionen zur Anpassung der Methode aufgekommen. ROLOFF, WEIHS und RUST haben hierzu publiziert (2019). Wichtiger weiterer Ansatz scheint auf jeden Fall die Berücksichtigung der altersbedingten Entwicklungsphase des Baumes, aber auch stark eingreifende Schnittmaßnahmen zu sein.

Eine abschließende fachliche Festlegung auf einheitliche Parameter zwecks Vergleichbarkeit von Vitalitätsaussagen ist noch nicht erfolgt.

Der Unterzeichner hat sich in seiner täglichen Praxis dazu entschieden, einen Mittelweg zu wählen und geht hier wie folgt vor:

Die Bewertung erfolgt nach wie vor in einer vierstufigen Skala:

Vitalitätsstufe VS = 0 gesund

Vitalitätsstufe VS = 1 leicht geschädigt

Vitalitätsstufe VS = 2 deutlich geschädigt (Stagnation)

Vitalitätsstufe VS = 3 stark geschädigt (Degression)

Es können auch feinere Abstufungen in halben Schritten (z. B. VS 1-2 oder VS 1,5) vorgenommen werden.

Zusätzlich zu den vorgenannten Kriterien werden auch weiche Faktoren wie die Einschätzung des sekundären Dickenwachstums, Bildung von Kompensationsholz, Tothholzbildung und natürliche Veränderungen des Verzweigungsmusters je nach Alter des Baumes Eingang in die Beurteilung der Vitalität finden.

Die von ROLOFF 2015 im Jahrbuch der Baumpflege veröffentlichten Vitalitätsstufen VS-S für stark geschnittene Bäume bis 5 Jahre nach der Maßnahme sowie der Vitalitätsstufe VS-K für gekappte Bäume sind dem Sachverständigen bekannt, werden aber eher selten angewandt und ggf. gesondert kommentiert.



2.1.2 Visuelle Baumkontrolle

Die visuelle Baumkontrolle erfolgt durch eine fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme durch den Baumkontrolleur, unter Berücksichtigung der Baumkontrollrichtlinien 2020 der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V. (FLL). Hierzu bedarf es einer Person, die über die ausreichende Fachkenntnis verfügt. Es wird hierbei insbesondere die äußere Erscheinungsform des Baumes beurteilt. Es findet die Beurteilung möglicher Defektsymptome und deren Dokumentation statt. Sollte der Baumkontrolleur zu der Erkenntnis gelangen, Anhaltspunkte für eine Einschränkung der Verkehrssicherheit in visuell nicht zugänglichen Bereichen zu haben, so ist eine eingehende Untersuchung mit entsprechenden Diagnosemitteln durchzuführen (siehe nachfolgendes Kapitel 2.2).

Die Baumkontrolle wird mittels geeigneter Verfahren analog oder digital dokumentiert.

2.1.3 Altersbestimmung

Die Altersbestimmung wird grob überschlägig unter Anwendung der Alterswertberechnung nach MITCHELL (1979) geschätzt. Vereinfachter Weise wird der Stammumfang durch 2,5 geteilt. Nachfolgend wird sachverständig die Plausibilität geprüft und unter Berücksichtigung des Standortes Abschlüge oder Zuschläge vorgenommen.

Dies Verfahren eignet sich nicht für Fragestellungen, bei denen es auf die exakte Altersbestimmung ankommt. Abweichungen bei Altbäumen von + / - 20 Jahre sind keine Seltenheit.

2.2 Eingehende Untersuchungen

Bei einer eingehenden Untersuchung wird grundsätzlich zwischen verletzenden und verletzungsfreien Methoden unterschieden, die je nach Situation zum Einsatz kommen.

2.2.1 Bohrendes Verfahren

Hierbei wird mittels eines Bohrwiderstandsmessgerätes mit einer in der Regel ca. 2-3 mm starken Nadel ein Loch in das Holz gebohrt. Der Widerstand des Holzes im Vergleich zur Vortriebskraft lässt eine punktuelle Beurteilung der Holzfestigkeit und ggf. vorhandener Hohlräume zu. Es handelt sich hierbei um eine schnelle und kostengünstige Methode, die jedoch von eingeschränkter Aussagekraft für die Gesamtbeurteilung des jeweiligen Baumes ist. Diese Methode ist nicht verletzungsfrei und kann möglicherweise Abschottungszonen im Baum treffen und Brücken für holzerstörende Pilze in noch gesundes Holz verursachen. Gleichwohl eignet sich die Methode zur Verifizierung der Ergebnisse von z. B. bildgebenden Verfahren.

In Sonderfällen kann auch ein Bohrkern mit einem sogenannten Zuwachsbohrer entnommen werden. Dies geschieht z. B. dann, wenn vorherige Diagnosemethoden keine eindeutigen Ergebnisse lieferten. Durch die Entnahme einer Probe kann der Holzkörper durch Inaugenscheinnahme begutachtet werden.

Dieses Diagnoseverfahren wurde im vorliegenden Fall nicht angewendet.

2.2.2 Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren können unter Verwendung unterschiedlicher technischer Geräte wie z. B. der Schall- oder der Elektrowiderstandstomographie, eine Querschnittebene im Bereich einer Schadstelle eines Baumes abbilden. Die gemessenen Werte werden mithilfe eines Computerprogramms in farbige Bilder umgesetzt. Hieraus können mit Einschränkungen Rückschlüsse auf ggf. vorhandene Fäulnis gezogen werden. Diese Verfahren sind als verletzungsfrei zu bezeichnen.

In diesem Verfahren werden Messpunkte mittels kleinerer Nägel rund um den Baum in einer Ebene platziert. An diesen Messpunkten werden schallempfindliche Sensoren befestigt. Mittels eines Hammers werden Schallimpulse an einem Messpunkt eingeleitet und nachfolgend an den übrigen Messpunkten empfangen.

Aus der Laufzeitgeschwindigkeit zwischen den Messpunkten können Rückschlüsse auf den inneren Holzkörper gezogen werden.

Mithilfe einer Software werden die verschiedenen Laufzeiten in ein Schnittbild der Stammebene umgerechnet, sodass eine Visualisierung eventuell vorliegender Defekte im Stammesinneren möglich ist.

Abb. 2-1: Beispielbild, Anordnung des Schalltomographen am Stammfuß






Durch Anwendung des Triangulations-Verfahrens wurden die Strecken zwischen den einzelnen Messpunkten errechnet. Die Bestimmung der genauen Streckenlänge ist Grundlage für eine korrekte Auswertung der Schallmessung, da die Laufzeiten der Schallwellen mit den Strecken ins Verhältnis gesetzt werden.

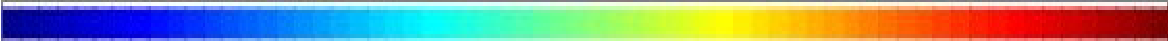


Hierbei gilt: Gesundes Holz leitet den Schall gut (kurze Laufzeit - hohe Schallgeschwindigkeit), geschädigtes Holz leitet den Schall schlecht (lange Laufzeit - niedrige Schallgeschwindigkeit). Da auch andere Schallbarrieren wie z. B. Risse das Ergebnis verfälschen können, ist ein hohes Maß an Erfahrung für die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse notwendig.

Die Laufzeitmessungen des Schalls (SoT) werden zur besseren Verständlichkeit in unterschiedliche Farben umgesetzt. Diese werden in der Regel wie folgt beurteilt:

| | |
|--|---|
|  | <u>Brauntöne</u> - hohe Schallgeschwindigkeiten, intaktes, tragfähiges Holz ohne Beeinträchtigung |
|  | <u>Grün</u> – mittlere Schallgeschwindigkeiten, Bereich beginnender Fäule, Übergangszone zwischen intaktem und defektem Holz, leichte Traglastminderung |
|  | <u>Lila & Blau</u> – stark geminderte Schallgeschwindigkeit, Bereich als nicht tragfähig zu beurteilen. Ursachen können vielfältig sein: Schallbarrieren, starke Fäule oder Höhlungen. |

Die gemessenen elektrischen Widerstände (des ERT) werden ausschließlich im Verhältnis zueinander dargestellt und nicht in absoluten Werten. Die Farbgebung ist wie folgt:

| | | |
|--|--|--|
|  | | |
| Blauer Bereich niedriger Widerstand, gute Leitfähigkeit | Grün-gelber Bereich mittlerer Widerstandsbereich | Orange-roter Bereich hoher Widerstand, z. B. trockene Bereiche oder Höhlungen |

Dieses Diagnoseverfahren wurde im vorliegenden Fall angewendet.

2.2.3 Baumstatische Untersuchung – Zugversuch

Zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen kann ein Zugversuch nach der Inclino- / Elastomethode durchgeführt werden. Relevant für eine Aussage zur Verkehrssicherheit ist die Beurteilung der Bruch- und Standsicherheit. Bruchsicherheit steht für die Fähigkeit eines Baumes, widrigen Witterungsbedingungen wie Wind, Regen oder Schneelasten zu widerstehen, ohne dass der Baum im Ganzen oder in Teilen bricht.

Die Standsicherheit steht für die Eigenschaft des Baumes, mechanischen Belastungen zu widerstehen, ohne dass das Wurzelwerk des Baumes sich aus der Bodenmatrix löst und er zu kippen beginnt.

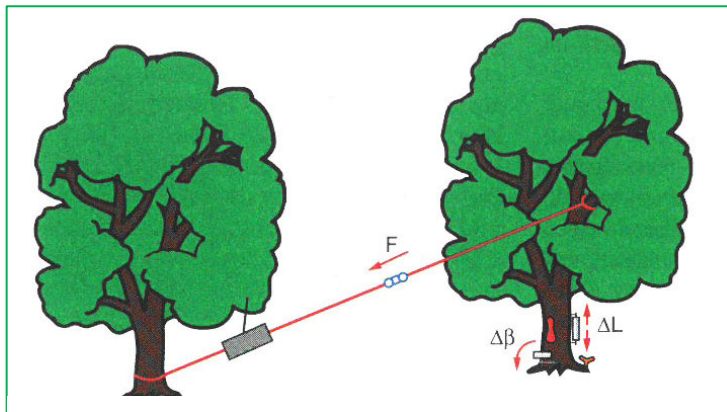


Abb. 2-2: Schematischer Aufbau Zugversuch

(Detter, A. & Rust, S. 2013)

Im Zuge des Versuchsablaufes wird der Baum einem statischen Belastungstest unterzogen.

Die Krafteinwirkung F wird mittels Kraftmessdose (Forcemeter) aufgezeichnet. Zudem werden zwei unterschiedliche Messgerätetypen am Baum angebracht. Der eine Gerätetyp misst die Dehnung bzw. die Stauchung der Randfasern des

Stammes im 1/1000 mm Bereich (Elastometer), der andere Gerätetyp zeichnet die Veränderung des Winkels der Wurzelplatte am Stammfuß im 1/500 Grad Bereich auf (Inclinometer). Die gewonnenen Werte können nachfolgend in Kombination mit einer standortspezifischen Windlastanalyse zu einer Sicherheitsabschätzung für den untersuchten Baum zusammengeführt werden.

Dieses Diagnoseverfahren wurde im vorliegenden Fall angewendet.



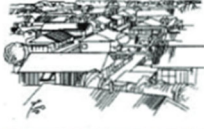
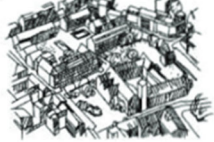
2.2.3.1 Windlastanalyse

Für eine Abschätzung der Lasten, denen ein verkehrssicherer Baum standhalten muss, werden die Windgeschwindigkeit am Standort und die Eigenschaften des Baumes im Wind in einer Windlastanalyse abgeschätzt.

Zur Bemessung der Windlasteinzugsfläche wird der Baum in der zu beurteilenden Richtung fotografisch erfasst und als vertikale Projektion in die Auswertungssoftware *arbostat* übertragen. Die Software kann über die Vermessung der Silhouette des untersuchten Baumes die Anströmfläche sowie den Lastschwerpunkt der Krone als auch mögliche Exzentrizitäten darstellen.

Winddrücke und Windgeschwindigkeiten, die an einem bestimmten Standort in Deutschland auftreten können, sind im nationalen Anhang zum Eurocode 1 (DIN EN 1991-1-4/NA) als repräsentative Windzonen angegeben und basieren auf langjährigen Wetterbeobachtungen.

In Deutschland hat sich ein System mit 4 Windzonen (D1 bis D4) etabliert, für welche jeweils die empirisch ermittelte Referenz-Windgeschwindigkeit (V_{ref}) gilt. Die Referenz-Windgeschwindigkeit wurde mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2 % pro Jahr festgelegt. Dies bedeutet, dass statistisch gesehen dieser Wert alle 50 Jahre nur einmal überschritten wird.

| | |
|---|---|
| Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse $z_0 = 0,01$ m |  |
| Geländekategorie II Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet $z_0 = 0,05$ m |  |
| Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder $z_0 = 0,30$ m |  |
| Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet $z_0 = 1,00$ m |  |

Zusätzlich zu den Windzonen wird noch eine Geländekategorie zur Berücksichtigung der Geländerauhigkeit einbezogen. In der DIN 1055- Teil 4 wird hierzu zwischen vier Geländekategorien unterschieden: I-offene See, II freie Landschaft, III Vorstadt und IV-Stadtgebiet (vgl. Abb. 2-3).

Abb. 2-3: Geländekategorien [DIN 1055-4, Tab. B1]

Für die Bauwerksberechnung werden in der DIN 1055-4 noch 2 Mischkategorien angegeben. Im fachlichen Konsens der mit Zugversuch befassten Baumsachverständigen werden diese Kategorien aber nicht angewendet. Stattdessen wird in der Regel in den Übergangsbereichen zwischen den Geländetypen bis zu 1000 m Entfernung die Kategorie mit der höheren Windbelastung in die Berechnung eingestellt.

Seit dem 01.07.2012 ist die DIN 1055- Teil 4 zur Berechnung schwingungswilliger Bauwerke nicht mehr gültig und wurde vom Eurocode 1 für Gebäudestatik abgelöst. Hierbei ersetzt ein Strukturbeiwert den Böenreaktionsfaktor. Da sich die Anwendung des Böenreaktionsfaktors auf die Übertragung der Rechenmodelle für Gebäudestatik laut Untersuchungen von KEN JAMES als gute Annäherung erwiesen hat, wird diesseits in Bezug auf die Baumstatik weiterhin die DIN 1055- Teil 4 angewendet.

Dies ist insoweit möglich, als dass der Sachverständige keine Planung für zukünftig zu erstellende Bauwerke übernimmt, sondern rückbetrachtend auf die bereits vorhandene und natürlich gewachsene Struktur schaut und diese in Anlehnung an die DIN 1055-4 versucht statisch nachzuvollziehen (reverse engineering).



2.2.3.2 Strukturparameter

Die Eigenfrequenz des Baumes, die sogenannte Resonanzschwingung und das Dämpfungsdekrement, also die Fähigkeit des Baumes, ein Aufschwingen abzufedern, sind Bestandteile des Böenreaktionsfaktors. Zudem wird noch der Windwiderstandsbeiwert (c_w -Wert) in die Berechnung eingestellt. Dieser geht als linearer Faktor zur Berücksichtigung der Verformung der Krone bei orkanartiger Windeinwirkung im Gegensatz zur Kronenform bei Windstille ein.

Je nach Standortsituation kann über den sogenannten Nachbarschaftsfaktor eine lokale Strömungsüberhöhung (z. B. Nähe zu einem großen Gebäude) oder über den Expositionsfaktor ein Abschirmungseffekt dargestellt werden.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sind durch den Sachverständigen Werte für die Strukturparameter des Baumes wie Eigenfrequenz und Dämpfungsdekrement und Standortrichtwerte hinsichtlich der Windbeeinflussung zu wählen.

2.2.3.3 Statische Grundsicherheit

Die Auswertungssoftware, hier die Software *arbostat*, verarbeitet die Gesamtheit der zusammengetragenen Werte zu einer ganzheitlichen Berechnung, die als Grundlage zur Einschätzung der statischen Grundsicherheit dient.

Die statische Grundsicherheit beschreibt die Widerstandsfähigkeit des Baumes bei voller Windlast in dem hypothetischen Zustand, dass dieser Baum an diesem Standort ohne jeden Schaden sei.

2.2.4 Direkter Nachweis der Bruch- und Standsicherheit

Bis zum Erreichen der jeweils eingeleiteten Windersatzlast während des Zugversuches sind Bruch- und Standsicherheit in den messtechnisch untersuchten Bereichen faktisch durch Zugbelastung nachgewiesen.

Die prozentuale Angabe der Windersatzlast wird in Bezug auf das zugrundeliegende Maximal-Windereignis in einem vereinfachten Verfahren in eine Windstärke der Beaufort-Skala (siehe Anhang Punkt 12.1) umgerechnet, damit der Leser des Gutachtens eine bessere Vorstellung zur tatsächlichen Belastung entwickeln kann.

Die errechneten Werte der erreichten Windersatzlast unter Anwendung des Zugversuches müssen korrigiert werden, wenn Windgeschwindigkeiten unter 19 m/s (70 km/h) simuliert wurden.



Zur Erklärung: Der c_w -Wert (siehe 2.2.3.1) der Baumkrone hat einen Einfluss auf die Berechnung des Bemessungswindmomentes, da er sich auf den Widerstand der Baumkrone im Wind auswirkt. Da es sich bei der Baumkrone um ein flexibles Gebilde handelt, verändert sich der c_w -Wert je nach Stärke des einwirkenden Windes.

Der in den Berechnungen des Maximal-Windereignisses verwendete c_w -Wert bezieht sich auf Windgeschwindigkeiten ab 19 m/s, da der c_w -Wert dann durch Verformung der Äste am geringsten ist und auch bei höheren Geschwindigkeiten konstant bleibt.

3 Eingangsdaten

3.1 Ortstermin

Am 09.04.2024 wurde die gutachtenegegenständliche Flatter-Ulme vom unterzeichnenden Sachverständigen mittels Zugversuch eingehend untersucht. Zur Unterstützung des Sachverständigen war sein Kollege Herr Steffen Lüssing zugegen. Der beauftragende Sachverständige Herr Block-Daniel war ebenfalls vor Ort.

3.2 Standortbeschreibung

Die hier zu untersuchende Ulme steht im Bereich der Straße *Norderloog 23, Spiekerogg* an der Ecke zum *Slurpad*. Die imposante Ulme wächst mit breiter, niedriger und einseitig ausgeprägter Krone annähernd solitär an vorbezeichnetem Standort und kann als ortsbildprägender Altbaum klassifiziert werden. Dem Vernehmen nach ist die Krone durch Windschur so einseitig gewachsen.

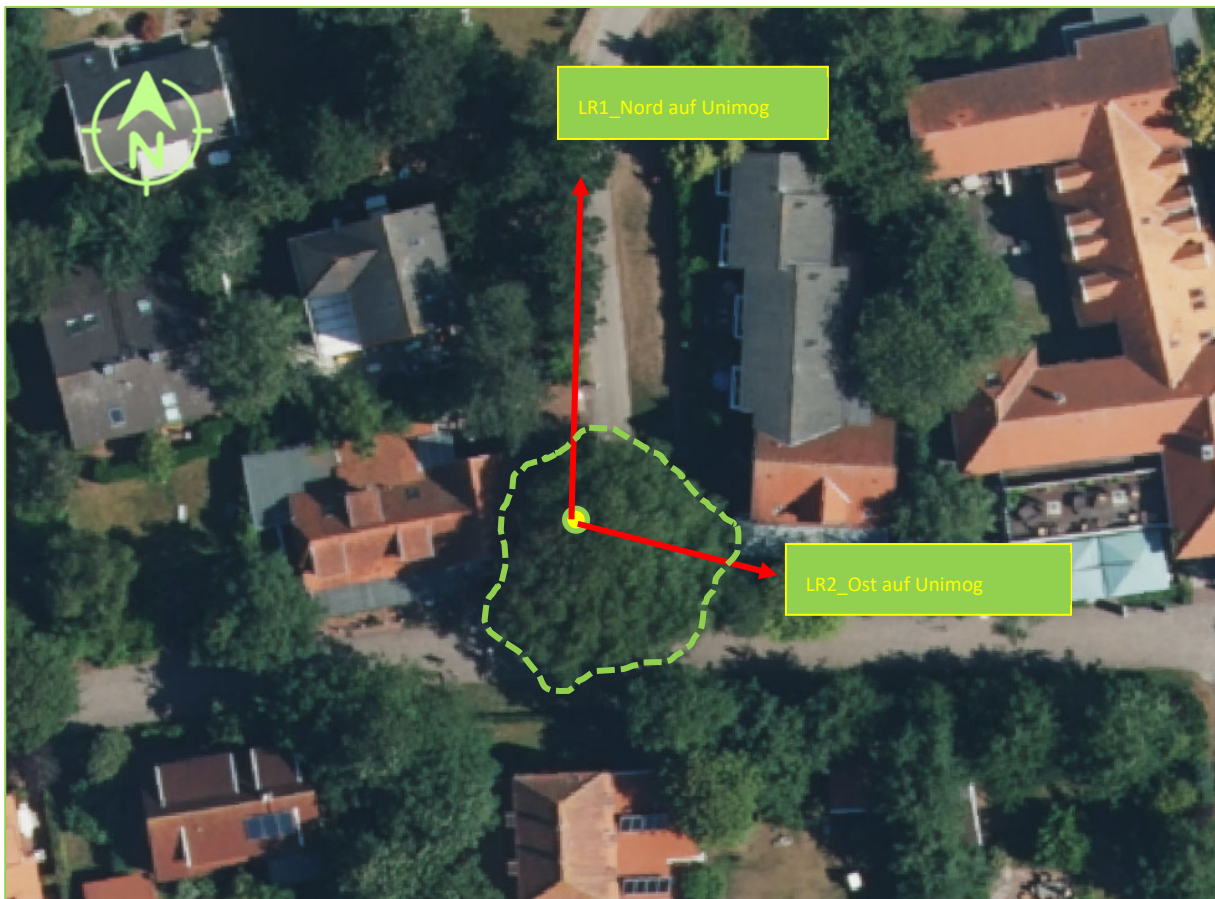


Abb. 3-1: Lageplan der Örtlichkeit, Quelle: LGLN [2024]

Der Baum wurde in zwei Richtungen belastet. Diese sind in der Abbildung 3-1 mit roten Pfeilen gekennzeichnet. In Lastrichtung (LR) 1 wurde nach Nord und in Lastrichtung (LR) 2 nach Osten gezogen. Als Widerlager wurde ein Unimog der Feuerwehr Spiekerogg genutzt.



3.3 Baumaufnahme

3.3.1 Baumdaten

Baumnummer: 01

Baumart: Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*); die Baumartbestimmung wurde vom Sachverständigen Block-Daniel übernommen.

| | 2024 |
|---------------------------|-----------|
| Baumhöhe [m] | 14 |
| Stammumfang [cm] | 343 |
| LR1_Nord | |
| Stammdurchmesser [cm] | 109 / 116 |
| Statische Grundsicherheit | 8 |
| LR2_Ost | |
| Stammdurchmesser [cm] | 116 / 109 |
| Statische Grundsicherheit | 3,8 |

Die Baumhöhe wurde mittels Laser-Höhenmessgerät vom Boden aus gemessen. Es wurden 3 verschiedene Messungen vorgenommen, die gemittelt wurden. Es wird im Folgenden auf diese Höhenmessung abgestellt. Auf die Unwägbarkeiten hinsichtlich der Genauigkeit der Höhenmessung und der sich daraus ergebenden Konsequenzen sei hiermit hingewiesen. Im Zweifelsfall wird eine größere Höhe angenommen, um die Sicherheitsfaktoren nicht zu überschätzen.

Der Stammumfang wurde in 1 m Höhe gemessen. Der Baum befindet sich in der Altersphase.

3.3.2 Fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme

An dieser Stelle werden neben den dendrologischen Grunddaten nur die für diese Begutachtung relevanten Aspekte stichpunktartig aufgeführt:

- I. Der Habitus der Ulme fällt unmittelbar als Besonderheit ins Auge. Der einseitige und gedrungene Wuchs ist nicht arttypisch für einen annähernd solitär gewachsenen Baum (vgl. Abb. 3-2). Die Krone ist deutlich breiter als hoch, die Krone hat sich offensichtlich deutlich nach Osten hin entwickelt. Gleichwohl ist eine Veränderung der Kronenentwicklung in den letzten Jahrzehnten zu erkennen (vgl. Abb. 3-3).

- II. Der untere Stamm- und Stammfußbereich ist bis in eine Höhe von etwa 110 cm ostseitig (druckseitig) zwischen den Wurzelanläufen eingefault (vgl. Abb. 3-4) und weist einen sehr starke Hohlklang auf.
- III. In etwa 200 cm Höhe weist der Baum auf der Nord-Westseite eine Einfaulung auf, die bis zu 30 cm tief sondiert werden kann (vgl. Abb. 3-5).



Abb. 3-2: Gesamtansicht von Norden (Lastrichtung 1) mit deutlich einseitiger Kronenausprägung.



Abb. 3-3: Ansicht der Ulme vor Jahrzehnten; Bild wurde vom Auftraggeber ohne weitere Quellenangabe zur Verfügung gestellt. Die Veränderung der Wuchsform mit Tendenz nach oben ist deutlich zu erkennen.



Abb. 3-4: Ostseitige, offene Stammfäule bis in 110 cm Höhe.



Abb. 3-5: Nord-Westseitige Faulstelle mit Sondierstab in etwa 200 cm Höhe.



4 Durchführung eingehender Untersuchungen

4.1 Methodendiskussion

Im Zuge dieser Gutachtenerstellung wurde die ZUGVERSUCHS-METHODE angewendet, um eine ganzheitliche Betrachtung der Bruch- und vor allem der Standsicherheit vornehmen zu können. Zum Zwecke der Differenzialdiagnose wurde der Stammfußbereich zudem mittels bildgebender Verfahren, hier Schall- und Elektrischer Widerstandstomographie, begutachtet.

Die Untersuchungen stellen eine Momentaufnahme eines jeden Baumes dar, die nur für diese Situation zum Zeitpunkt der Untersuchung Gültigkeit hat. Ziel der Messungen ist es, die schwächste Stelle in der untersuchten ‚Konstruktion‘ zu finden, um Aussagen über ein mögliches Versagen zu treffen. Daher werden in der Beurteilung und Würdigung der Ergebnisse auch nur diese Messwerte verwendet.

4.2 Anwendung des Zugversuches

Die Ulme wurde in zwei Richtungen gezogen. Der angestrebte Sicherheitsfaktor wurde im vorliegenden Fall von üblicher Weise 1,5 auf 2,0 hochgesetzt, da die Kronenexzentrizität sowohl im Hinblick auf die einseitige Dauerbelastung sowie mit Hinblick auf mögliche Torsionskräfte in besonderem Maß zu berücksichtigen ist. Der Wert sollte nicht unterschritten werden.

Bemessungsgrundlage ist die Geländekategorie *Vorstadt / Dorf / Wald* und die Zuordnung zur *Windzone D4*. Mithin wird die Belastung des Baumes mit 30 m/s mittlerer Windgeschwindigkeit als Bemessungsgrundlage angenommen.

Nachfolgend ist die Tabelle mit den Anpassungen der Strukturparameter aufgeführt:



4.2.1 Tab. 4. - Parameteranpassung:

| LR1-Nord | | Erklärungen |
|---|------------------|--|
| Geländekategorie | III | Vorstadt / Dorf / Wald |
| Expositionsfaktor | 0,85 | 15 % Abschirmung durch nebenstehendes Gebäude angenommen |
| Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung | 1,1 | 10 % Strömungserhöhung angenommen |
| Eigenfrequenz | 0,6 | Gedrungener Altbaum mit verzweigter Krone → mittlere Frequenz |
| Dämpfungsdekrement | 0,6 | Gedrungener Altbaum mit verzweigter Krone → mittlere Dämpfung |
| LR2-Ost | | Erklärungen |
| Geländekategorie | III | Vorstadt / Dorf / Wald |
| Expositionsfaktor | 0,85 / 1,6 / 2,3 | 15 % Abschirmung durch nebenstehendes Gebäude angenommen; zur Berücksichtigung des zusätzlichen Biegemomentes durch die einseitige Krone wurde der Expositionsfaktor auf 1,6 bzw. 2,3 erhöht, siehe Punkt 4.3. |
| Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung | 1,1 | 10 % Strömungserhöhung angenommen |
| Eigenfrequenz | 0,6 | Gedrungener Altbaum mit verzweigter Krone → mittlere Frequenz |
| Dämpfungsdekrement | 0,6 | Gedrungener Altbaum mit verzweigter Krone → mittlere Dämpfung |



4.3 Berücksichtigung der Auswirkung der Kronenexzentrizität

Die starke Exzentrizität der Baumkrone der Ulme muss in der Windlastanalyse des Zugversuches berücksichtigt werden.

Das Biegemoment durch das Eigengewicht ist dem Bemessungswindmoment hinzuzurechnen. Um das zusätzliche Biegemoment zu errechnen, wird im vorliegenden Fall auf Daten aus der Windlastanalyse der Lastrichtung 1, seitlich zur Hangrichtung, zurückgegriffen.

Das errechnete Gewicht des Baumes (10 to) wird in Kraft übersetzt ($10 \text{ to} \times 9,81 = 98 \text{ kN}$) und mit der Exzentrizität der Krone (3,92 m) multipliziert:

$$98 \text{ kN} \times 3,92 \text{ m} = 384,16 \text{ kNm}$$

Es wird aus Sachverständigensicht davon ausgegangen, dass nur etwa 65 % des Gewichtes tatsächlich biegemoment erhöhend wirken, ein Teil des besonders schweren unteren Stammquerschnittes trägt sich innerhalb der Konstruktion im Stammverlauf ab. Hieraus ergibt sich wie folgt:

$$384,16 : 0,65 = 256 \text{ kNm}$$

Das so ermittelte zusätzliche Biegemoment kann als linearer Faktor hilfsweise über den Expositionsfaktor Windlasterhöhend in die Berechnung eingestellt werden. Die Software *arbostat* verfügt über keine direkte Eingabemöglichkeit. Zur Berechnung des einzustellenden Faktors wird das zusätzliche Biegemoment durch das Bemessungswindmoment geteilt:

| |
|---|
| $\frac{\text{(Anteil Eigengewicht)}}{\text{Windlast bei ursprünglichem Expofaktor}} + \text{ursprünglicher Expofaktor} = \text{Neuer Expofaktor}$ |
|---|

Damit ergibt sich hier für die Bemessungsgrundlage nach **Windzone D4** folgendes:

$$262 \text{ kNm} : 338 \text{ kNm} = 0,8 + 0,85$$

Der ursprüngliche Expositionsfaktor von 0,85 wird auf den errechneten Faktor von **1,6** erhöht.

Damit ergibt sich hier für die Bemessungsgrundlage bis **117 km/h** folgendes:

$$262 \text{ kNm} : 184 \text{ kNm} = 1,4 + 0,85 = 2,3$$

Der ursprüngliche Expositionsfaktor von 0,85 wird auf den errechneten Faktor von **2,3** erhöht.

4.4 Betrachtung der Einzelwerte – Nachweis der Messpunkte

4.4.1 Lastrichtung LR1 – Nord, Standsicherheit

Beurteilung Standsicherheit

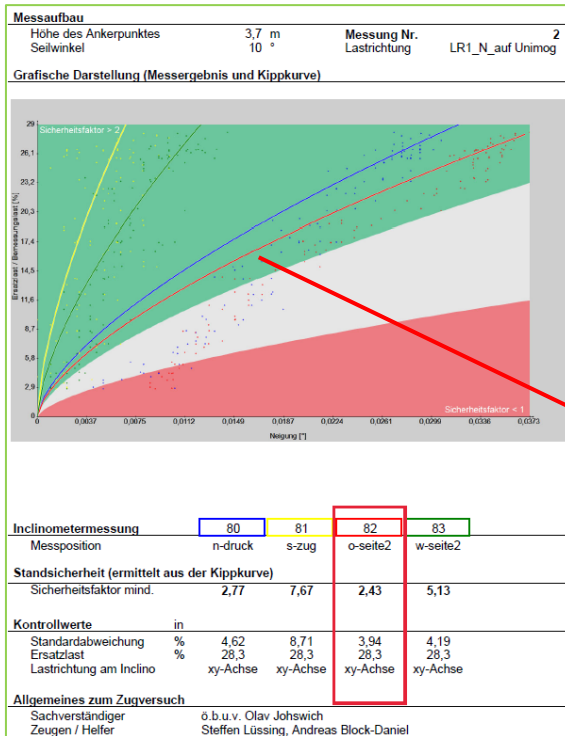


Abb. 4-1: Messkurve, Standsicherheit



Abb. 4-2: Anordnung Messgeräte

Ersatzlast: 28,3 %,

das entspricht rechnerisch 16 m/s = WS 7
nach Korrektur WS 6(siehe 2.2.4).

Ergebnis: Alle Messkurven liegen im grünen
Bereich; das rote Inclinometer zeigt einen
Sicherheitsfaktor von 2,43.

Der Baum ist an gemessener Stelle als
standsicher mit geringen Reserven zu
beurteilen.

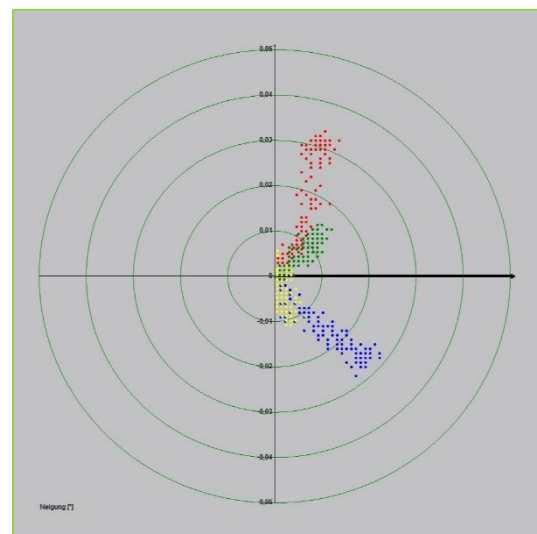


Abb. 4-3: Auslenkung in Zugrichtung

4.4.2 Lastrichtung LR1 – Nord, Bruchsicherheit

Beurteilung Bruchsicherheit

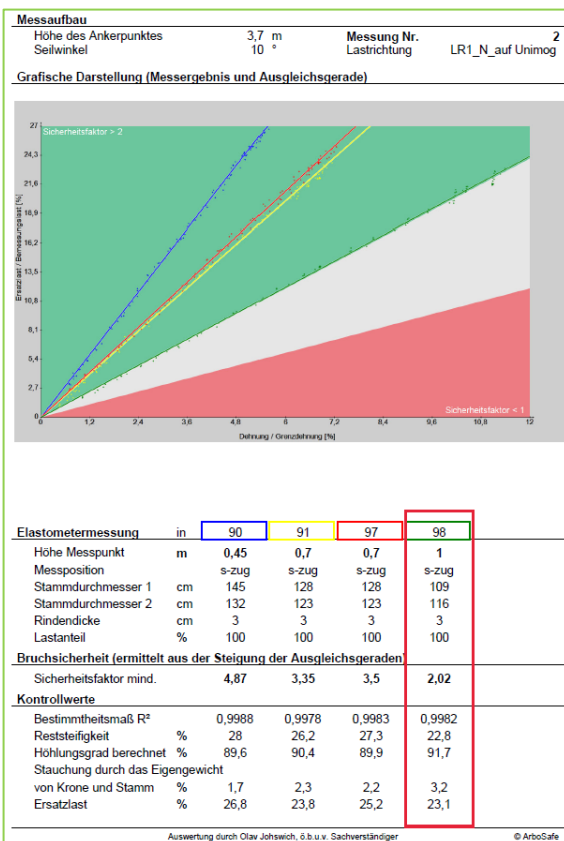


Abb. 4-4: Messkurve, Bruchsicherheit

Abb. 4-5: Anordnung Messgeräte

Ersatzlast: 23,1 %,

das entspricht rechnerisch 14 m/s = WS 7
nach Korrektur WS 6 (siehe 2.2.4).

Ergebnis: Die grüne Messkurve liegt knapp
im grünen Bereich, der Sicherheitsfaktor
beträgt 2,02.

Der Baum ist an der gemessenen Stelle als
bruchsicher ohne Reserven zu beurteilen.

4.4.3 Lastrichtung LR2 – Ost, Standsicherheit

Beurteilung Standsicherheit

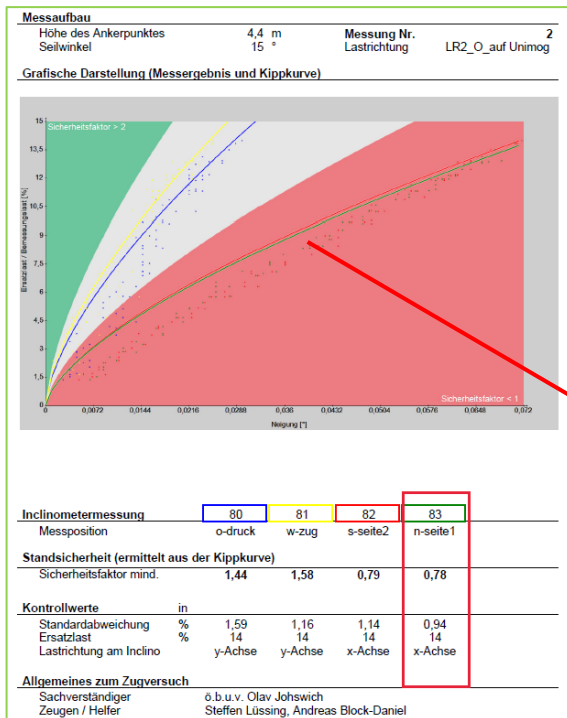


Abb. 4-6: Messkurve, Standsicherheit



© öbuv SV Olav Johswich

Abb. 4-7: Anordnung der Messgeräte

Ersatzlast: 14 %,

das entspricht rechnerisch 11 m/s = WS 6 nach Korrektur WS 5 (siehe 2.2.4).

Ergebnis: Die rote und die grüne Messkurve liegen im roten Bereich. Der Sicherheitsfaktor beträgt 0,78.

Der Baum ist an gemessener Stelle als nicht standsicher zu beurteilen.

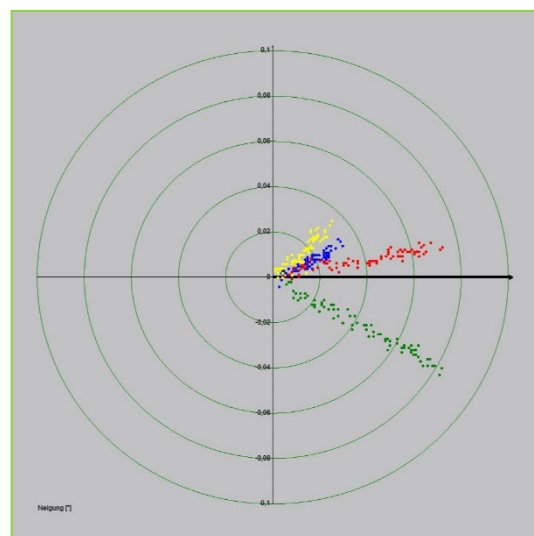


Abb. 4-8: Auslenkung in Zugrichtung

4.4.4 Lastrichtung LR2 – Ost, Bruchsicherheit

Beurteilung Bruchsicherheit

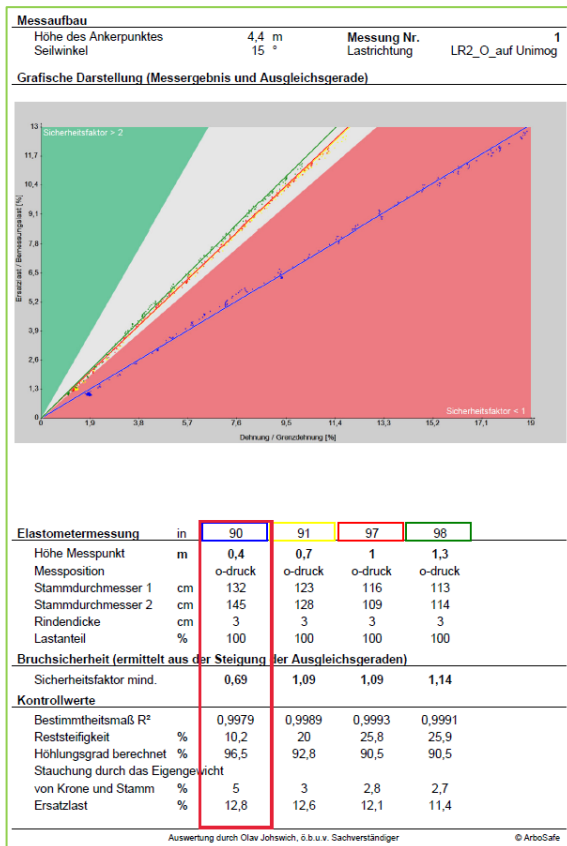


Abb. 4-9: Messkurve, Bruchsicherheit

Abb. 4-10: Anordnung der Messgeräte

Ersatzlast: 12,8 %,

das entspricht rechnerisch 11 m/s = WS 6
nach Korrektur WS 5 (siehe 2.2.4).

Ergebnis: Die blaue Messkurve liegt im
roten Bereich, der Sicherheitsfaktor beträgt
0,69.

Der Baum ist an der gemessenen Stelle als
nicht bruchsicher zu beurteilen.

4.5 Durchführung bildgebender Verfahren

Die gutachtenegegenständliche Ulme wurde zusätzlich im Stammfußbereich mittels *Schalltomographie* und *Elektrischer Widerstandstomographie* untersucht.

Es wurden 18 Messpunkte in 10 cm über Geländeoberkante (GOK) nach fachlichen Gesichtspunkten um den Stamm verteilt und mit Hilfe einer *Calliper-Messkluppe* eingemessen. Der Messpunkt 1 zeigt dabei nach Norden.

4.5.1 Nachweis der Messpunkt

Nachfolgend sind die 18 Messpunkte in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.



Abb. 4-11: Messpunkte 13 bis 3



Abb. 4-12: Messpunkte 3 bis 10

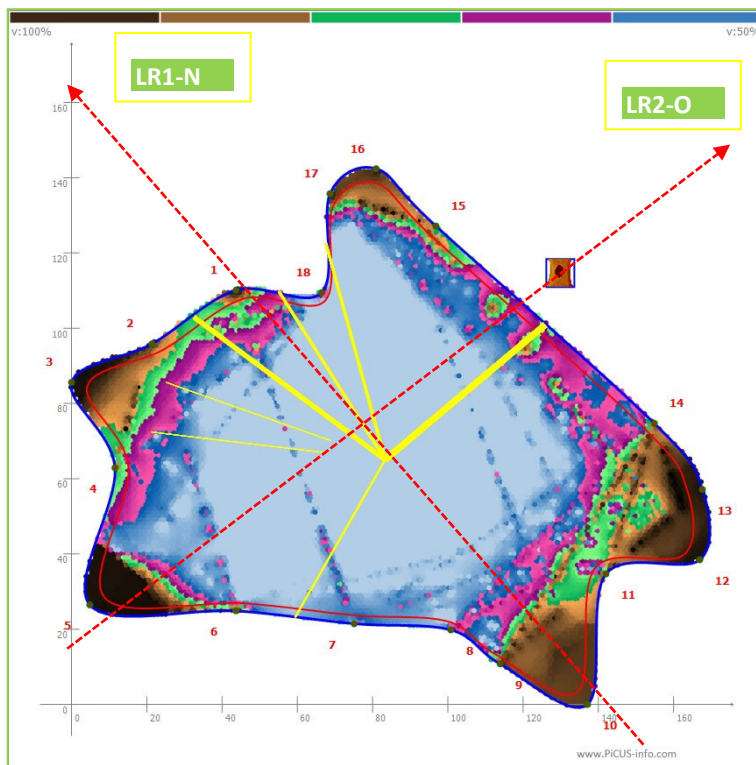


Abb. 4-13: Messpunkte 5 bis 12



Abb. 4-14: Messpunkte 12 bis 16

4.6 Ergebnisse der bildgebenden Verfahren

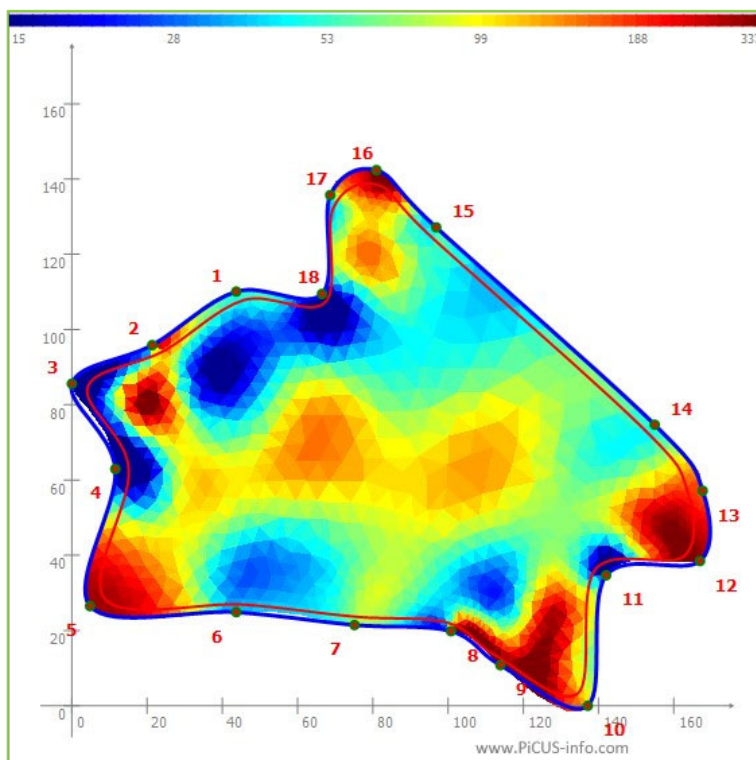


Die Gesamtauswertung des Schalltomogramms ergab, dass eine weitreichende Fäule zu erkennen ist (blauer, rosafarbener und grüner Bereich).

Eine gute Korrelation zu den errechneten Hohlungswerten aus dem Zugversuch (96,5 %) kann festgestellt werden.

Zwischen den MP 14 und 15 ist die offene Höhlung bereits visuell zu erkennen. Im Bereich der MP 6 bis 8 steht ein Durchbruch kurz bevor.

Abb. 4-15: Schalltomogramm, SoT



Der Stamm ist stark segmentiert, lediglich die mächtigen Wurzelanläufe sind teilweise noch intakt.

Der ausgehöhlte Bereich wird auch im ERT mit deutlich verringerter Leitfähigkeit (rot-gelbes Farbspektrum) dargestellt.

Von einem weiteren Fortschreiten der Zersetzung ist auszugehen.

Abb. 4-16: Tomogramm der Elektrischen Widerstandstomographie (ERT)



5 Beurteilung

5.1 Ergebnis der visuellen Untersuchung

Im Vorgutachten aus 2022 wurde das Pflanzjahr mit 1850 angegeben. Mithin wäre das Alter der Ulme mit 174 Jahren anzugeben. Der Baum wird nach gegenwärtiger Einschätzung aufgrund des Verzweigungsmusters der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet.

Es ist ein marginaler Anteil an Totholz in der Baumkrone vorhanden. Das Lichtraumprofil wurde im Zuge der Untersuchung in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Spiekeroog etwas angehoben, damit das neue Einsatzfahrzeug hier passieren kann.

Wie bereits ausgeführt hat sich die Wuchsrichtung der terminalen Oberkrone im Laufe der vergangenen Jahrzehnte etwas verändert. Die ehemals starke seitliche Kronenausbildung in Folge der Windschur hat sich zugunsten einer stärkeren vertikalen Entwicklung verändert. Über die Gründe kann diesseits nur gemutmaßt werden. Möglicherweise gab es Veränderungen der Anströmtopographie aus Richtung Westen. Hier kann es infolge heranwachsender größerer Bäume oder durch weitere Besiedlung zu einer Verringerung der direkten Anströmstärke des Windes gekommen sein. Für die weitere Betrachtung der gegenwärtigen Baumstatik ist dieser Aspekt jedoch vorerst zu vernachlässigen.

5.2 Ergebnis des Zugversuches

5.2.1 Messwerte für Windzone D4, 50-jähriges Ereignis

Bemessungsgrundlage der ausgewerteten Daten ist, wie bereits erwähnt, die Windlastanalyse für die Maximalbelastung, die mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2 % pro Jahr festgelegt wurde. Dies bedeutet, dass statistisch gesehen dieser Wert alle 50 Jahre einmal überschritten wird.

Die Auswertung zeigt also die Sicherheiten für das potentielle Maximalereignis unter Anwendung der Windzonenkarte D4 und der Geländekategorie Vorstadt / Dorf / Wald.

Alternativ wurde zudem als Bemessungswindlast das Windereignis bis 117 km/h in Böen als Szenario dargestellt.



| Übersicht der Messwerte 2024 | | | |
|------------------------------|--|--|------|
| Grundsicherheit | | | |
| | | | Jahr |
| Lastrichtung | | | 2024 |
| LR1_Nord, Windzone D4 | | | 8 |
| LR2_Ost, Windzone D4 | | | 3,8 |
| LR1_Nord, Szenario 117 km/h | | | 14,7 |
| LR2_Ost, Szenario 117 km/h | | | 4,9 |
| Standsicherheit | | | |
| | | | Jahr |
| Lastrichtung | | | 2024 |
| LR1_Nord, Windzone D4 | | | 2,43 |
| LR2_Ost, Windzone D4 | | | 0,78 |
| LR1_Nord, Szenario 117 km/h | | | 4,48 |
| LR2_Ost, Szenario 117 km/h | | | 1,21 |
| Bruchsicherheit | | | |
| | | | Jahr |
| Lastrichtung | | | 2024 |
| LR1_Nord, Windzone D4 | | | 2,02 |
| LR2_Ost, Windzone D4 | | | 0,69 |
| LR1_Nord, Szenario 117 km/h | | | 3,71 |
| LR2_Ost, Szenario 117 km/h | | | 0,88 |

Tab. 5-1: Tabelle mit Sicherheitsfaktoren 2024

Werte in grün = Baum hat ausreichend Sicherheit (ab Sicherheitsfaktor 2,0).

Werte in gelb = Baum ist aktuell nicht ausreichend sicher, keine Reserven (Sicherheitsfaktor 1,0 bis < 2,0).

Werte in rot = Baum ist aktuell deutlich nicht verkehrssicher (Sicherheitsfaktor unter 1,0).

Die Analyse der Zugversuchsdaten unter Berücksichtigung der örtlichen und strukturellen Parameter ergab folgende Einschätzung:

- I. Die Werte der statischen Grundsicherheit erscheinen für die Größe und das Alter des Baumes in Lastrichtung 1 nach Norden relativ hoch. Dies erscheint aber in Bezug auf den solitären Wuchs mit kräftigem Stamm bei geringer Baumhöhe als plausibel.
- II. Die Werte der statischen Grundsicherheit in Lastrichtung 2 nach Osten zeigen sich deutlich geringer. Die ist vor dem Hintergrund der starken Exzentrizität der Baumkrone als plausibel anzusehen. Das bedeutet auch, dass die statischen Reserven in diese Richtung (SF 3,8) nur halb so groß sind wie in Lastrichtung 1 (SF 8).



- III. Für die beiden gemessenen Lastrichtungen kann festgestellt werden, dass die Sicherheitsfaktoren für die Standsicherheit signifikant geringer ausfallen, als die Werte der Statischen Grundsicherheit. Dies deutet auf eine weitreichende Fäule im Wurzelbereich hin. Der angestrebte Wert von 2,0 wird in Lastrichtung 1 erreicht. In Lastrichtung 2 nach Osten wird nicht einmal die einfache Sicherheit erreicht. Der Sicherheitsfaktor beträgt lediglich 0,78.
- IV. Für die Sicherheitsfaktoren der Bruchsicherheit kann ebenfalls festgestellt werden, dass auch hier die Werte signifikant geringer ausfallen, als die Werte der Statischen Grundsicherheit. Hier zeigt sich in den Werten bei voller Windlast die bereits visuell wahrzunehmende Schwächung des Holzkörpers. Gleichwohl wird der angestrebte Wert von 2,0 in Lastrichtung 1 gerade so erreicht. In Lastrichtung 2 nach Osten wird nicht einmal die einfache Sicherheit erreicht. Der Sicherheitsfaktor beträgt lediglich 0,69.

5.3 Ergebnis der bildgebenden Verfahren

Die im Zugversuch nachgewiesenen Fäuleprozesse, welcher zum Abbau der statischen Reserven geführt haben, konnten auch in den bildgebenden Verfahren sichtbar gemacht werden. Der untere Stammbereich erscheint segmentiert, lediglich im Bereich der Wurzelanläufe ist noch tragfähiges Holz vorhanden. Mithin scheinen die Werte der Sicherheitsfaktoren aus dem Zugversuch plausibel zu sein.

6 Schlussfolgerung und Maßnahmenempfehlung

6.1 Würdigung der Ergebnisse

Die im Zuge dieser Expertise untersuchte Flatter-Ulme ist wie bereits erwähnt als ortsbildprägender Altbaum zu beschreiben und aufgrund seiner markanten Wuchsform besonders auffällig. Die Ulme ist somit als besonders erhaltenswert einzuschätzen.

Im Zuge der Untersuchungen und Auswertung der gesammelten Daten ist eine weitreichende Fäule im Stammfuß und unteren Stammbereich festzustellen. Dies gilt im Hinblick auf die Standsicherheit ebenso wie im Hinblick auf die Bruchsicherheit.

Die berechnete Sicherheitserwartung des Verkehrs hinsichtlich der Nutzung der im Baumumfeld liegenden Grundstücke erfordert eine dementsprechende Verkehrssicherheit des Baumes, die im vorliegenden Fall als hoch zu bewerten ist. Das Schadenspotential bei einem Versagen des Baumes im Ganzen ist ebenfalls als sehr hoch einzuschätzen.

Auf Grundlage der ermittelten Werte wird die Ulme **als nicht standsicher** beurteilt (geringster Wert 0,78).



Die festgestellten Sicherheitsfaktoren der Bruchsicherheit im untersuchten Stammbereich (geringster Wert 0,69) führen dazu, dass der Baum im technisch untersuchten Bereich als **nicht bruchsicher** beurteilt werden muss.

In der Gesamtschau ist die Ulme in Bezug auf das angenommene Maximalwindereignis (Windzone D4; 50-jähriger Sturm) als **nicht verkehrssicher** zu beurteilen.

Die Alternativberechnung unter Annahme einer Windbelastung bis 117 km/h in Böen (Designgeschwindigkeit 22,5 m/s) führt dazu, dass die Standsicherheit in Lastrichtung 2 unter dem geforderten Sicherheitsfaktor 2,0 bleibt, aber mit 1,21 die einfache Sicherheit aufweist.

In Bezug auf die Bruchsicherheit ist hier aber von einem Sicherheitsfaktor von 0,88 auszugehen. Das heißt, auch bei der zuvor beschriebenen Windbelastung bis 117 km/h in Böen ist die einfache Sicherheit nicht gegeben.

Das Risiko des Versagen des Baumes im untersuchten Stammbereich kann sich ab einer Designwindgeschwindigkeit von 21,0 m/s und einer Böengeschwindigkeit von 26,6 m/s realisieren. Auf die Vorsichtsmaßnahmen unter Punkt 6.2 wird verwiesen. Da es sich um eine Hauptzuwegung im Ort handelt wird diesseits davon ausgegangen, dass diese nicht dauerhaft bis zur Herstellung der Verkehrssicherheit gesperrt werden. Die faktische Bruch- und Standsicherheit bis zur eingeleiteten Windersatzlast wurde im Zugversuch nachgewiesen. Insoweit werden die unter 6.2 empfohlenen Maßnahmen zur temporären Sperrung als noch ausreichend erachtet.

Sollte sich die Absperrung des Fallbereiches aus Sicht der Verantwortlichen bis zur Umsetzung einer der unter 6.2 empfohlenen Maßnahmen als möglich darstellen, wäre diese Maßnahme der anlassbezogenen temporären Sperrung vorzuziehen.



6.2 Maßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit

Bis zu einer Entscheidung, wie mit dem Baum weiter verfahren werden soll, ist der **potentielle Fallbereich der Ulme gegen Betreten wenigstens temporär zu sperren**, wenn sich abzeichnet, dass ein **Windereignis mit mittlerer Windgeschwindigkeit von 20 m/s oder Böengeschwindigkeiten ab 24 m/s bevorsteht oder herrscht**.

Aufgrund der Dringlichkeit dieser Maßnahme wurde der Auftraggeber vom unterzeichnenden Sachverständigen nach Auswertung der Daten umgehend am 08.05.2024 telefonisch informiert. Der Auftraggeber wollte sodann den zuständigen Bürgermeister hiervon in Kenntnis setzen.

Zur kurz- bis mittelfristigen Herstellung der Verkehrssicherheit sind dringende Maßnahmen der **Priorität 1** notwendig.

- I. Die Ulme sollte durch eine geeignete Konstruktion gestützt werden, um den besonderen Habitus des Baumes nicht zu beeinträchtigen (vgl. Abb. 6-1, 6-2). Hierzu wären im stammkopfnahen Kronenbereich 2-3 maßgefertigte Halbschalen anzubringen. Hieran wären dann entsprechend stark dimensionierte Stützen zu montieren, welche im Bodenbereich auf entsprechende Fundamente gegründet werden müssten. Hier kann je nach Eigenleistung mit Kosten von 12-18 T€ netto gerechnet werden. Die exakte Konstruktion müsste bei einem weiteren Vor-Ort-Termin besprochen und aufgemessen werden. Ggf. kann auch vorerst eine provisorische Abstützung (z. B. verschränkte Holzbalken mit entsprechender Tragfähigkeit nach Einschätzung von Zimmerleuten) die Lage entschärfen.

Alternativ zur Stützkonstruktion:

- II. Massive Einkürzung der Ulme in seitlicher Ausdehnung wie in der Höhe. Der besondere Habitus würde hierdurch deutlich beeinträchtigt. Die Einkürzung müsste seitlich um wenigstens 4 m und in der Höhe bis auf die gelbe Linie in Abbildung 3.2 erfolgen. Eine Schnittskizze ist in Abbildung 6-3 & 6-4 dargestellt. Die Schnittlinie ist rot gestrichelt eingezeichnet.

Alternativ zur Erhaltung der Ulme

- III. Fällung des Baumes zur Herstellung der Verkehrssicherheit. Naturschutzfachliche und artenschutzrechtliche Belange nach §39 und §44 BNatschG wären hierbei zu beachten.



Abb. 6-1: Skizzierung der Stützkonstruktion, Ansicht von Osten



Abb. 6-2: Skizzierung der Stützkonstruktion, Ansicht von Norden



Abb. 6-3: Rote Linie als Schnittskizze Lastrichtung 1, starke seitliche Einkürzung und in der Höhe



Abb. 6-4: Rote Linie als Schnittskizze Lastrichtung 2, starke seitliche Einkürzung und in der Höhe



6.3 Weitere baumsachverständige Begleitung

Vor dem Hintergrund des festgestellten Abbaus statischer Reserven sowie zur Beurteilung der Vitalitätsentwicklung sollte der Baum bei Erhaltung weiterhin intensiv sachverständig begleitet werden.

6.3.1 Nachuntersuchungen

Sollte der Baum eingekürzt werden, ist eine erneute Begutachtung mittels Zugversuch und bildgebender Verfahren innerhalb von **24 Monaten** zur Verifizierung der weiteren Entwicklung der Sicherheitsfaktoren notwendig.

Im Vergleich der Sicherheitsfaktoren der unterschiedlichen Jahre kann eine bessere Prognose für den weiteren Verlauf der Fäule gemacht werden.

6.3.2 Regel- und Zusatzkontrollen

Gemäß Baumkontrollrichtlinien (FLL 2020) sind ältere Bäume mit entsprechender Vorschädigung regelmäßig visuell im Zuge einer Regelkontrolle innerhalb von 12 Monaten einmal zu kontrollieren. Dies soll gewährleisten, dass etwaige Veränderungen am Baum, die auf eine Verschlechterung der Verkehrssicherheit hinweisen, rechtzeitig erkannt werden.

Bei besonderer Indikation kann das Intervall auch verkürzt werden.

Dies ist im vorliegenden Fall angezeigt, der Baum sollte zukünftig regelmäßig alle **6 Monate** visuell kontrolliert werden.

Bei einer massiven Verschlechterung der Vitalität vor Ablauf der folgenden 24 Monate wäre über eine vorzeitige eingehende Untersuchung oder Fällung zu beraten.



6.4 Zeitliche Priorisierung der Maßnahmen

Der Sachverständige schätzt die konkrete Gefährdung der vorbezeichneten Situation auf Grundlage der geschilderten Ergebnisse und Schlussfolgerungen ab. Er empfiehlt einen vertretbaren Zeitraum hinsichtlich der Gefahrenabwehr durch die aufgezeigten Maßnahmen.

Priorität 0 – Sofortmaßnahme, Gefahr im Verzug

Entscheidung vor Ort, Abstimmung mit dem Auftraggeber, keine Verzögerung.

Priorität 1 – hohe Dringlichkeit

Ausführung umgehend ohne schuldhafte Verzögerung, in der Regel innerhalb von 4 Wochen.

**Hier: Abstützung (ggf. vorerst provisorisch) oder Einkürzung oder
Fällung bis zum 20 Juni.**

Priorität 2 – mittlere Dringlichkeit

Maßnahmen sollten innerhalb von 6 Monaten ausgeführt werden.

Priorität 3 – geringe Priorität

Ausführung als Pflegemaßnahme wünschenswert, **ohne Zeitbezug.**

Die weitere sachverständige Betreuung sollte bei Erhalt des Baumes im Sinne der empfohlenen eingehenden Untersuchung nach 6.3.1 bis

Mai 2026

ausgeführt werden.



7 Hilfsmittel

Beim Ortstermin:

- TreeQinetic Messsensoren, argus electronic, Rostock
 - Dehnungsmesser (Elastometer, 1/1000mm)
 - Neigungsmesser (Inclinometer, 1/500 Grad)
 - Kraftmessdose (Forcemeter)
- TreeQinetic Messsoftware, argus electronic, Rostock
- PICUS-3 Schalltomograph, argus electronic, Rostock
- PICUS Treetric 3, argus electronic, Rostock
- PICUS Software Q74, argus electronic, Rostock
- PICUS Calliper Version 3, argus electronic, Rostock
- Winkel- und Höhenmessgerät
- Maßband, Kluppe, Kompass
- 3,0 Tonnen Greifzug mit Stahlseil und Dyneemaseil, Unimog als Widerlager
- Messlatte mit E-Teilung
- Digitalkamera Canon EOS 5 D Mark IV

Bei der Auswertung:

- Digitale Bildbearbeitung mit Adobe Lightroom
- Arbostat Auswertungssoftware, Version 2.2.0.17
- Auswertung der Tomographien: PICUS Q74 (74.02.003.3)
- PC, Standardsoftware

8 Korrekturen

Bis dato keine Korrektur erfolgt.



9 Schlussbemerkung

Die im Zuge der Untersuchung festgestellten und der Ausarbeitung zugrunde gelegten Fakten besitzen allein für den Gegenstand dieser Untersuchung Gültigkeit. Eine Übertragung auf andere Objekte selbst ähnlicher Standortsituation führt zwangsläufig zu falschen Schlussfolgerungen. Das Gutachten ist ausschließlich zum Gebrauch des Auftraggebers bestimmt. Eine Weitergabe an die mit diesem Objekt befassten Behörden ist zulässig, jedoch nur in vollständiger Form, ohne Herausnahmen von Textteilen, Unterlagen, Fotos, Karten, etc. Eine Weitergabe oder Vervielfältigung des Gutachtens unterliegt den geltenden gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechts.

Die Abbildungen wurden digital erstellt. Der Unterzeichner versichert, in diesem Zusammenhang keine Manipulationen an den Abbildungen durchgeführt zu haben. Lediglich Helligkeits- und Kontrastkorrekturen sowie Vergrößerungen und Verkleinerungen wurden vorgenommen.

Die Einwirkung von außergewöhnlichen Bedingungen, wie z.B. Windhosen können grundsätzlich nicht vorhergesagt werden. Alle Äußerungen sind aus sachverständiger Sicht getätigt und stellen in keiner Weise eine rechtliche Würdigung der Umstände dar.

Bremen, 08.05.2024
Korrekturzyklus /

Olav Johswich
Gutachter
**von der Handelskammer Bremen – IHK für Bremen und Bremerhaven,
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baumpflege,
Verkehrssicherheit von Bäumen und Baumwertermittlung**



10 Allgemeiner Anhang - Fachbegriffe

10.1 Regelwerke / verwendet Fachbegriffe

10.1.1 Baumkontrollrichtlinien (2020)

Die Richtlinien für die Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), gelten für Bäume, die aus Gründen der Verkehrssicherheit kontrolliert werden müssen.

Hierin ist neben der Einordnung des Regelwerkes in Bezugnahme zur ständigen Rechtsprechung des BHG das Verfahren zur Kontrolle der Bäume sowie grundlegender Begriffe dargelegt.

10.1.2 Regel- und Zusatzkontrollen

Gemäß Baumkontrollrichtlinien (FLL 2020) sind ältere Bäume mit entsprechender Vorschädigung regelmäßig visuell im Zuge einer Regelkontrolle innerhalb von 12 Monaten einmal zu kontrollieren. Dies soll gewährleisten, dass etwaige Veränderungen am Baum, die auf eine Verschlechterung der Verkehrssicherheit hinweisen, rechtzeitig erkannt werden.

Bei besonderer Indikation kann das Intervall auch verkürzt werden.

10.1.3 Baumuntersuchungsrichtlinien (2013)

Die Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), kann auf Bäume angewendet werden, die nach visueller Inaugenscheinnahme nicht abschließend hinsichtlich ihrer Verkehrssicherheit beurteilt werden konnten oder ggf. notwendige Maßnahmen zur Herstellung selbiger nicht festgelegt werden konnten.

10.1.4 ZTV-Baumpflege (2017)

Die ZTV-Baumpflege (**Z**usätzliche **T**echnische **V**ertragsbedingung im Sinne der VOB/B), herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), wird in der Fachwelt als „anerkannte Regeln der Technik“ angesehen und kann somit als gültiges Regelwerk zwischen den Parteien vereinbart werden. In ihr sind u. a. alle relevanten Baumpflegemaßnahmen per definitionem aufgeführt.

Nachfolgend findet sich ein **Auszug** aus dem Abschnitt 3 der ZTV. Dies soll dem Auftraggeber helfen, die möglicherweise empfohlenen Maßnahmen nachvollziehen zu können.



Totholzeseitigung nach ZTV 3.2.4

Tote Äste mit Durchmessern von 3 - 10 cm an der Basis sind zu entfernen. Wundbehandlungsstoffe dürfen nicht aufgetragen werden. Äste über 10 cm Durchmesser sind gesondert zu beauftragen.

Kronenpflege nach ZTV 3.2.2

Ein art- bzw. sortentypisches Erscheinungsbild ist zu erhalten.

Tote und absterbende Äste mit Durchmessern von 3 - 10 cm an der Basis sind zu entfernen.

Gebrochene Schwach- und Grobäste sind zu entfernen.

Schwachäste mit eingewachsener Rinde, die zu unerwünschten Entwicklungen (z.B. V-Zwiesel) führen, sind zu entfernen (...) Grobäste sind einzukürzen.

Von sich reibenden ‚Schwachästen‘ ist einer zu entfernen.

Während eines Pflegeganges dürfen keine direkt neben- oder übereinander liegenden Wunden über 3 cm erzeugt werden.

Einkürzung (einzelne Äste, Teile der Krone, Krone) 3.3.1

Äste bis maximal Grobäste sind einzukürzen bzw. zu entnehmen. Es ist auf Zugast / Versorgungsast zu schneiden...

Kronensicherungsschnitt,

seit 2017 kein eigenständiger Teil der ZTV mehr. Ist Teil der 3.3.1, stark eingreifende Maßnahmen. Es handelt sich dann um eine extreme Einkürzung der Krone von schwer geschädigten Bäumen zur Herstellung der Verkehrssicherheit oder aus Gründen des Artenschutzes ohne Rücksicht auf den Habitus für einen zeitlich begrenzten Erhalt des verbleibenden Baumes.

Aststärken nach Durchmesser

| | |
|-------------|------------|
| Zweig | bis 1 cm |
| Feinast: | 1 bis 3 cm |
| Schwachast: | 3-5 cm |
| Grobast: | 5-10 cm |
| Starkast: | ab 10 cm |

Zugast

Nachgeordneter Ast, der beim Einkürzen stehen gelassen wird, um das Überwallen der Schnittfläche zu fördern und die Leitfunktion für den verbleibenden Ast zu übernehmen.

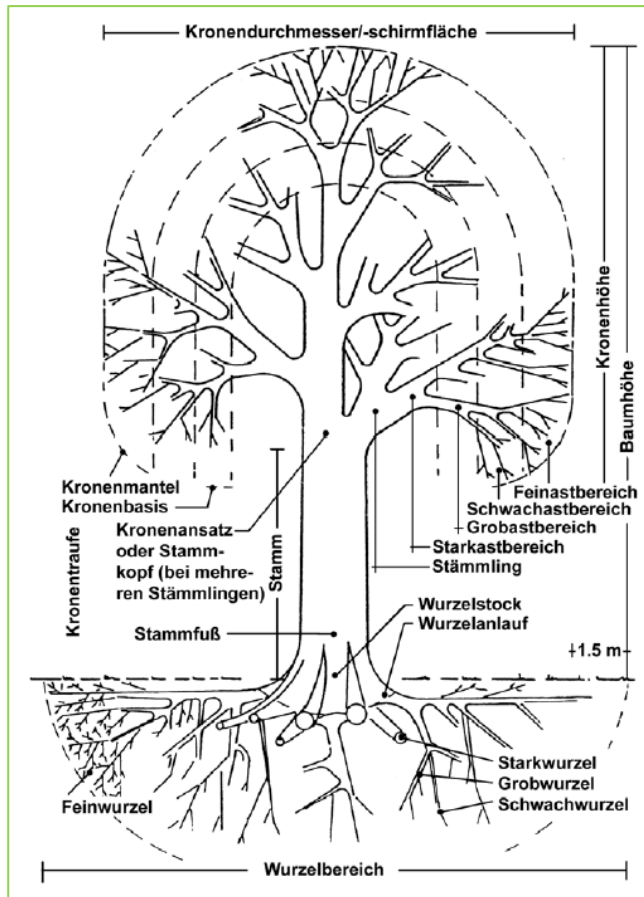


Abb. 9.1: Schematische Darstellung aus der ZTV-Baumpflege 2017 der FLL, Anhang A1, Seite 59

Kronensicherungen

Kronensicherungen sind Verbindungsmittel, die in verschiedenen Stärken verwendet werden und der Sicherung von Vergabelungen, überlangen Ästen oder anderen statisch beeinträchtigten Baumteilen dienen. Sie werden in der Regel verletzungsfrei eingebaut und ermöglichen dem Baum weiterhin einen gewissen Schwingungsspielraum ohne stark geschnitten werden zu müssen.



10.2 Verkehrssicherungspflicht

10.2.1 Grundlagen

Die Verkehrssicherungspflicht ist keine gesetzliche Definition, sondern aus der Rechtsprechung auf Grundlage des §823 BGB (allgemeine Delikthaftung) und §839 BGB (Amtshaftung) entstanden. Sie ist bindend für Personen, die einen Verkehr eröffnen oder den öffentlichen Verkehr auf ihrem Grundstück dulden. Dies bedeutet eine Rechtspflicht, den Schutz Dritter zu ermöglichen und die dafür notwendigen Vorkehrungen zu treffen, welche den verkehrssicheren Zustand von Bäumen auf und an solchen Grundstücken einschließen.

10.2.2 Handlungsbedarf

Die für den Baum verantwortliche Person ist grundsätzlich verpflichtet, Schäden durch Bäume an Personen oder Sachen zu verhindern. Dem ist mit Hilfe von regelmäßigen, in angemessenen Abständen und Umfang durchzuführenden Regelkontrollen nachzukommen, um Schadsymptome und Schäden zu erkennen, Haftungsansprüche abzuwenden und angemessene Maßnahmen zielgerichtet einleiten zu können.

Diese Regelkontrolle ist als Sichtkontrolle durch eine fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme vom Boden aus vorzunehmen. Durch die Feststellung von Defekten sollen vorhersehbare Ereignisse, die Schäden verursachen können, vermieden werden.

Die Würdigung der berechtigten Sicherheitserwartung des Verkehrs ist durch die Anpassung der Zeitintervalle und der Priorisierung der Maßnahmen an die Verkehrsintensität des jeweiligen Standortes anzupassen. Sollte das Ausmaß eines festgestellten Defektes hinsichtlich seiner Relevanz für die Bruch- und Standsicherheit visuell nicht ermittelt werden können, so ist dies durch eine eingehende Untersuchung mit geeigneter Methode zu bewerten.

Bei eingehenden Untersuchungen wird die Stand- und Bruchsicherheit unter Berücksichtigung der fall- und standortspezifischen Einflussfaktoren durch technisch-biologische Prüfverfahren überprüft.



11 Spezifischer Anhang: Literaturverzeichnis

BENCK, J.A.; ARTMANN, S.; KUTSCHEID, J.; MÜLLER-INKMANN, M.; STRECKENBACH, M.; WELTECKE, K. (2020): Praxishandbuch Wurzelraumansprache, Arbeitskreis Baum im Boden, Möhnesee

BRAUN, Helmut: Bau und Leben der Bäume, Hansjürg Steinlin (Hrsg.), 4. Auflage, Freiburg i. B., Rombach Verlag, 1998

DETTNER, Andreas, RUST, Steffen, (2013): Aktuelle Untersuchungsergebnisse zu Zugversuchen
In: DUJESIEFKEN, Dirk (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2013, 17. Ausgabe, Braunschweig, Haymarket Media GmbH & Co. KG, S 87-100

FAY, Neville, (2015): Der richtige Umgang mit uralten Bäumen: Archebäume und Baumveteranen
In: DUJESIEFKEN, Dirk (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2015, 19. Ausgabe, Braunschweig, Haymarket Media GmbH & Co. KG, S 181-197

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.,
(2020): Baumkontrollrichtlinien – Richtlinien für Baumkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.,
(2013): Baumuntersuchungsrichtlinien - Richtlinien zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.,
(2017): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege

MATTHECK, Claus und HOTZEL, H.-J., Baumkontrolle mit VTA, Rombach Verlag, 1997

MATTHECK, Claus, BRELOER, Helge, Handbuch der Schadenskunde von Bäumen, Rombach Verlag, 1994

ROLOFF, Andreas, Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten, Frankfurt am Main, J.D Sauerländer`s Verlag, 1993

ROLOFF, Andreas, (Hrsg.): Trockenstress bei Bäumen: Ursachen, Strategien, Praxis, Wiebelsheim, Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., 2021

ROLOFF, Andreas, (2016): Wann ist ein Baum ein Baum? Wie verläuft der Alterungsprozess und was sind die Folgen für die Vitalitäts-Interpretation?

In: DUJESIEFKEN, Dirk (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2016, 20. Ausgabe, Braunschweig, Haymarket Media GmbH & Co. KG, S 161-173

RUST, Steffen, (2019): Vergleich zweier Verfahren zur Vitalitätsbeurteilung von alten Bäumen am Beispiel von Rot-Buche und Berg-Ahorn,
In: DUJESIEFKEN, Dirk (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2019, 23. Ausgabe, Braunschweig, Haymarket Media GmbH & Co. KG, S 144-157

SCHWARZE, Francis, ENGELS, Julia, MATTHECK, Claus, Holzersetzungende Pilze in Bäumen, Rombach Verlag, 1999



SCHWARZE, Francis, Diagnosis and Prognosis of Development of Wood Decay in Urban Trees, Australien, ENSPEC Pty Ltd, 2008, Deutsche Fassung: Diagnose und Prognose der Fäuledynamik in Stadtbäumen, Übersetzt von SCHWARZE, Francis, 2018

SINN, Günter, Baumstatik - Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen an Straßen, in Parks und der freien Landschaft, Thalacker Medien, 2003

WEIHS, Ulrich, (2019): Altersgerechte Vitalitätsbeurteilung von Bäumen,
In: DUJESIEFKEN, Dirk (Hrsg.) Jahrbuch der Baumpflege 2019, 23. Ausgabe, Braunschweig, Haymarket Media GmbH & Co. KG, S 134-143

WESSOLY, Lothar, ERB, Martin, Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle, Berlin, Patzer Verlag, 1998

Eigene Unterlagen der Ausbildung und Anwenderschulungen für arbostat sowie Workshops der SAG-Baumstatik e.V. der Jahre 2012 bis 2019.



12 Spezifischer Anhang – Grundlagen Zugversuch

12.1 Windstärkenskala nach Beaufort

Beaufort-Skala vom Deutschen Wetterdienst:

Die Beaufort-Skala wurde 1806 von dem englischen Admiral Sir Francis Beaufort (1774 – 1857) erarbeitet. Mit ihrer Hilfe kann anhand der Auswirkungen des Windes die Windstärke geschätzt werden. Sie reicht von Stärke 0 (Windstille) bis Stärke 12 (Orkan).

| Beaufort-grad | Bezeichnung | Mittlere Windgeschwindigkeit in ca. 10m Höhe über offenem, flachem Gelände | | | Auswirkungen des Windes im Binnenland |
|---------------|----------------------------------|--|-----------|-------------|---|
| | | im DWD verwendete Schwellenwerte | | | |
| | | kt | m/s | km/h | |
| 0 | Windstille | <1 | 0 | 0 | Rauch steigt senkrecht auf |
| 1 | leiser Zug | 1 bis 3 | 1 | <5 | Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches |
| 2 | leichte Brise | 4 bis 6 | 2 bis 3 | 5 bis 10 | Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich |
| 3 | schwache Brise schwacher Wind | 7 bis 10 | 4 bis 5 | um 15 | Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel |
| 4 | mäßige Brise mäßiger Wind | 11 bis 15 | 6 bis 7 | 20 bis 25 | Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier |
| 5 | frische Brise frischer Wind | 16 bis 21 | 8 bis 10 | 30 bis 35 | kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen |
| 6 | starker Wind | 22 bis 27 | 11 bis 13 | 40 bis 45 | starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafentelegraphenleitungen pfeifen im Wind |
| 7 | steifer Wind | 28 bis 33 | 14 bis 17 | 50 bis 60 | fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich |
| 8 | stürmischer Wind | 34 bis 40 | 18 bis 20 | 65 bis 70 | Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien |
| 9 | Sturm | 41 bis 47 | 21 bis 24 | 75 bis 85 | Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben) |
| 10 | schwerer Sturm | 48 bis 55 | 25 bis 28 | 90 bis 100 | Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern |
| 11 | orkanartiger Sturm | 56 bis 63 | 29 bis 32 | 105 bis 115 | Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden |
| 12 | Orkan | über 64 | ab 33 | ab 120 | schwere Verwüstungen |

Zur Beachtung! In der Tabelle kann es in den Angaben der Windgeschwindigkeiten Abweichungen zu anderen Veröffentlichungen geben. Die beruht darauf, dass die hier aufgeführten Werte Zuordnungen sind, die im DWD für Warnkunden verwendet werden. Die Werte in der Tabelle stellen keine eindeutige Umrechnung dar!

Windstärkenskala nach Beaufort des Deutschen Wetterdienst, www.dwd.de

12.2 Windzonenkarte



Windzonenkarte für Deutschland, Grafik: Koramic,

Grundlage: Angaben des Deutschen Instituts für Bautechnik (www.dibt.de).



12.3 Windlastanalysen und Messwerte Zugversuch

Windlastanalyse analog DIN 1055-4



Baum Nr. 01
Arbortag ohne

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Projekt | Standort |
| Projektname | Grundstück Noderloog 23 Ecke Slurpad |
| Projektnummer | 26474 Spiekeroog, Deutschland |
| Datum Untersuchung | Höhe über NN 5 m |
| | 09.04.2024 |

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Baumdaten | angesetzte Materialrichtwerte |
| Baumart | nach Ulmus glabra |
| Stammumfang | Quelle Stuttgart |
| Stammdurchmesser | Druckfestigkeit 20 MPa |
| in 1m Höhe | E-Modul 5700 MPa |
| Rindendicke | Grenzdehnung 0,35 % |
| Baumhöhe 14 m | Rohdichte 1 g/cm ³ |

Baumsilhouette



Lastrichtung LR1_N_auf Unimog

Flächenanalyse

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Kronenansatz | 3,2 m |
| effektive Höhe nach DIN | 9,7 m |
| Gesamtfläche | 158 m ² |
| Exzentrizität der Krone | 3,92 m |

angenommene Strukturparameter

| | |
|-------------------------|--------|
| Windwiderstandsbeiwert | 0,25 |
| Eigenfrequenz | 0,6 Hz |
| Dämpfungsdekrement | 0,6 |
| Formfaktor Eigengewicht | 0,8 |

angesetzte Standortrichtwerte

| | |
|---|------------------------|
| Windzone | D 4 |
| Geschwindigkeit des Bemessungswindes | 30 m/s |
| Luftdichte | 1,29 kg/m ³ |
| Geländekategorie | Vorstadt |
| Exponent Windprofil | 0,22 |
| Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung | 1,1 |
| Expositionsfaktor Krone | 0,85 |

Ergebnis

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Windlastanalyse | Baumstatische Analyse |
| mittlerer Winddruck | Eigengewicht Baum 10 t |
| Böenreaktionsfaktor | kritischer Höhlungsgrad 95 % |
| Lastschwerpunkt | kritische Restwandstärke 3 cm |
| Torsionsmoment | bezogen auf eine geschlossene Schale |
| Bemessungswindmoment 286 kNm | Grundsicherheitsfaktor 8 |

Allgemeines

Anmerkungen offener weitreichender Stammschaden, starker Schrägstand



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



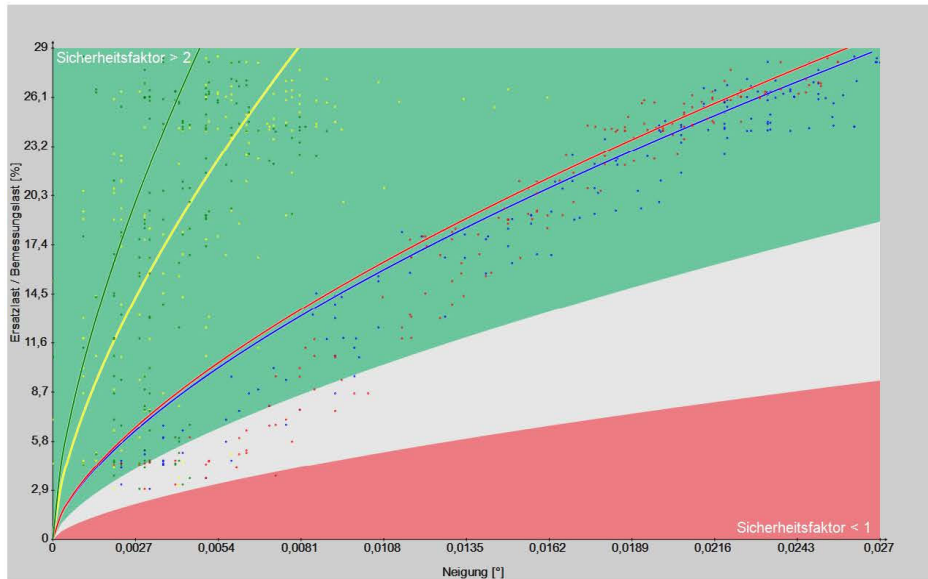
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | | |
|--------------|---------|-------|----------|----------|
| | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | n-druck | s-zug | o-seite1 | w-seite1 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 3,09 | 6,83 | 3,17 | 9,54 |
|-------------------------|------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | in | | | | |
|-------------------------|----|----------|----------|----------|----------|
| Standardabweichung | % | 2,2 | 7,19 | 2,89 | 10,64 |
| Ersatzlast | % | 28,6 | 28,6 | 28,6 | 28,6 |
| Lastrichtung am Inclino | | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| Sachverständiger | ö.b.u.v. Olav Johswich |
| Zeugen / Helfer | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel |

Anmerkungen Messung



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



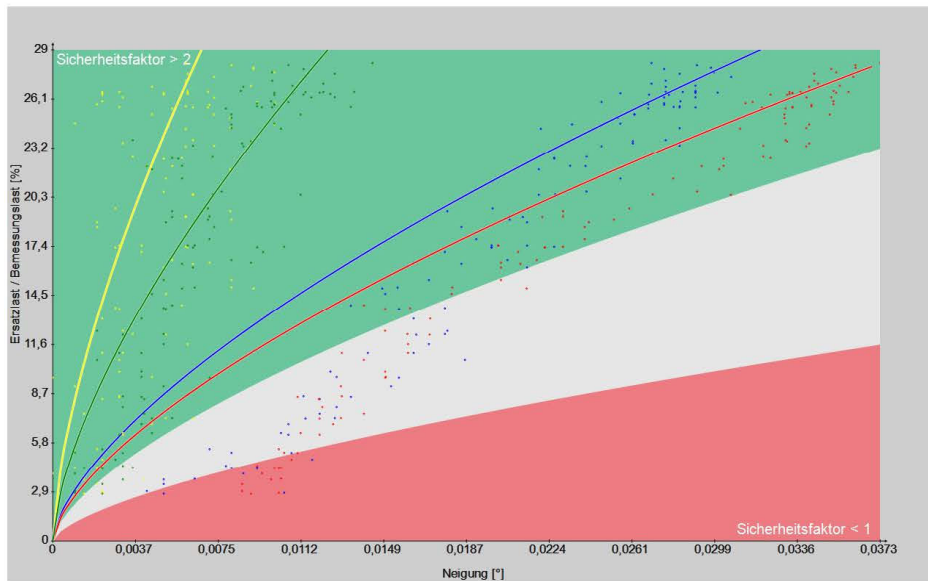
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



| | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Inclinometermessung | | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | | n-druck | s-zug | o-seite2 | w-seite2 |
| Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve) | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | 2,77 | 7,67 | 2,43 | 5,13 |
| Kontrollwerte | | in | | | |
| Standardabweichung | % | 4,62 | 8,71 | 3,94 | 4,19 |
| Ersatzlast | % | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 28,3 |
| Lastrichtung am Inclino | | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse |
| Allgemeines zum Zugversuch | | | | | |
| Sachverständiger | | ö.b.u.v. Olav Johswich | | | |
| Zeugen / Helfer | | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel | | | |
| Anmerkungen Messung | | | | | |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



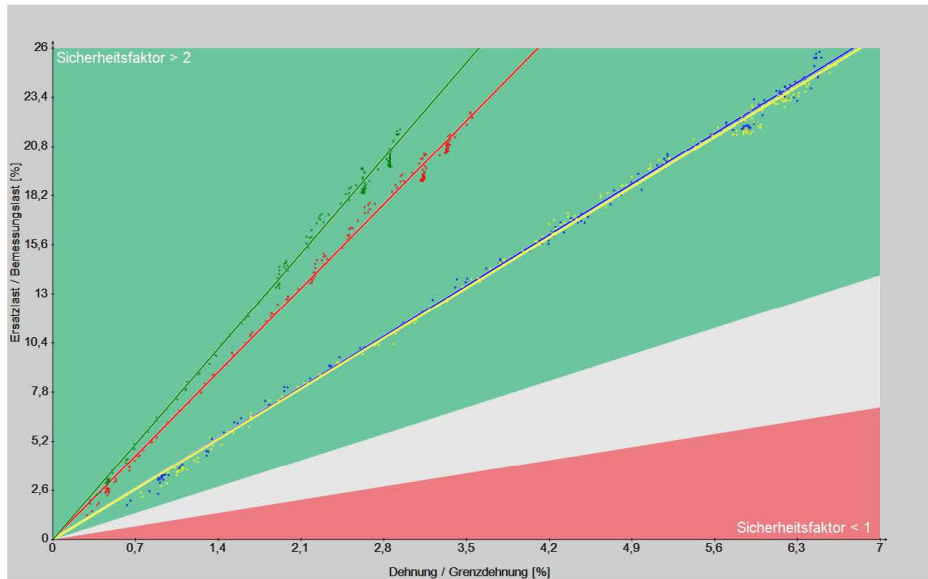
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



Elastometermessung

| | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | n-druck | n-druck | n-druck | n-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 3,84 | 3,81 | 6,33 | 7,21 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9975 | 0,9971 | 0,9965 | 0,9961 |
| Reststeifigkeit | % | 22,4 | 30,1 | 69,9 | 75,2 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 91,9 | 88,7 | 67 | 62,8 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 2,2 | 2 | 0,9 | 0,8 |
| Ersatzlast | % | 25,9 | 25,5 | 22,7 | 21,8 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



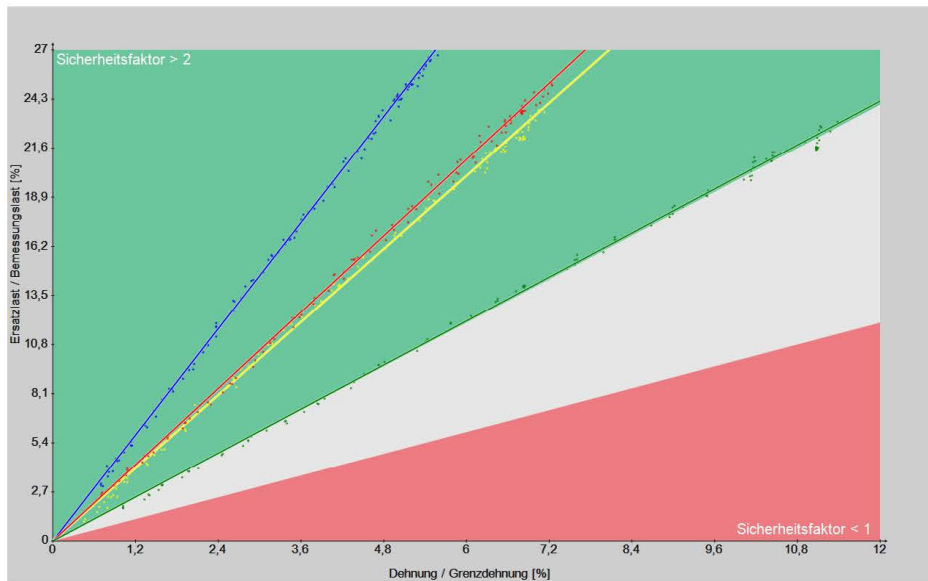
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|---|----|--------|--------|--------|--------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,45 | 0,7 | 0,7 | 1 |
| Messposition | | s-zug | s-zug | s-zug | s-zug |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 145 | 128 | 128 | 109 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 132 | 123 | 123 | 116 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden) | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | 4,87 | 3,35 | 3,5 | 2,02 |
| Kontrollwerte | | | | | |
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9988 | 0,9978 | 0,9983 | 0,9982 |
| Reststeifigkeit | % | 28 | 26,2 | 27,3 | 22,8 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 89,6 | 90,4 | 89,9 | 91,7 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 1,7 | 2,3 | 2,2 | 3,2 |
| Ersatzlast | % | 26,8 | 23,8 | 25,2 | 23,1 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Windlastanalyse analog DIN 1055-4



Baum Nr. 01
Arbortag ohne

Projekt

Projektname Ulme mit Windschur
Projektnummer n-2023-11-29-004
Datum Untersuchung 09.04.2024

Standort

Grundstück Noderloog 23 Ecke Slurpad
26474 Spiekerroog, Deutschland
Höhe über NN 5 m

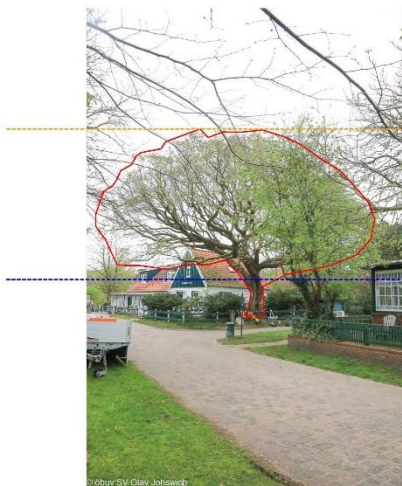
Baumdaten

Baumart Flatter-Ulme
Stammumfang 343 cm
Stammdurchmesser in 1m Höhe || 116 cm
Rindendicke -L 109 cm
Baumhöhe 3 cm
Baumhöhe 14 m

angesetzte Materialrichtwerte

nach Ulmus glabra
Quelle Stuttgart
Druckfestigkeit 20 MPa
E-Modul 5700 MPa
Grenzdehnung 0,35 %
Rohdichte 1 g/cm³

Baumsilhouette



Lastrichtung LR2_O_auf Unimog

Flächenanalyse

Kronenansatz 2,8 m
effektive Höhe nach DIN 9,5 m
Gesamtfläche 176 m²
Exzentrizität der Krone 1,48 m

angenommene Strukturparameter

Windwiderstandsbeiwert 0,25
Eigenfrequenz 0,6 Hz
Dämpfungsdekrement 0,6
Formfaktor Eigengewicht 0,8

angesetzte Standortrichtwerte

Windzone D 4
Geschwindigkeit des Bemessungswindes 30 m/s
Luftdichte 1,29 kg/m³
Geländekategorie Vorstadt
Exponent Windprofil 0,22
Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung 1,1
Expositionsfaktor Krone 1,60

Ergebnis

Windlastanalyse
mittlerer Winddruck 28,4 kN
Böenreaktionsfaktor 2,71
Lastschwerpunkt 8,3 m
Torsionsmoment 114 kNm

Baumstatische Analyse
Eigengewicht Baum 10 t
kritischer Hohlungsgrad 90 %
kritische Restwandstärke 6 cm
bezogen auf eine geschlossene Schale

Bemessungswindmoment 637 kNm

Grundsicherheitsfaktor 3,8

Allgemeines

Anmerkungen offener weitreichender Stammschaden, starker Schrägstand



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



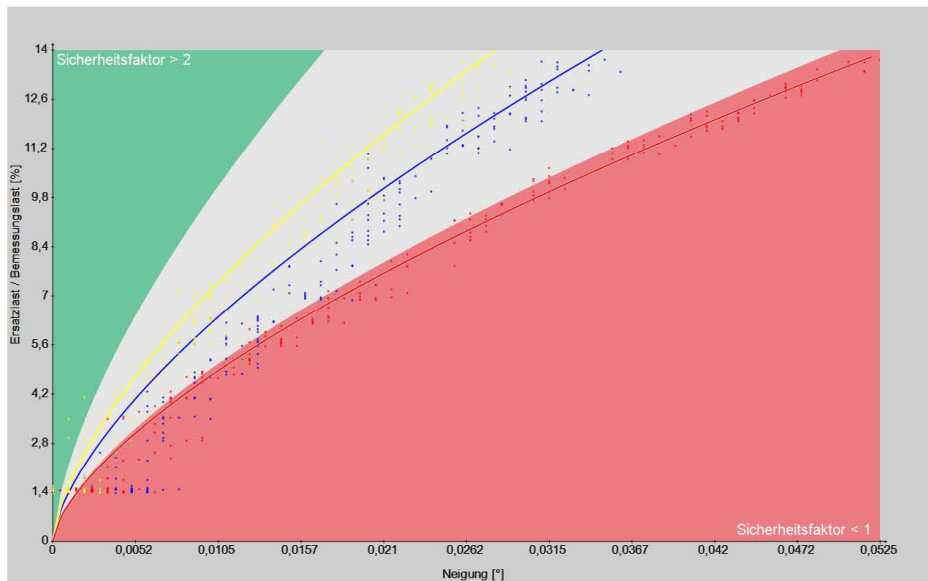
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | |
|--------------|---------|-------|----------|
| | 80 | 81 | 82 |
| Messposition | o-druck | w-zug | s-seite1 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | |
|-------------------------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,26 | 1,46 | 0,96 |
|-------------------------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | in | | | |
|-------------------------|----|---------|---------|---------|
| Standardabweichung | % | 1,42 | 0,91 | 0,52 |
| Ersatzlast | % | 13,8 | 13,8 | 13,8 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| Sachverständiger | ö.b.u.v. Olav Johswich |
| Zeugen / Helfer | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel |

Anmerkungen Messung



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



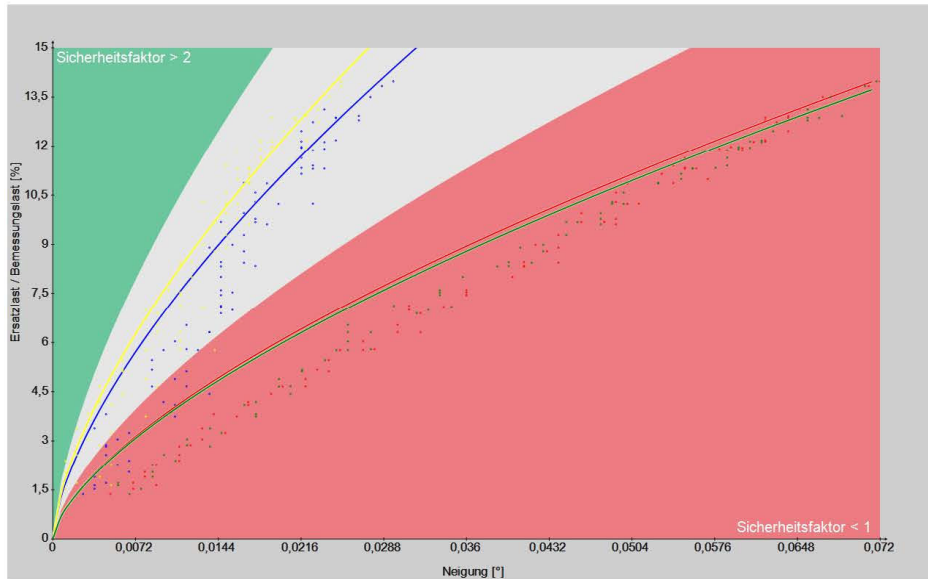
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



| | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|---------|----------|----------|
| Inclinometermessung | | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | | o-druck | w-zug | s-seite2 | n-seite1 |
| Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve) | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | 1,44 | 1,58 | 0,79 | 0,78 |
| Kontrollwerte | | in | | | |
| Standardabweichung | % | 1,59 | 1,16 | 1,14 | 0,94 |
| Ersatzlast | % | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse | x-Achse |
| Allgemeines zum Zugversuch | | | | | |
| Sachverständiger | | ö.b.u.v. Olav Johswich | | | |
| Zeugen / Helfer | | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel | | | |
| Anmerkungen Messung | | | | | |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



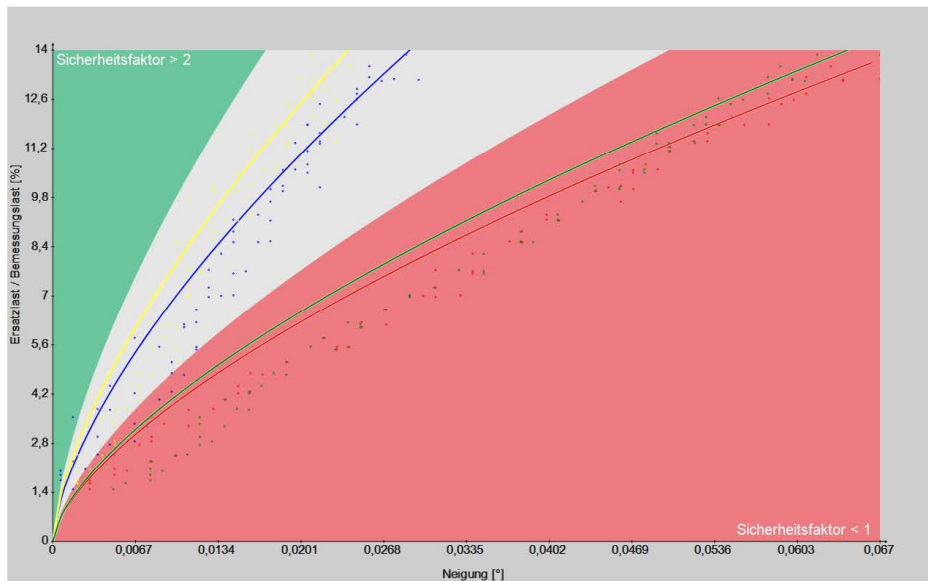
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 3 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | | |
|--------------|---------|-------|----------|----------|
| | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | o-druck | w-zug | S-seite2 | n-seite2 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,43 | 1,62 | 0,81 | 0,85 |
|-------------------------|------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | in | | | | |
|-------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Standardabweichung | % | 1,12 | 1,2 | 0,73 | 1,17 |
| Ersatzlast | % | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 13,9 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse | x-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| Sachverständiger | ö.b.u.v. Olav Johswich |
| Zeugen / Helfer | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel |

Anmerkungen Messung



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



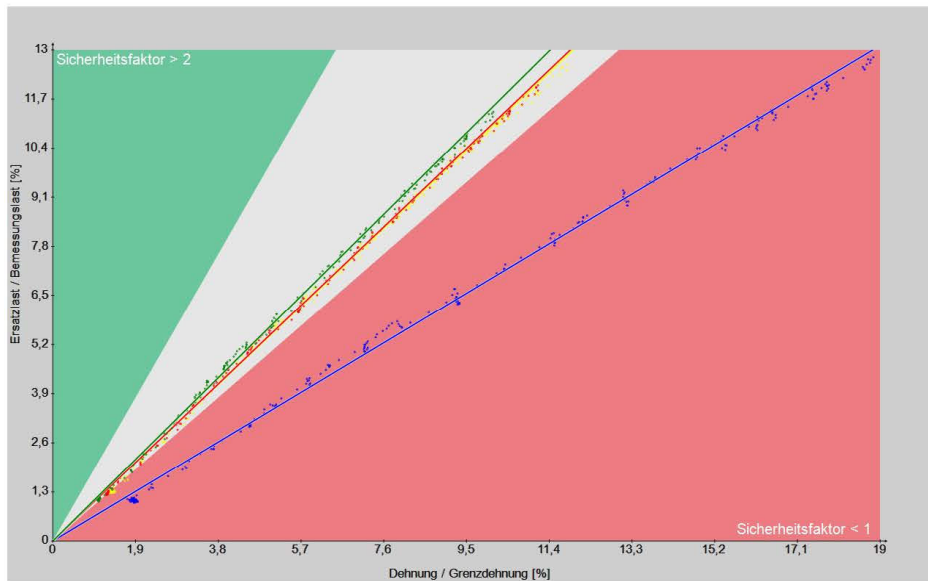
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|---|----------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Höhe Messpunkt | m | | 0,4 | 0,7 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | | o-druck | o-druck | o-druck | o-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | | 145 | 128 | 109 | 114 |
| Rindendicke | cm | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden) | | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | | 0,69 | 1,09 | 1,09 | 1,14 |
| Kontrollwerte | | | | | | |
| Bestimmtheitsmaß R ² | | | 0,9979 | 0,9989 | 0,9993 | 0,9991 |
| Reststeifigkeit | % | | 10,2 | 20 | 25,8 | 25,9 |
| Höhlungsgrad berechnet | % | | 96,5 | 92,8 | 90,5 | 90,5 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | | 5 | 3 | 2,8 | 2,7 |
| Ersatzlast | % | | 12,8 | 12,6 | 12,1 | 11,4 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



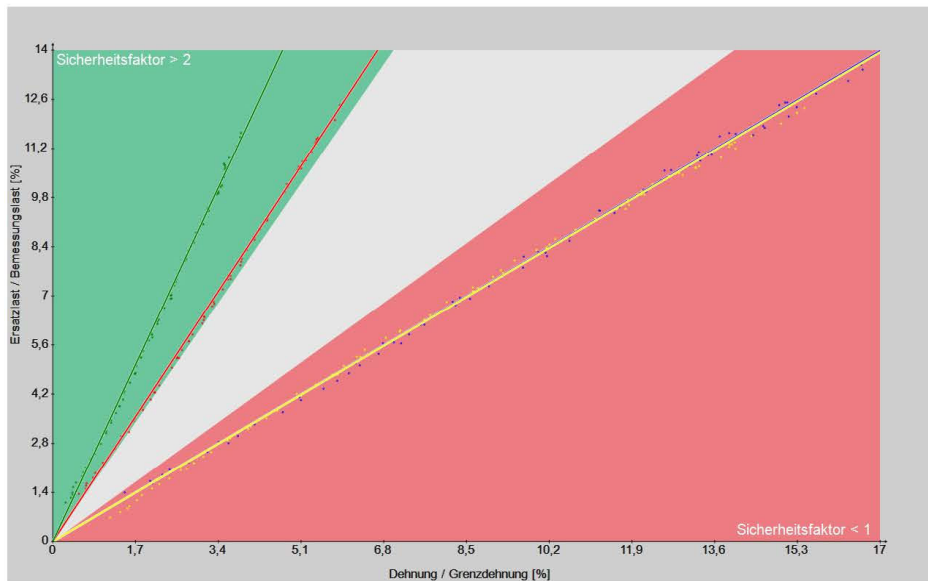
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,3 | 0,65 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | w-zug | w-zug | w-zug | w-zug |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|-----|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 0,82 | 0,82 | 2,1 | 2,97 |
|-------------------------|------|------|-----|------|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9987 | 0,9982 | 0,9991 | 0,9978 |
| Reststeifigkeit | % | 12,2 | 15,3 | 48,8 | 68,2 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 95,8 | 94,6 | 80 | 68,2 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 4,2 | 4 | 1,4 | 0,9 |
| Ersatzlast | % | 13,6 | 12,4 | 12,5 | 11,7 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



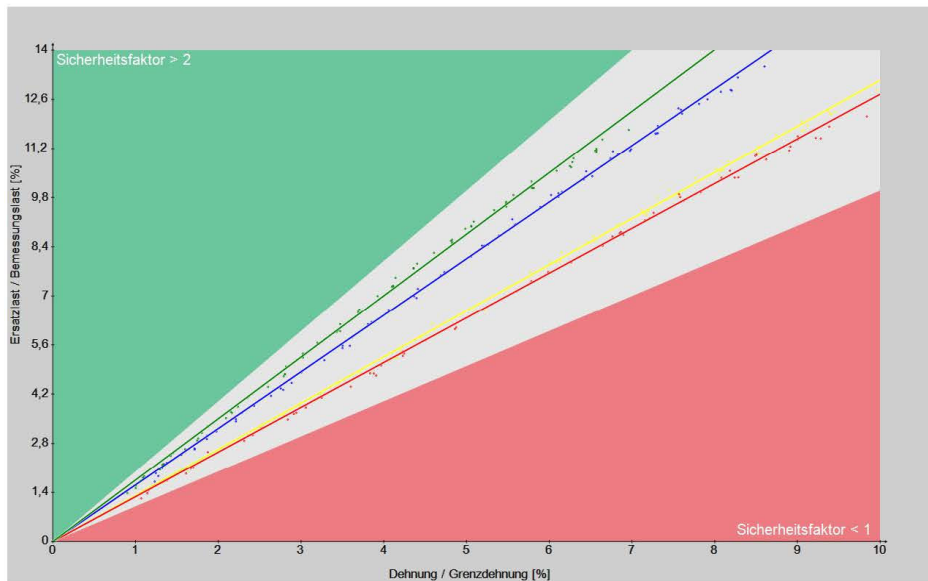
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | 01 |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 3 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----|------------|------------|----------|------------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,4 | 0,7 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | o-druck | o-druck | o-druck | o-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 152 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,61 | 1,31 | 1,28 | 1,75 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|-------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,999 | 0,9991 | 0,9988 | 0,9976 |
| Reststeifigkeit | % | 17,3 | 24 | 30 | 40,6 |
| Höhlungsgrad berechnet | % | 93,9 | 91,2 | 88,8 | 84,1 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 1,7 |
| Ersatzlast | % | 13,6 | 12,9 | 12,2 | 11,8 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Windlastanalyse analog DIN 1055-4



Baum Nr.
Arbortag

Szenario 117 km/h
ohne

Projekt

Projektname Ulme mit Windschur
Projektnummer n-2023-11-29-004
Datum Untersuchung 09.04.2024

Standort

Grundstück Noderloog 23 Ecke Slurpad
26474 Spiekerroog, Deutschland
Höhe über NN 5 m

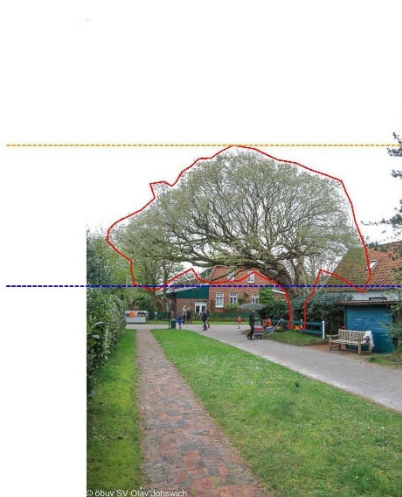
Baumdaten

Baumart Flatter-Ulme
Stammumfang 343 cm
Stammdurchmesser in 1m Höhe || 109 cm
Rindendicke -L 3 cm
Baumhöhe 14 m

angesetzte Materialrichtwerte

nach Ulmus glabra
Quelle Stuttgart
Druckfestigkeit 20 MPa
E-Modul 5700 MPa
Grenzdehnung 0,35 %
Rohdichte 1 g/cm³

Baumsilhouette



Lastrichtung LR1_N_auf Unimog

Flächenanalyse

Kronenansatz 3,2 m
effektive Höhe nach DIN 9,7 m
Gesamtfläche 158 m²
Exzentrizität der Krone 3,92 m

angenommene Strukturparameter

Windwiderstandsbeiwert 0,25
Eigenfrequenz 0,6 Hz
Dämpfungsdecrement 0,6
Formfaktor Eigengewicht 0,8

angesetzte Standortrichtwerte

Windzone 117 km/h
Geschwindigkeit des Bemessungswindes 22,5 m/s
Luftdichte 1,29 kg/m³
Geländekategorie Vorstadt
Exponent Windprofil 0,22
Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung 1,1
Expositionsfaktor Krone 0,85

Ergebnis

Windlastanalyse
mittlerer Winddruck 7,5 kN
Böenreaktionsfaktor 2,62
Lastschwerpunkt 7,9 m
Torsionsmoment 77 kNm

Baumstatische Analyse
Eigengewicht Baum 10 t
kritischer Hohlungsgrad 95 %
kritische Restwandstärke 3 cm
bezogen auf eine geschlossene Schale

Bemessungswindmoment 155 kNm

Grundsicherheitsfaktor 14,7

Allgemeines

Anmerkungen offener weitreichender Stammschaden, starker Schrägstand



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



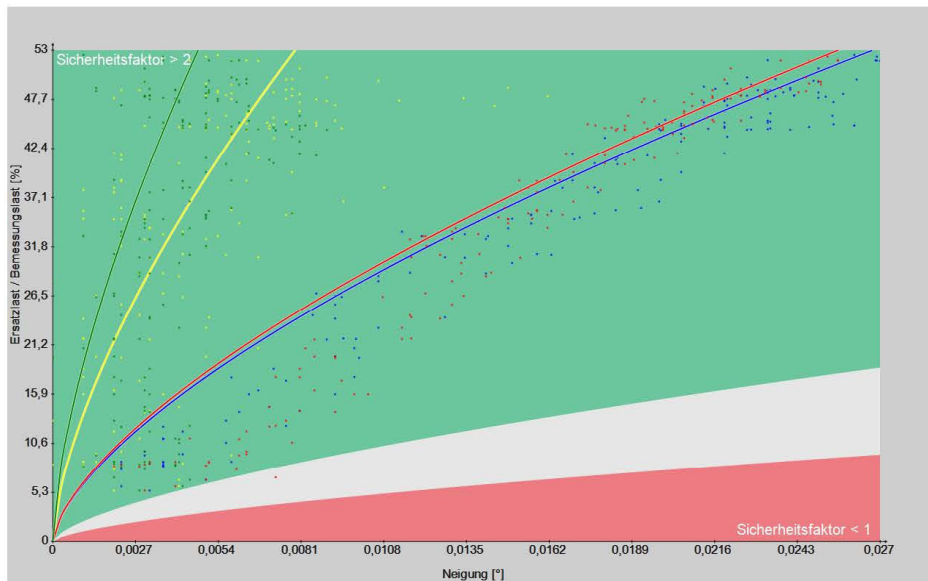
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | | |
|--------------|---------|-------|----------|----------|
| | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | n-druck | s-zug | o-seite1 | w-seite1 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|------|-------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 5,68 | 12,58 | 5,84 | 17,56 |
|-------------------------|------|-------|------|-------|

Kontrollwerte

| | in | | | | |
|-------------------------|----|----------|----------|----------|----------|
| Standardabweichung | % | 4,04 | 13,24 | 5,33 | 19,6 |
| Ersatzlast | % | 52,7 | 52,7 | 52,7 | 52,7 |
| Lastrichtung am Inclino | | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

Sachverständiger: ö.b.u.v. Olav Johswich
Zeugen / Helfer: Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel

Anmerkungen Messung



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



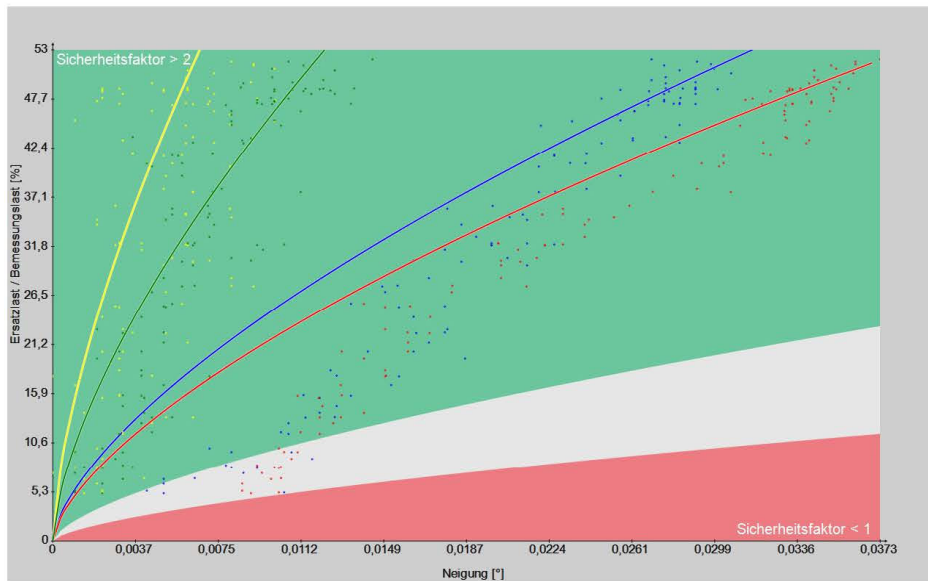
Baumdaten

| | | | |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Projekt Baumart | Ulme mit Windschur Flutter-Ulme | Baum Nr. Datum | Szenario 117 km/h 09.04.2024 |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|

Messaufbau

| | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|
| Höhe des Ankerpunktes Seilwinkel | 3,7 m 10 ° | Messung Nr. Lastrichtung | 2 LR1_N_auf Unimog |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



| | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Inclinometermessung | | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | | n-druck | s-zug | o-seite2 | w-seite2 |
| Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve) | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | 5,1 | 14,12 | 4,48 | 9,45 |
| Kontrollwerte in | | | | | |
| Standardabweichung | % | 8,5 | 16,03 | 7,26 | 7,71 |
| Ersatzlast | % | 52,1 | 52,1 | 52,1 | 52,1 |
| Lastrichtung am Inclino | | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse | xy-Achse |
| Allgemeines zum Zugversuch | | | | | |
| Sachverständiger | | ö.b.u.v. Olav Johswich | | | |
| Zeugen / Helfer | | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel | | | |
| Anmerkungen Messung | | | | | |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



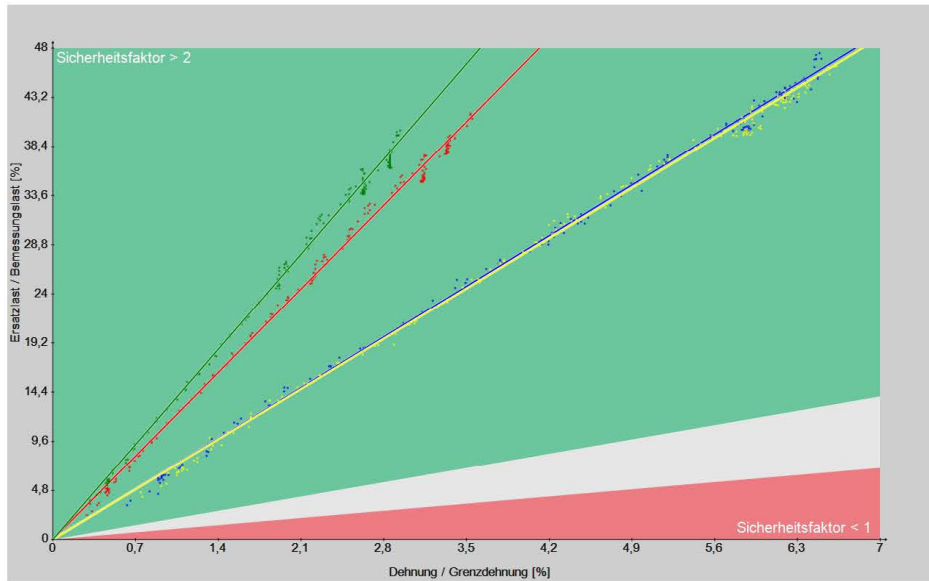
Baumdaten

| | | | |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Projekt Baumart | Ulme mit Windschur Flatter-Ulme | Baum Nr. Datum | Szenario 117 km/h 09.04.2024 |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|

Messaufbau

| | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|
| Höhe des Ankerpunktes Seilwinkel | 3,7 m 10 ° | Messung Nr. Lastrichtung | 1 LR1_N_auf Unimog |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



Elastometermessung

| | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | n-druck | n-druck | n-druck | n-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|-------|-------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 7,07 | 7,01 | 11,66 | 13,28 |
|-------------------------|------|------|-------|-------|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9975 | 0,9971 | 0,9965 | 0,9961 |
| Reststeifigkeit | % | 22,4 | 30,1 | 69,9 | 75,2 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 91,9 | 88,7 | 67 | 62,8 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 2,2 | 2 | 0,9 | 0,8 |
| Ersatzlast | % | 47,7 | 46,9 | 41,8 | 40,1 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



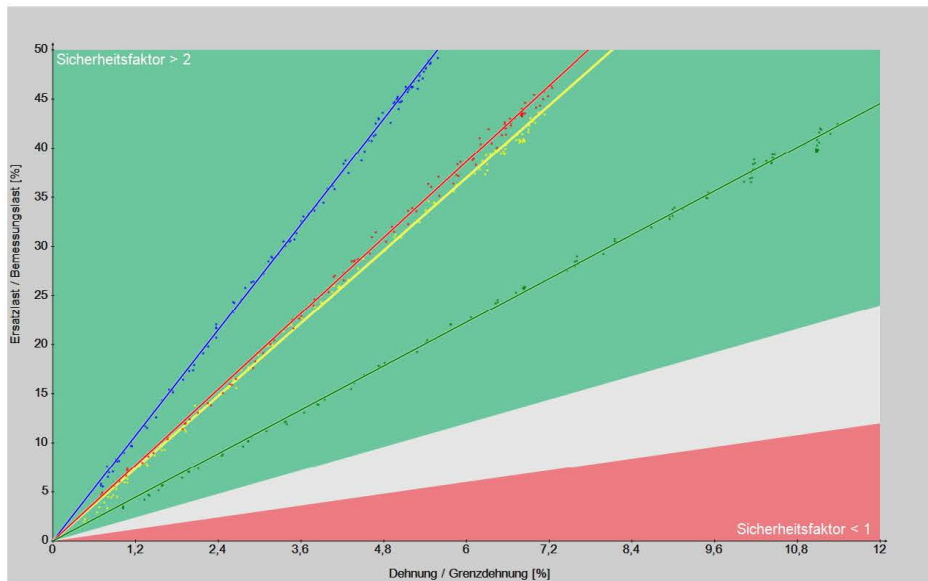
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 3,7 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 10 ° | Lastrichtung | LR1_N_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|---|----|--------|--------|--------|--------|-------|
| Höhe Messpunkt | m | | 0,45 | 0,7 | 0,7 | 1 |
| Messposition | | s-zug | s-zug | s-zug | s-zug | s-zug |
| Stammdurchmesser 1 | cm | | 145 | 128 | 128 | 109 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | | 132 | 123 | 123 | 116 |
| Rindendicke | cm | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden) | | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | | 8,96 | 6,16 | 6,44 | 3,71 |
| Kontrollwerte | | | | | | |
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9988 | 0,9978 | 0,9983 | 0,9982 | |
| Reststeifigkeit | % | 28 | 26,2 | 27,3 | 22,8 | |
| Höhlungsgrad berechnet | % | 89,6 | 90,4 | 89,9 | 91,7 | |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 1,7 | 2,3 | 2,2 | 3,2 | |
| Ersatzlast | % | 49,3 | 43,8 | 46,5 | 42,6 | |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Windlastanalyse analog DIN 1055-4



Baum Nr. Szenario 117 km/h
Arbortag ohne

Projekt

Projektname Ulme mit Windschur
Projektnummer n-2023-11-29-004
Datum Untersuchung 09.04.2024

Standort

Grundstück Noderloog 23 Ecke Slurpad
26474 Spiekerroog, Deutschland
Höhe über NN 5 m

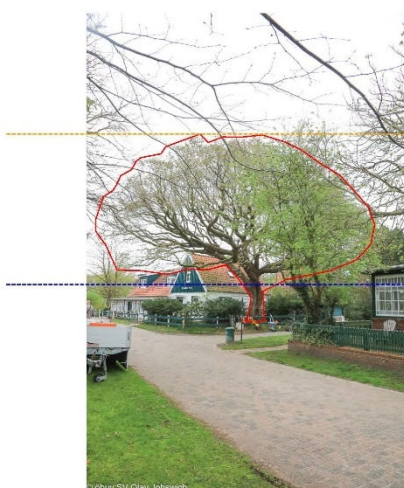
Baumdaten

Baumart Flatter-Ulme
Stammumfang 343 cm
Stammdurchmesser in 1m Höhe || 116 cm
Rindendicke -L 109 cm
Baumhöhe 3 cm
Baumhöhe 14 m

angesetzte Materialrichtwerte

nach Ulmus glabra
Quelle Stuttgart
Druckfestigkeit 20 MPa
E-Modul 5700 MPa
Grenzdehnung 0,35 %
Rohdichte 1 g/cm³

Baumsilhouette



Lastrichtung LR2_O_auf Unimog

Flächenanalyse

Kronenansatz 2,8 m
effektive Höhe nach DIN 9,5 m
Gesamtfläche 176 m²
Exzentrizität der Krone 1,48 m

angenommene Strukturparameter

Windwiderstandsbeiwert 0,25
Eigenfrequenz 0,6 Hz
Dämpfungsdekrement 0,6
Formfaktor Eigengewicht 0,8

angesetzte Standortrichtwerte

Windzone 117 km/h
Geschwindigkeit des Bemessungswindes 22,5 m/s
Luftdichte 1,29 kg/m³
Geländekategorie Vorstadt
Exponent Windprofil 0,22
Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung 1,1
Expositionsfaktor Krone 2,30

Ergebnis

Windlastanalyse
mittlerer Winddruck 23 kN
Böenreaktionsfaktor 2,62
Lastschwerpunkt 8,3 m
Torsionsmoment 89 kNm

Baumstatische Analyse

Eigengewicht Baum 10 t
kritischer Hohlungsgrad 93 %
kritische Restwandstärke 4 cm
bezogen auf eine geschlossene Schale

Bemessungswindmoment 497 kNm

Grundsicherheitsfaktor 4,9

Allgemeines

Anmerkungen offener weitreichender Stammschaden, starker Schrägstand



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



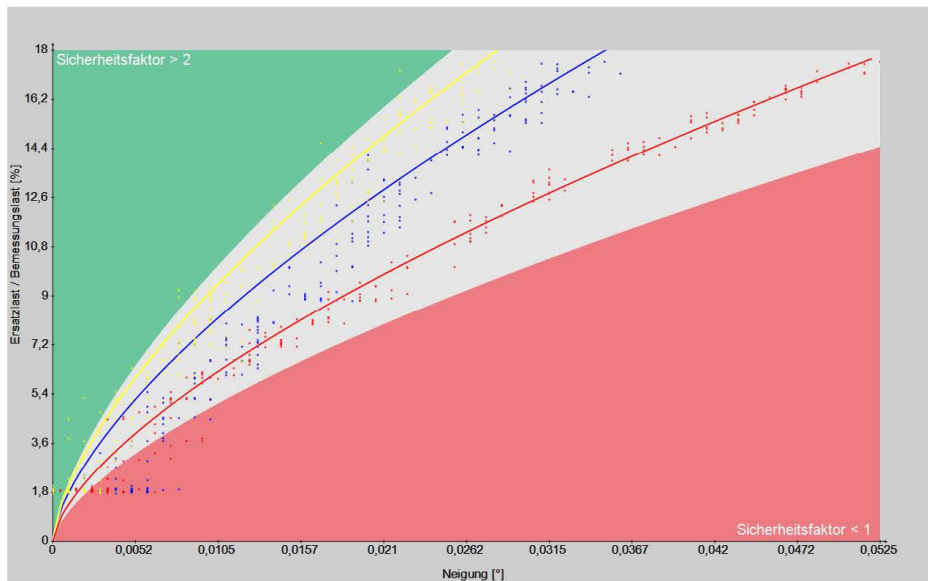
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | |
|--------------|---------|-------|----------|
| | 80 | 81 | 82 |
| Messposition | o-druck | w-zug | s-seite1 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | |
|-------------------------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,62 | 1,87 | 1,23 |
|-------------------------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | in | | | |
|-------------------------|----|---------|---------|---------|
| Standardabweichung | % | 1,82 | 1,16 | 0,67 |
| Ersatzlast | % | 17,6 | 17,6 | 17,6 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

Sachverständiger: ö.b.u.v. Olav Johswich
Zeugen / Helfer: Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel

Anmerkungen Messung



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



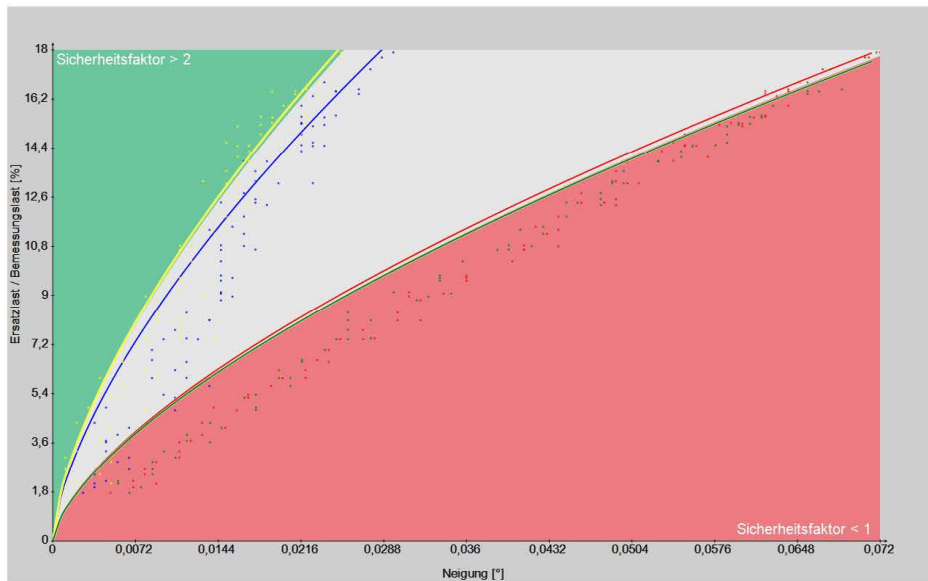
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



| | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|---------|----------|----------|
| Inclinometermessung | | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | | o-druck | w-zug | s-seite2 | n-seite1 |
| Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve) | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | 1,85 | 2,03 | 1,01 | 1 |
| Kontrollwerte | | in | | | |
| Standardabweichung | % | 2,03 | 1,49 | 1,46 | 1,21 |
| Ersatzlast | % | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse | x-Achse |
| Allgemeines zum Zugversuch | | | | | |
| Sachverständiger | | ö.b.u.v. Olav Johswich | | | |
| Zeugen / Helfer | | Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel | | | |
| Anmerkungen Messung | | | | | |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch



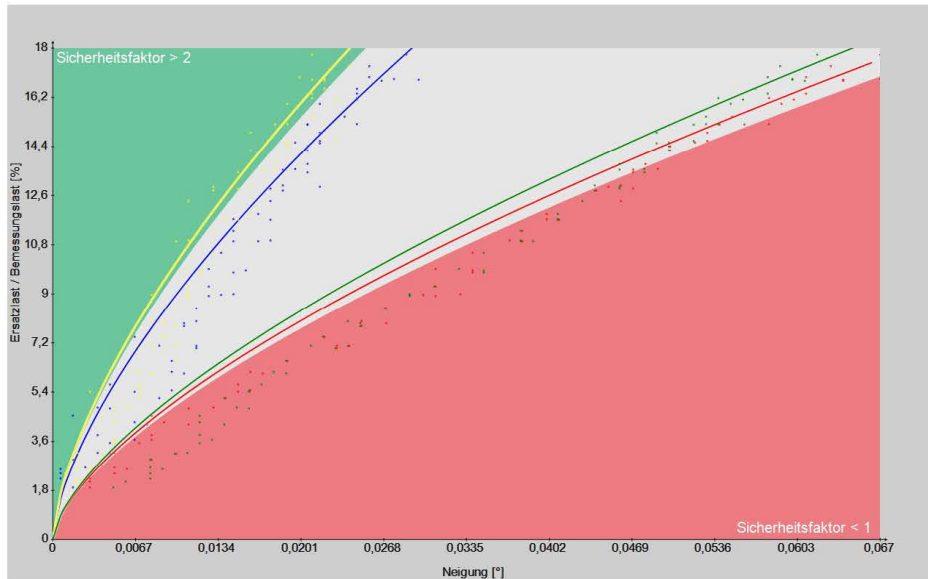
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 3 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

| | | | | |
|--------------|---------|-------|----------|----------|
| | 80 | 81 | 82 | 83 |
| Messposition | o-druck | w-zug | S-seite2 | n-seite2 |

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,83 | 2,07 | 1,04 | 1,08 |
|-------------------------|------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | in | | | | |
|-------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Standardabweichung | % | 1,44 | 1,54 | 0,94 | 1,5 |
| Ersatzlast | % | 17,8 | 17,8 | 17,8 | 17,8 |
| Lastrichtung am Inclino | | y-Achse | y-Achse | x-Achse | x-Achse |

Allgemeines zum Zugversuch

Sachverständiger: ö.b.u.v. Olav Johswich
Zeugen / Helfer: Steffen Lüssing, Andreas Block-Daniel

Anmerkungen Messung



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



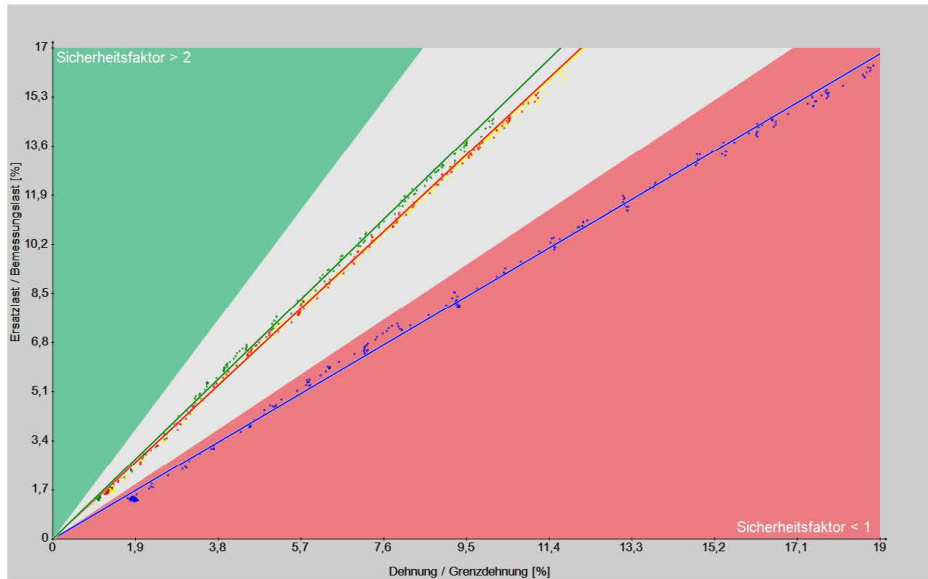
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flatter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 1 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



| Elastometermessung | | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--|----|----|---------|---------|---------|---------|
| Höhe Messpunkt | m | | 0,4 | 0,7 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | | o-druck | o-druck | o-druck | o-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | | 145 | 128 | 109 | 114 |
| Rindendicke | cm | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden) | | | | | | |
| Sicherheitsfaktor mind. | | | 0,88 | 1,39 | 1,4 | 1,46 |
| Kontrollwerte | | | | | | |
| Bestimmtheitsmaß R ² | | | 0,9979 | 0,9989 | 0,9993 | 0,9991 |
| Reststeifigkeit | % | | 10,2 | 20 | 25,8 | 25,9 |
| Höhlungsgrad berechnet | % | | 96,5 | 92,8 | 90,5 | 90,5 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | | 5 | 3 | 2,8 | 2,7 |
| Ersatzlast | % | | 16,4 | 16,2 | 15,5 | 14,6 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



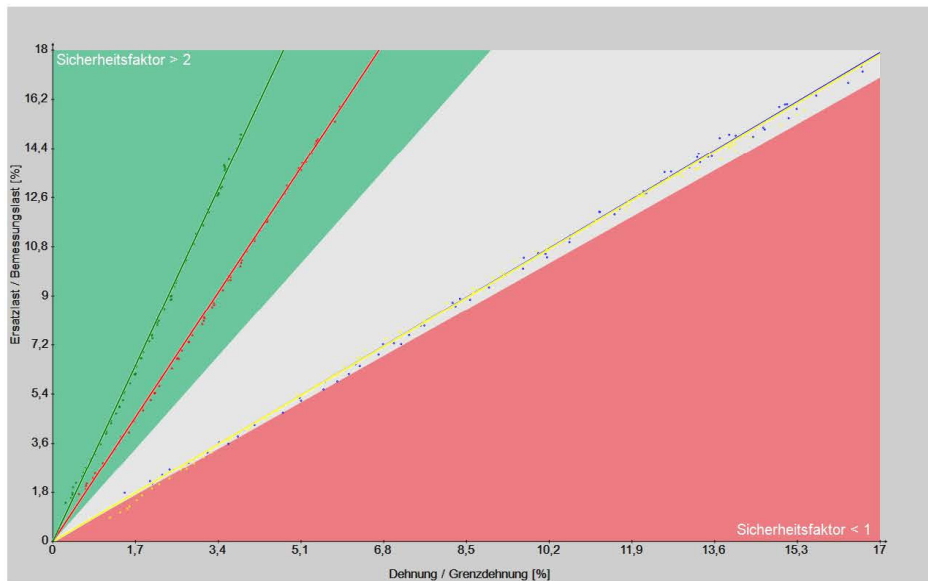
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 2 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



Elastometermessung

| | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,3 | 0,65 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | w-zug | w-zug | w-zug | w-zug |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 132 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-----|
| Sicherheitsfaktor mind. | 1,05 | 1,05 | 2,69 | 3,8 |
|-------------------------|------|------|------|-----|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,9987 | 0,9982 | 0,9991 | 0,9978 |
| Reststeifigkeit | % | 12,2 | 15,3 | 48,8 | 68,2 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 95,8 | 94,6 | 80 | 68,2 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 4,2 | 4 | 1,4 | 0,9 |
| Ersatzlast | % | 17,5 | 15,9 | 16 | 15 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe



Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch



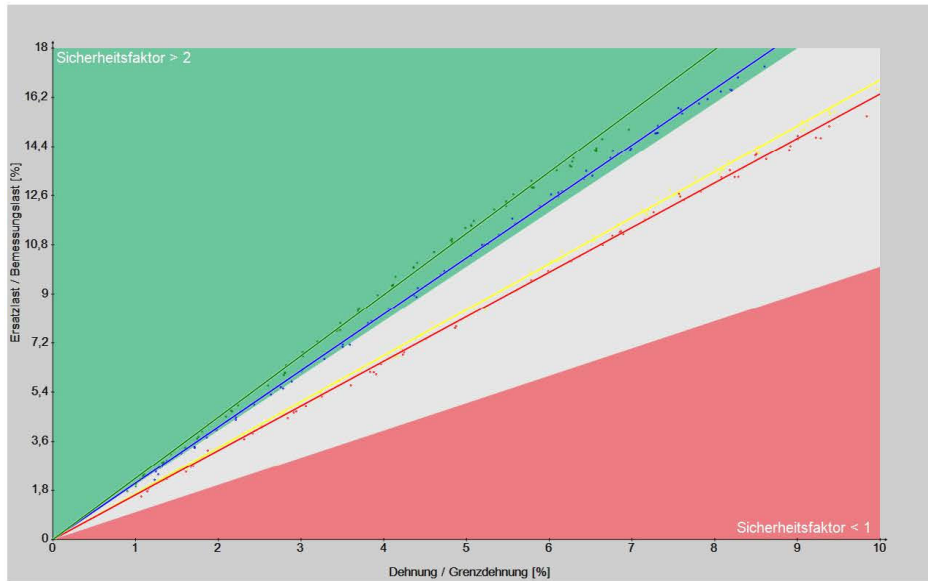
Baumdaten

| | | | |
|---------|--------------------|----------|-------------------|
| Projekt | Ulme mit Windschur | Baum Nr. | Szenario 117 km/h |
| Baumart | Flutter-Ulme | Datum | 09.04.2024 |

Messaufbau

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------|------------------|
| Höhe des Ankerpunktes | 4,4 m | Messung Nr. | 3 |
| Seilwinkel | 15 ° | Lastrichtung | LR2_O_auf Unimog |

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



Elastometermessung

| | in | 90 | 91 | 97 | 98 |
|--------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Höhe Messpunkt | m | 0,4 | 0,7 | 1 | 1,3 |
| Messposition | | o-druck | o-druck | o-druck | o-druck |
| Stammdurchmesser 1 | cm | 152 | 123 | 116 | 113 |
| Stammdurchmesser 2 | cm | 145 | 128 | 109 | 111 |
| Rindendicke | cm | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lastanteil | % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Sicherheitsfaktor mind. | 2,06 | 1,68 | 1,63 | 2,24 |
|-------------------------|------|------|------|------|

Kontrollwerte

| | | | | | |
|----------------------------------|---|-------|--------|--------|--------|
| Bestimmtheitsmaß R ² | | 0,999 | 0,9991 | 0,9988 | 0,9976 |
| Reststeifigkeit | % | 17,3 | 24 | 30 | 40,6 |
| Hohlungsgrad berechnet | % | 93,9 | 91,2 | 88,8 | 84,1 |
| Stauchung durch das Eigengewicht | | | | | |
| von Krone und Stamm | % | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 1,7 |
| Ersatzlast | % | 17,4 | 16,5 | 15,6 | 15,1 |

Auswertung durch Olav Johswich, ö.b.u.v. Sachverständiger

© ArboSafe