

# Orientierende Untersuchungen zur Anwendung von Zugversuchen zur Ermittlung der Standsicherheit von Ökotorsti

Stefan Düsterdiek, Lutz Hoffmann, Horst Stobbe und Steffen Rust



# Probleme bei der Standsicherheitsbeurteilung von Ökotorsti

- Es gibt derzeit keine verlässlichen Kriterien für die **Baumkontrolle**
- ein entsprechender Entwurf eines Bewertungsbogens mit Kriterien für die befindet sich noch in der Testphase



Erstentwurf Bewertungsbogen zur visuellen Kontrolle von Ökotorso  
 Stand: 13.06.2022

Wertung	Beschreibung
0	Baumartspezifisch ausgeprägte Wurzelanläufe ohne sichtbare Schäden und ohne auffällige Reaktion bei Schonhammereinsatz
1	Wurzelanläufe mit geringen sichtbare Schäden, Rinde lässt sich mit Schonhammer lösen, freigelegtes Holz fest
2	Wurzelanläufe mit sichtbaren Schäden, größere Teile der Rinde lassen sich leicht entfernen, freigelegtes Holz weist Zersetzungsspuren auf
3	mind. die Hälfte aller Wurzelanläufe teilweise abgebaut, tiefer liegendes Stammholz faul, Höhlungen vorhanden und mit dem Schonhammer einschlagbar
4	Wurzelanläufe allseits stark bröselig abgebaut, Holz lässt sich leicht mit dem Schonhammer einschlagen, stärkere Höhlungen vorhanden, Stammfuß nimmt „Zylinder-im-Boden-Form“ an
5	Wurzelanläufe vollständig abgebaut, sodass sich der Stammfuß im Boden zu verjüngen scheint („Kegelspitze-im-Boden-Form“), Holz stark zersetzt, löchrig und leicht zerschlagbar

Grafik: M. Steinig



**Schauen wir uns mal verschiedene Torsi an!**







# Was ist aber, wenn nun noch holzerstörende Pilze ins Spiel kommen?

26. März 2026

Profi-Seminar 7



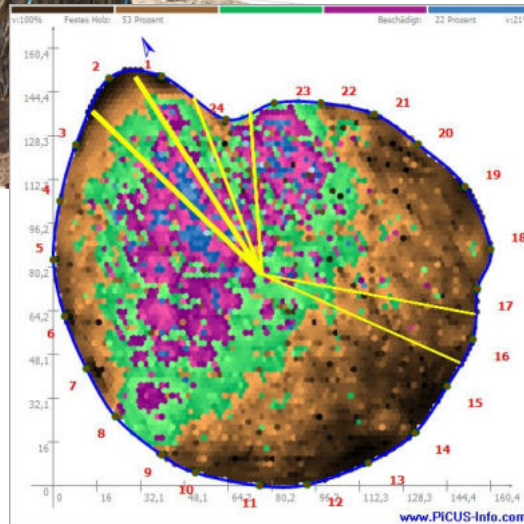
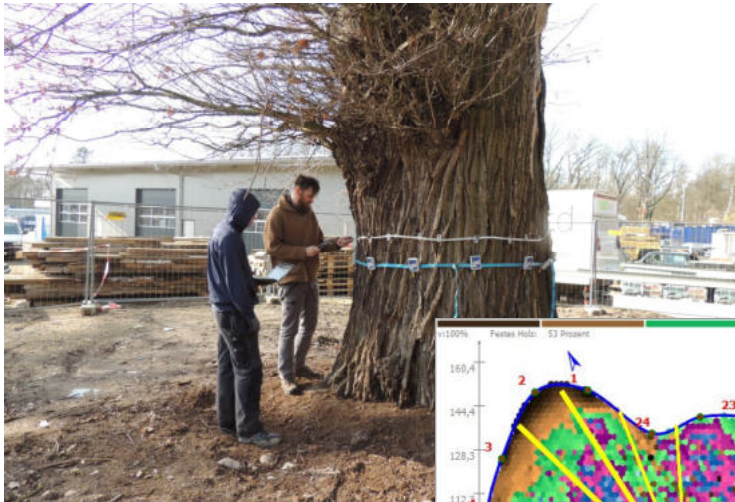
INSTITUT FÜR  
BAUMPFLEGE  
H A M B U R G







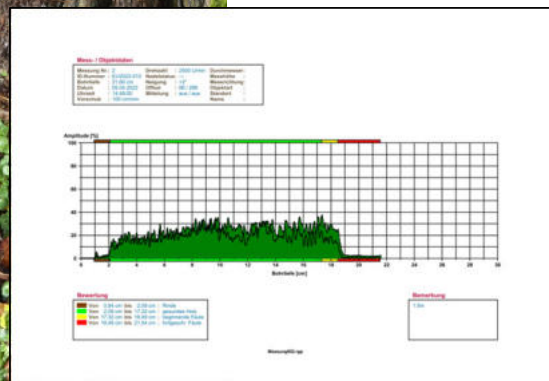
# Probleme bei der Standsicherheitsbeurteilung von Ökotorssi



- Mit dem **Schalltomografen** ist eigentlich nur eine Aussage zur Bruchsictheheit möglich, da es sich um ein oberirdisches Messverfahren handelt
- Schrumpfungsrisse toten Holzes können zudem das Tomogramm stark verfälschen



# Probleme bei der Standsicherheitsbeurteilung von Ökotorssi



- Mit dem **Bohrwiderstandsmessgerät** kann zwar stichprobenartig auch nach unten in den Wurzelstock gemessen werden, aber der Informationsgehalt ist sehr gering



# Der Torso in Lübeck-Genin



26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLERGE  
H A M B U R G



26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLERGE  
HAMBURG



## FFH-Gebiet „Friedhofseiche Genin“

Die alte Friedhofseiche ist Lebensraum einer seltenen und nach der FFH-Richtlinie europaweit streng geschützten Käferart. Der Heldbock, auch Großer Eichenbock genannt, hat hier sein letztes Vorkommen in ganz Schleswig-Holstein.

Der schwarzbraune, 24 bis 53 Millimeter lange Heldbock bevorzugt freistehende, sonnenexponierte Stiel- oder Traubeneichen. Die Käfer sind sehr ortstreu und verlassen ihren Geburtsort nur äußerst selten. Die wenigen ausbreitungswilligen Tiere fliegen nur in warmen Sommernächten und über eine kleine Strecke. Um dauerhaft zu überleben, ist die Tierart auf eine ausreichende Zahl eng benachbarter, starker Altbäume angewiesen, die einen Stammdurchmesser von über einem Meter haben. Ziel ist daher, die gesamte Alteichengruppe zu erhalten.

Ausgewachsene Heldböcke sind dämmerungs- und nachtaktiv. Tagsüber verkriechen sie sich unter loser Rinde oder in alten Fraßgängen. Das Weibchen legt seine Eier in tiefe Spalten der Baumrinde. Nach dem Schlüpfen fressen sich die Junglarven ins Holz. In der Bastschicht bohren sie die Leiterbahnen an, um sich von den nährstoffreichen Baumsäften zu ernähren. Ab dem zweiten Lebensjahr dringen die Larven tiefer in den Stamm vor, zunächst bis zum Splint-, später bis zum Kernholz. Erst nach 3-5 Jahren ist die Entwicklung zum erwachsenen Tier abgeschlossen.

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts war der Heldbock allgemein weit verbreitet und häufig. Als Holzschädling gefürchtet, wurden seine Brutbäume früher aktiv beseitigt. Heute steht die Tierart in Deutschland auf der Roten Liste der gefährdeten Arten und ist in die Gefährdungsstufe 1 (vom Aussterben bedroht) eingestuft. **Bitte achten Sie dieses einzigartige Naturdenkmal und helfen Sie mit, die Käfer und ihre Lebensstätte zu erhalten!**



Heldbock (*Cerambyx cerdo*)

(Foto: © Nill / linnea images)

26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFL  
HAMBURG



Zugversuch!

Abspannung?

Rückschnitt?

Abstützung?

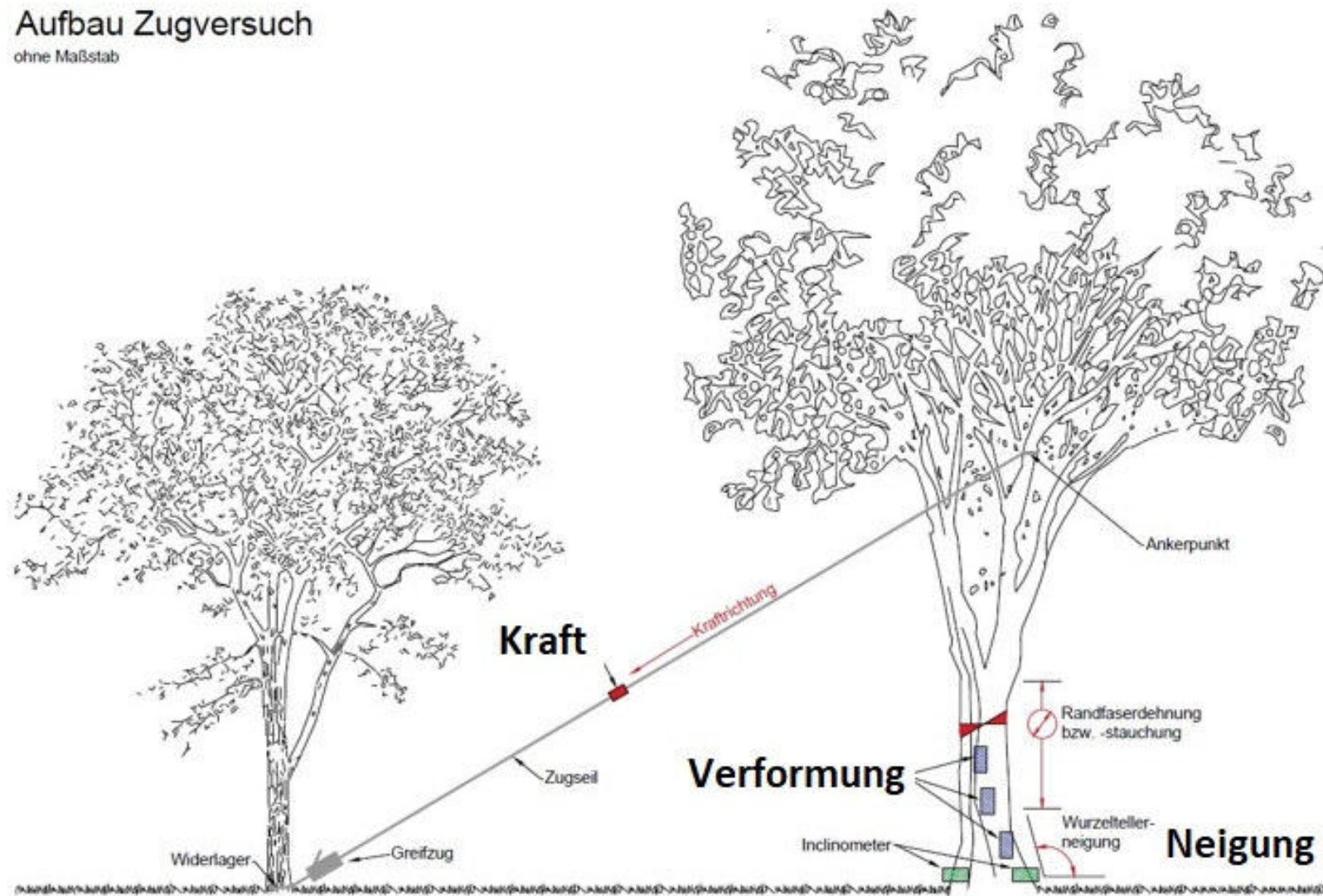
26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



# Aufbau Zugversuch

ohne Maßstab



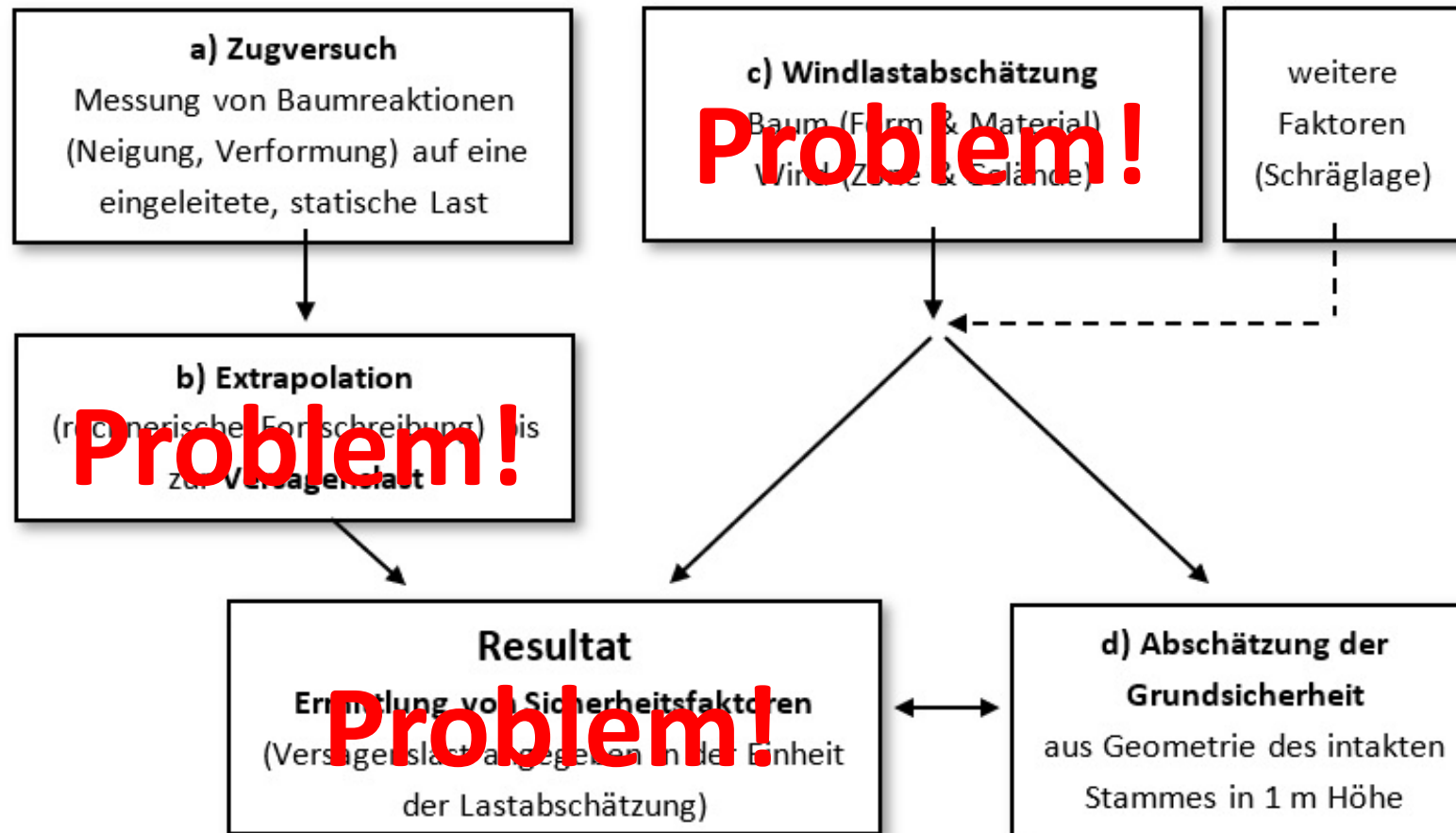
Schumacher 2017

# Beurteilung der Standsicherheit mit dem Zugverfahren

- Die Daten werden auf einer Kippkurve extrapoliert
- In einzelnen Fällen (z. B. Bader 2000) haben jedoch Bäume mit umfangreichen Wurzelverlusten bereits früher versagt, als erwartet
- Dies ist auch bei Ökotorso zu erwarten!

**Der zu erwartende Versagenspunkt ist somit unbekannt!**





Schema nach ANDREAS DETTER; BRUDI und Partner; Ausbildungsmodul 2, Zugversuche 2018, verändert und erweitert durch Verfasser.

# Lösungsansätze für die Beurteilung der Standsicherheit



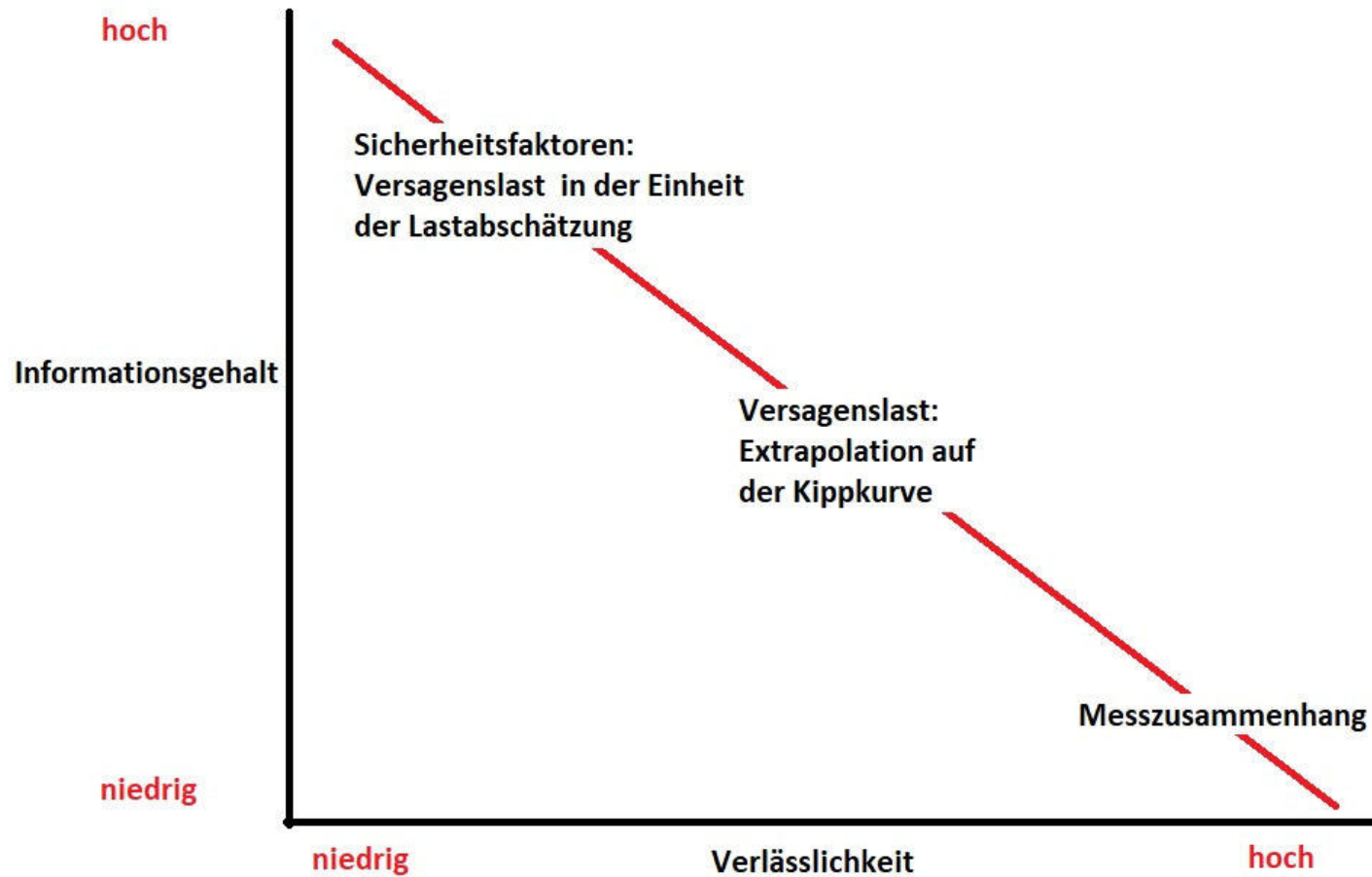
26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLEGE  
H A M B U R G

# Grundsätzliche Überlegungen



# Überlegungen zur Lastannahme

**Wir entschieden uns, rein empirische Bewertungsätze auszuprobieren!**

**Die grundlegende Frage hieß nun nicht mehr, an welchem Punkt versagt der Baum?**

**Vielmehr wird nun gefragt, bis zu welchem Punkt der Baum mit hoher Wahrscheinlichkeit noch sicher ist.**



# Überlegungen zur Lastannahme

- Höhe 11,00 m
- Stammdurchmesser 180 cm
- Lasteintrag ca. **10 kN schadfrei!**
- Ankerpunkthöhe 5,60 m

= ca. **55 kNm** Versuchslast

**Somit entspricht die Versuchslast der Lastannahme!**



# Modell 1: Repräsentation der Versuchslast über den Windwiderstand





**Bekronte Stiel-Eiche:  $c_w$ -Wert ca. 0,25**

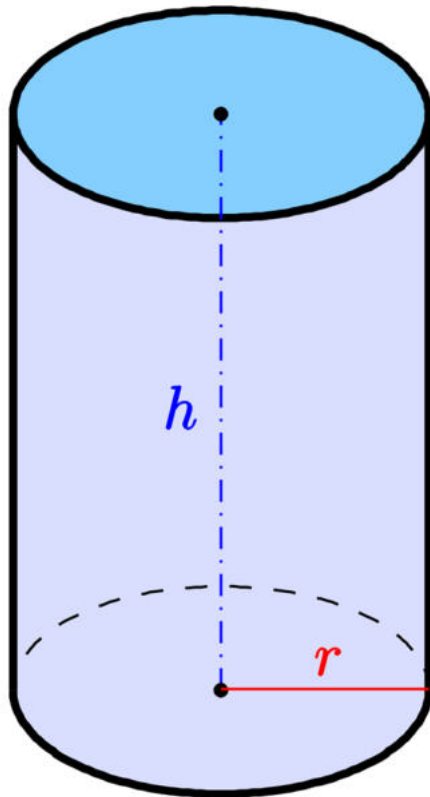


26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLEGE  
HAMBURG



Zylinder:  $c_w$ -Wert ca. 0,75



Bildquelle: <https://de.wikipedia.org>

26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLERGE  
H A M B U R G

## Was sagt uns das empirische Messergebnis



- Wenn 55 kNm Biegemoment am Stammfuß nur durch den Wind auf den Torso einwirken sollten, **dann** wäre ein  $c_w$ -Wert von **ca. 1,6** erforderlich
- Der Ökotorso hat mit dem Versuch eine modellhafte Windbelastung schadlos überstanden, die **etwa zweifach höher liegt, als eine Orkanbelastung auf einen windversperrenden Zylinder** mit der gleichen Abmessung am Standort.

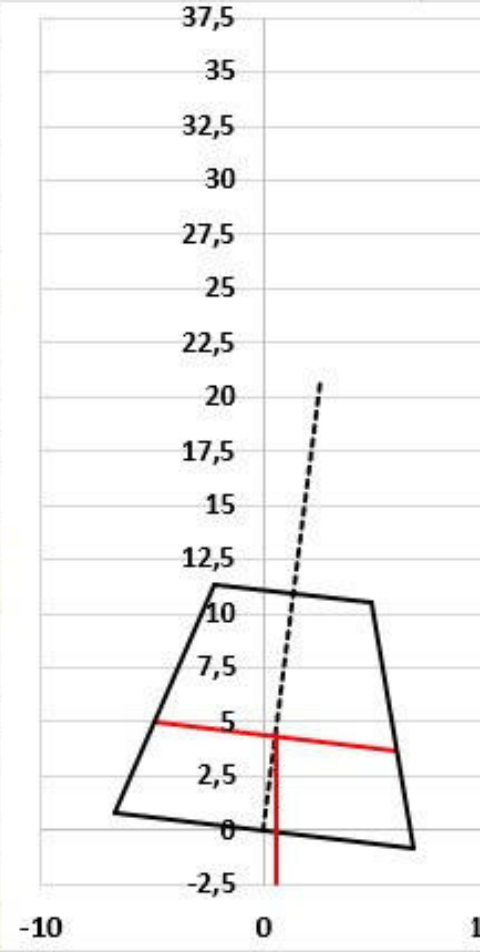


## Modell 2: Repräsentation der Versuchslast über die Eigenlast



## Berechnung des Gewichtskraftmomentes schräger Bäume über die Kegelstumpfformel

<b>Eingabefelder</b>	<b>orange</b>	<b>Elypse entspricht Kreisfläche</b>				
<b>Ergebnisfelder</b>	<b>gelb</b>	D1	180	25446,90049	Fläche Elypse	↻
<b>Berechnungsfelder</b>	<b>weiß</b>	D2	180	180	D Modell Kreis	
<b>Formzahl</b>		Höhe	D unten	D oben	D Schwerp.	152,4704355
Rückrechnung Kontrolle		m	cm	cm	cm	
0,600	←	11	180	94,53	145,86	
0,6	→		0,9	0,472630176	0,729280744	
				0,472630176		
<b>Schwerpunkt Höhe</b>	m	4,39	0,52514464 Faktor aus Polyn.			
			<b>Neigung Grad</b>	<b>Bogenmass</b>	<b>Cos</b>	<b>Exzentrizität</b>
Volumen obere Hälfte	m³	7,61	83	0,122173048	0,121869343	0,54
Volumen untere Hälfte	m³	9,19	7			
<b>Volumen Kegelstumpf</b>	m³	16,80	Dichte to/m³		0,122173048	
			0,6			
V Summe oben unten	m³	16,80				
<b>Volumen Zylinder</b>	m³	27,99	<b>Gewicht to.</b>	<b>Gewichtskraft kN</b>	<b>Gewichtskraftmoment kNm</b>	
			10,08	98,91	52,96	



## Was sagt uns das empirische Messergebnis?

Selbst, wenn der ca. 10 t schwere Torso um 7° geneigt stünde, was er nicht tut, würde er zumindest diese Schräglage unbeschadet überstehen können.

**Die Versuchslast überstieg die zu erwartenden Lasten, die auf diesen Torso einwirken, erheblich.**



# Langzeituntersuchung zum Abbau der Standsicherheit



26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLERGE  
H A M B U R G

## Wichtige Kriterien für die Wiederholbarkeit



Genauere Positionierung der Messinstrumente an exakt den gleichen Stellen.



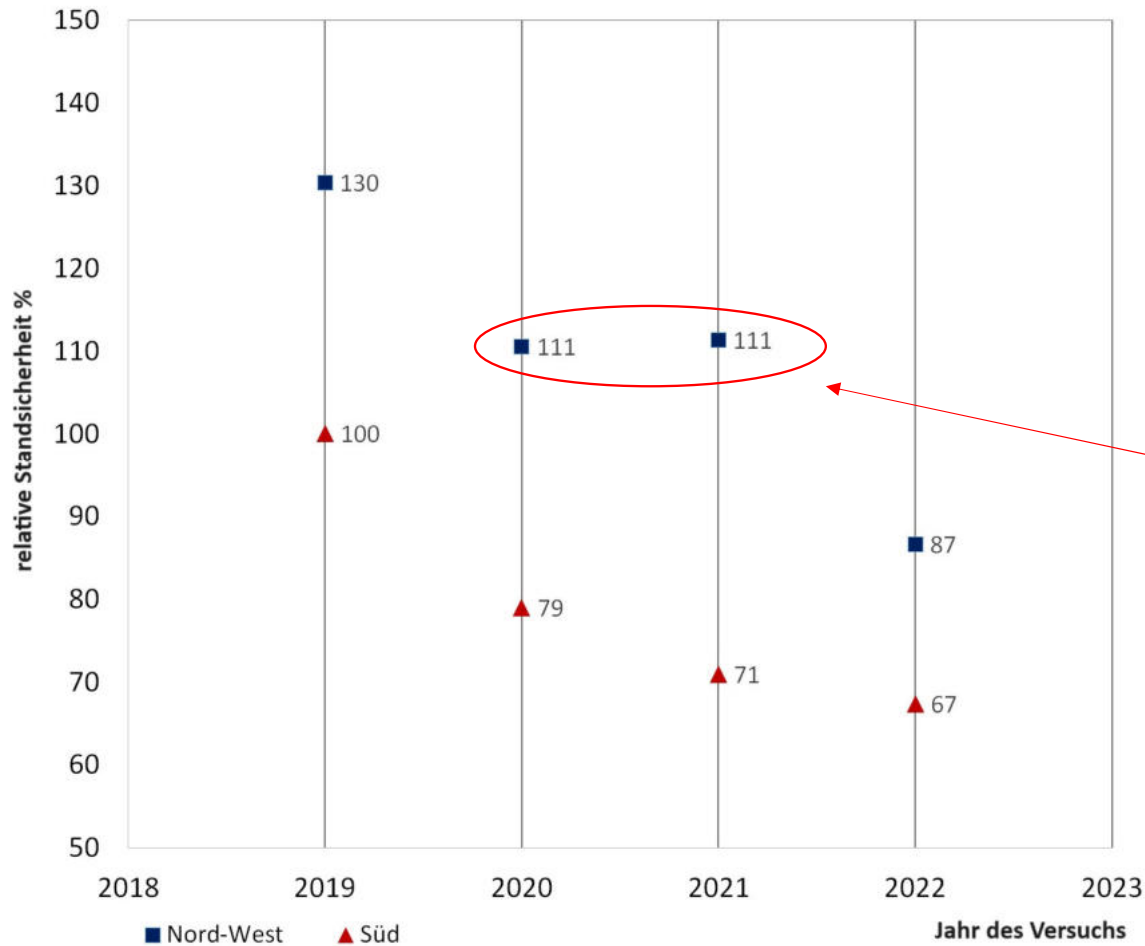
## Wichtige Kriterien für die Wiederholbarkeit

Time	Force(100)	Inclino(80)X	Inclino(80)Y	Inclino(81)X
48072,7931486	2	0,006 0,004 0,009 0	0,008 0	10,8
48072,9291486		0,007 0,004 0,01 -0,002	0,008 0	11,1
48073,0651486	1,04	0,008 0,001 0,008 -0,001	0,006 0	8,7
48073,2011486	1,08	0,006 0,003 0,012 0	0,006 -0,001	8,3
48073,3451486	2,16	0,008 0,004 0,013 -0,002	0,007 0	8,9
48073,4811486	2,22	0,008 0,003 0,011 -0,001	0,006 0,003	8,7
48073,6241486	2,25	0,007 0,004 0,012 0	0,005 0,001	10,2
48073,7601486	2,24	0,007 0,001 0,012 0	0,005 0	22,5
48073,8951486	2,25	0,009 0,001 0,009 0	0,006 0	9,6
48074,0301486	2,35	0,009 0,002 0,011 -0,002	0,006 0	7,8
48074,1651486	2,46	0,006 0,002 0,013 0	0,006 0,001	9
48074,3081486	2,51	0,008 0,002 0,017 0	0,007 0	8,6
48074,4431486	2,5	0,006 0,002 0,016 0,001	0,008 0,001	9,9
.....				
48107,9171486	9,35	0,065 0,011 0,095 0,002	0,059 0,014	11,7
48108,0511486	9,32	0,064 0,011 0,096 0,004	0,058 0,013	9,7
48108,1981486	9,37	0,063 0,014 0,097 0,002	0,058 0,012	9
48108,3331486	9,44	0,062 0,013 0,094 0	0,057 0,016	8,3
48108,4711486	9,53	0,065 0,012 0,097 0	0,06 0,019	9,4
48108,6071486	9,59	0,066 0,012 0,101 0,002	0,059 0,017	9,1
48108,7421486	9,7	0,066 0,012 0,113 -0,001	0,061 0,017	4,4
48108,8771486	9,74	0,069 0,014 0,104 0,002	0,065 0,018	6,8
48109,0111486	9,82	0,069 0,017 0,109 0	0,062 0,018	7,4
48109,1461486	9,89	0,072 0,013 0,106 0,001	0,063 0,015	9,9
48109,2811486	9,95	0,072 0,016 0,107 0,002	0,064 0,016	10
48109,4151486	10,02	0,069 0,015 0,108 0,002	0,065 0,018	12,6

- Vergleich nur exakt über eine identische Lastbetrachtung
- Zu annähernd der gleichen Jahreszeit gemessen
- Bei annähernd der gleichen Witterung gemessen



# Ergebnisse der Langzeituntersuchungen



Ca. 20 % Verlust der relativen Standsicherheit zum Vorjahr!

Messfehler! (verrutschter Ankerpunkt)



## Fazit

- Eine Sicherheitsaussage ausschließlich aus den empirischen Messergebnissen ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.
- Mit den erhobenen Daten ist es derzeit für diesen ökologisch wertvollen Eichentorso möglich, eine Einschätzung der Versagenswahrscheinlichkeit vorzunehmen und sich dabei für den **Erhalt des einzigen Heldbock-Habitats** in Schleswig-Holstein **begründbar** auszusprechen.



# Erhöhung des Stichprobenumfanges mit 30 gezogenen Ökotorso im Schlosspark Ludwigslust

(Bachelorarbeit von Moritz Steinig an der HAWK in 2022)



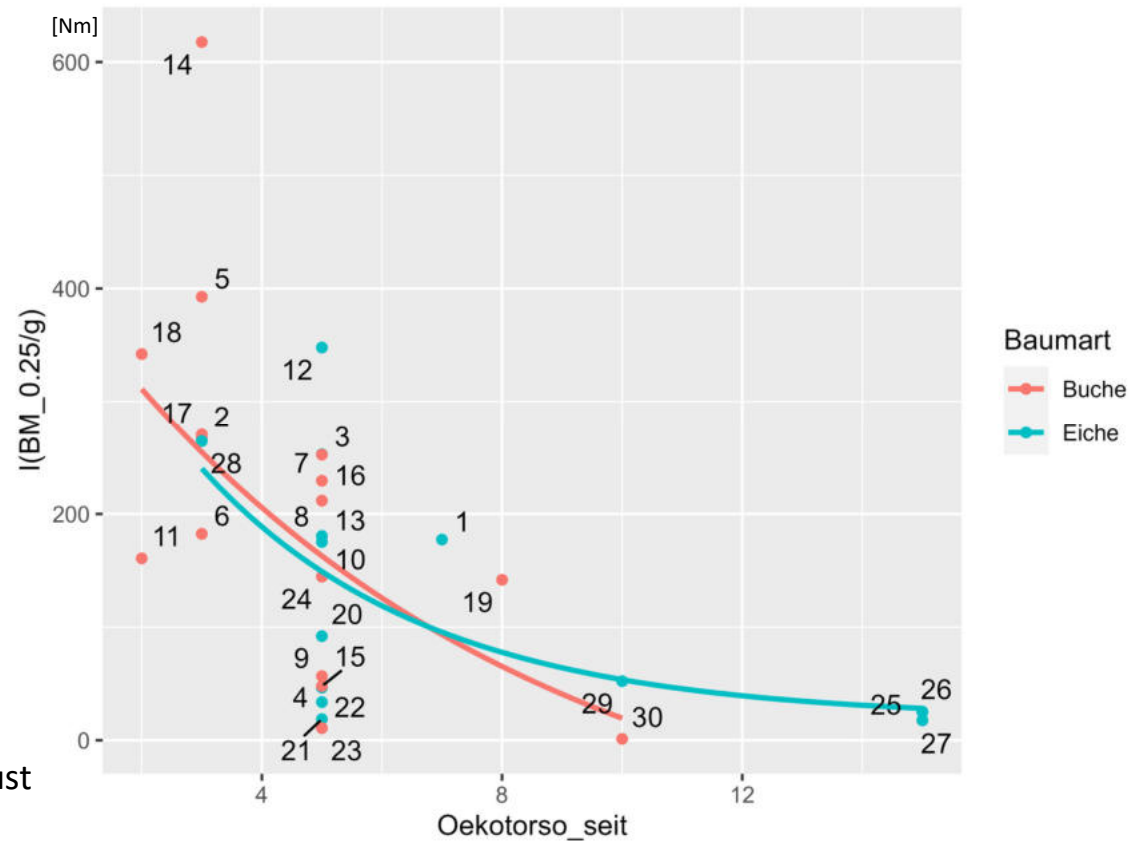
26. März 2026

1. Ellerhooper Baumtag



INSTITUT FÜR  
BAUMPFLERGE  
H A M B U R G

# Vergleich der Verankerungskraft im Boden mit dem „Alter“



Grafik: S. Rust



## Fazit / Ausblick

- Die Vergleichsmessungen an dem Ökotorso in Genin werden weitergeführt
- Derzeit laufen die Vergleichsmessungen für die Ökotorso in Ludwigslust im Rahmen einer weiteren Bachelorarbeit im Studium der Arboristik an der HAWK
- Zukünftig können Langzeit-Messreihen sicherlich helfen, die Reststandzeit von Ökotorso besser einzuschätzen



# Handlungsempfehlungen

Zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit sollten bei Ökotorsoi zunächst folgende Überlegungen angestellt werden:

1. Welche ökologische Bedeutung hat der Ökotorso? Wie lautet das Schutzziel?
2. Kann der Torso ohne wesentliche Beeinträchtigung der Habitatstrukturen so weit heruntergeschnitten werden, dass er nicht mehr umfallen kann oder zumindest keine Verkehrsflächen erreicht?
3. Kann der Ökotorso mit Stahlseilen und Erdankern abgespannt werden, mit Kronensicherungen in Nachbarbäumen gesichert oder abgestützt werden?
4. Mit dem Zugverfahren können besonders wertvolle Ökotorsoi zumindest im empirischen Messbereich untersucht werden



# Handlungsempfehlungen

- Zur Durchführung der Zugversuche an Ökotorso ist höchster Wert auf die Arbeitssicherheit und die Baustellenabsicherung zu legen!
- Es muss klar kommuniziert werden, dass durch die Untersuchung die Situation von Gefahr in Verzug entstehen kann!



# Herzlichen Dank



Stefan Düsterdiek



Lutz Hoffmann



Dr. Horst Stobbe



Prof. Dr. Steffen Rust

