

Gutachten

Erstellt durch:



Robinia Baumpflege
Thomas Hintze
Baumsachverständiger
Baumpflegespezialist mit FA
Friedtal
CH- 8522 Häuslenen

078 658 77 67
info@robinia.ch
www.robinia.ch

Auftraggeber:

Stadt Frauenfeld
Herr Andreas Weber
Leiter Stadtgärtner
Friedhofstrasse 1
8500 Frauenfeld

Ausgeführt am: 29. Juni 2017

Objekt: Platane als Eck Baum eines Baumzuges in einer Rabatte stockend, zwischen Bahnhofstrasse und Mätteli Parkplatz in 8500 Frauenfeld

Gegenstand der Untersuchung: Abklärung der Stand- und Bruchsicherheit mit Hilfe des statisch integrierten Zugversuches, aufgrund sichtbaren Schädigungen im Stammfuss sowie im Stammbereich.

Mitarbeit/ Zeugen: Felix Rentschler, B.Sc. Arboristik Robinia Baumpflege

0. Inhaltsverzeichnis

0. Inhaltsverzeichnis.....	ii
1. Einleitung	1
2. Baumdaten.....	1
2.1. Baumhabitus und Standort	2
2.2. Ökologischer Wert	2
3. Arbeitsverfahren	2
4. Ergebnisse der visuellen Baumbeurteilung	3
4.1. Vitalität.....	3
4.2. Defektsymptome/Stabilität	3
5. Der Zugversuch.....	4
5.1. Die Windlastanalyse	5
5.2. Zusätzliches zur Windlastanalyse.....	6
5.2.1. Bemessungswindmoment	6
5.2.2. Statische Grundsicherheit	6
5.2.3. Sicherheitsfaktoren.....	7
6. Ergebnisse	8
6.1. Ergebnisse der Windlastanalyse.....	8
6.2. Ergebnisse der Messung	8
6.2.1. Standsicherheit.....	8
6.2.2. Bruchsicherheit.....	8
7. Schlussfolgerung und Massnahmenempfehlung.....	9
7.1. Platane 01	9
8. Quellenverzeichnis	11
9. Schlussbemerkungen.....	11
10. Fotos.....	12
11. Anhang	13

1. Einleitung



Diese erhaltenswerte Platane wächst als markanter Eck Baum in einer bewachsenen Rabatte zwischen Bahnhofstrasse und Parkplatz Oberes Mätteli in Frauenfeld. Solch ein markanter Baum wie diese Platane, welche in einem Baum Zug wächst, hat aus statischen und ökologischen Aspekten einen hohen Stellenwert in innerstädtischen Bereichen.

Aufgrund sichtbarer Schädigungen im Stammfuss- und Stammbereich, wurde die Firma Robinia Baumpflege, von der Stadt Frauenfeld beauftragt, die aktuelle Stand- und Bruchsicherheit des Baumes zu ermitteln.

Zu diesem Zweck wurde die verletzungsfreie Methode des statisch integrierten Zugversuchs gewählt.

2. Baumdaten

Nr.	Baumart	Geschätztes Alter	Höhe in m	Ø in cm	Ø in cm	StU. in cm
Pla01	Ahornblättrige Platane <i>Platanus x hispanica</i>	60 – 80 Jahre	19	108	95	327

2.1. Baumhabitus und Standort

Der Baum stockt als markanter Eck Baum eines gepflanzten Baumzuges an der Bahnhofstrasse in der Stadt Frauenfeld. Die Platane wächst in einer eng begrenzten Rabatte, die mit einer Hainbuchenhecke bepflanzt wurde. Das aktuelle Baumumfeld der Platane entspricht einem typischen innerstädtischen Bereich mit versiegelten und verdichteten Oberflächen.

Besonders zu erwähnen sind die, durch Personen und Verkehrsteilnehmer stark frequentierten Wege und Strassen, welche sich im Fallbereich der Platane befinden. Infolge älterer Bauschädigungen im nahen Wurzelbereich der Platane, können Wurzelschädigungen mit nachfolgendem Pilzbefall durch holzerstörende Pilze nicht ausgeschlossen werden.

2.2. Ökologischer Wert

Altbäume bieten einen wertvollen Lebensraum für verschiedene Pflanzen- und Tierarten. Erwähnenswert sind zudem die positiven Eigenschaften von Alt- und Grossbäumen in innerstädtischen Bereichen. Sei es durch die klimaregulierenden Funktionen der belaubten Baumkrone oder durch den emotionalen Aspekt solcher Grossbäume. Dieser landschaftsprägende Baum hat somit einen hohen ökologischen Stellenwert und prägt seine Umgebung nachhaltig positiv.

3. Arbeitsverfahren

Um eine fachgerechte Baumbeurteilung zur Vitalität und Stabilität ausführen zu können, wurde diese Platane im Wurzel- und Stammbereich mit Handwerkzeugen (Handzappi, Gummihammer) verletzungsfrei kontrolliert. Die Baumkrone wurde visuell kontrolliert und beurteilt. Um eine zusätzliche Aussage über die Stand- und Bruchsicherheit des Baumes zu geben, wurden die Baumdaten aufgenommen und mit Hilfe des Zugversuchs und einer speziellen Baumstatik Software (*Arbostat*) berechnet und ausgewertet.

4. Ergebnisse der visuellen Baumbeurteilung

4.1. Vitalität

Baumkronenbereich



Der aktuelle Vitalitätszustand dieser Platane ist kaum beeinträchtigt. Der Baum zeigt sich vital und wüchsig. Er befindet sich in seiner natürlichen Alterungsphase und hat somit sein Höhenwachstum mehrheitlich abgeschlossen. Das vorhandene Dürholz bildete sich natürlicherweise durch Lichtmangel im Baumkroneninnern.

4.2. Defektsymptome/Stabilität

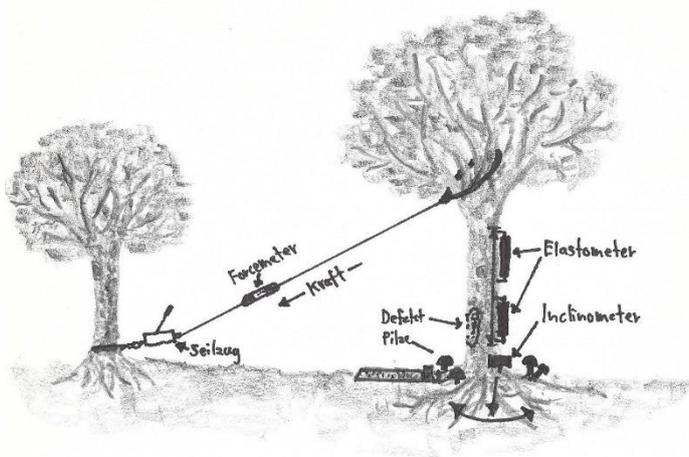
Stammfuss- und Stammbereich

Der Stammfussbereich der Platane ist natürlich ausgeprägt und zeigt relativ gut ausgeprägte Wurzelanläufe. Auf ungefähr 70 cm Höhe befindet sich in südöstlicher Richtung eine Höhlung im Stamm. Darüber, auf circa 2,25m Höhe, zeigt sich eine weitere Höhlung. Über die Fäule Ausdehnung im Stamminnern kann keine Aussage getroffen werden, da beide Stammhöhlungen mit Bauschaum versiegelt wurden. Die möglichen Schwachstellen im Holzkörper können an diesen Stellen lediglich mit Hilfe des Zugversuchs erkannt und beurteilt werden.

Aufgrund von verschiedenen bautechnischen Veränderungen im nahen Baumumfeld der Platane, können Wurzelverletzungen die nachfolgend eine Beeinträchtigung der Stand- und Bruchsicherheit verursachen, nicht ausgeschlossen werden. Dies sollte durch den anschliessenden Zugversuch geklärt werden.

5. Der Zugversuch

Beim Zugversuch wird mit einer definierten Belastung die Reaktion eines Baumes gemessen. Mit Hilfe eines Greifzuges und ein im Baum installiertem Seil, werden verschieden starke, statische Kräfte auf den Baum übertragen. Während der gesamten Messung wird mit Hilfe von hochauflösenden Messgeräten zeitgleich die Reaktion des Baumes überwacht, elektronisch aufgezeichnet und als Datensatz gespeichert. Mit dem Kraftmesser (Forcemeter), der am Zugseil installiert ist, wird die Zugkraft des Greifzuges



elektronisch überprüft, aufgezeichnet und gespeichert.

Um mögliche Schwachstellen im Holzbereich festzustellen, werden mit Dehnungssensoren (**Elastometer**, Messgenauigkeit 1 Mikrometer, Auflösung 0,1 Mikrometer, Messbereich +/- 2 mm) die Dehnung der Holzfasern im Randbereich des Stammes, unter Belastung gemessen.

Wird Holz belastet, verformt es sich ab einer bestimmten Grenzdehnung soweit, dass es zu einem Primärversagen des Stammes kommen kann. Unterhalb dieser Grenze sind die Holzfasern voll elastisch. Wird das Material jedoch überlastet folgt eine plastische Verformung bis zum endgültigen Versagen.

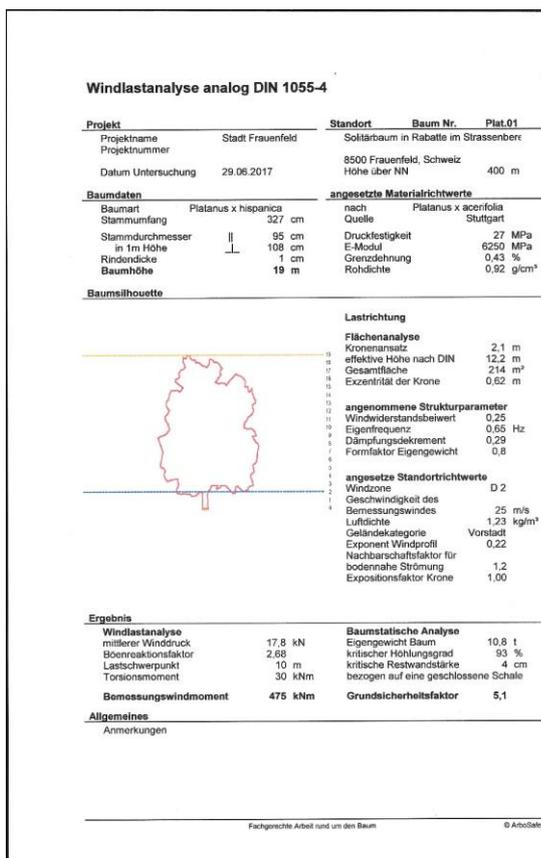
Um die Belastung eines Stammes beurteilen zu können, werden die baumartspezifischen Elastizitätsgrenzen grüner Hölzer, nach den Angaben des Stuttgarter Festigkeitskatalogs (nach Wessolly & Erb 1998) herangezogen und als Richtwerte für die Hochrechnung der im Zugversuch ermittelten Dehnungswerte, eingesetzt. Über diese Hochrechnung ist es möglich eine Aussage über die Bruchsicherheit zu geben.

Um eine Aussage zur Standsicherheit zu geben, werden im unteren Stammfußbereich Neigungssensoren (**Inclinometer**, Messgenauigkeit 0,005°, Auflösung 0,002°, Messbereich +/- 15°) angebracht. Diese überprüfen unter Belastung die Verankerungskraft der stammnahen Wurzeln. Anhand des typischen Neigungsverhaltens von Bäumen (Vgl. Verallgemeinerte Kippkurve nach Wessolly 1996), wird die Verankerungskraft der Wurzeln im *Arbostat* Programm hochgerechnet. Um Schädigungen am Wurzelsystem zu verhindern, wird der Baum maximal bis zu einer Neigung von 0.25° gezogen. In diesem Messbereich handelt es sich um eine elastische reversible Verformung, d.h. der Baum bewegt sich wieder vollständig in seinem ursprünglichen Zustand zurück.

Die Zugversuch Methode ist deshalb verletzungsfrei. Zusätzliche wichtige Elemente zur Beurteilung der Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen, sind die individuellen statischen Eigenschaften des Materials, die Dimension, die Form, die Umgebung, und die Defekte. Ebenso die Vorgeschichte des Baumes und der aktuelle Vitalitätszustand des Baumes.

5.1. Die Windlastanalyse

Verkehrssichere Bäume müssen Windlasten standhalten, die sich an deren Standort ergeben. Die Windlastanalyse dient somit der Ermittlung, der auf den Baum wirkenden Kräfte. Um eine Aussage über die zu erwartete Last bei bestimmten Windverhältnissen zu erhalten, werden alle oberirdischen Baumteile in eine bestimmte Lastrichtung aufgenommen und bestimmt. Mit Hilfe eines Fotos aus der Zugrichtung wird der gesamte Baum mit dem Auswerteprogramms *Arbostat* über die Höhe (*exakte Baumhöhe*) abgetastet, um die auf die Baumkrone auftretenden Kräfte errechnen zu können. Die



errechneten windbelasteten Baumkronenteile werden gleichzeitig mit dem höhenabhängigen Winddruck im *Arbostat* Programm verknüpft. Mit Hilfe dieser Daten, dem Luftbeiwert (*Reibungswerte*), dem Windwiderstandsbeiwert (*Winde treffen auf verschiedene Formen auf Widerstand = CW- Wert, Baumkrone/ Äste/ Blätter sind bewegliche Teile und legen sich in den Wind und verändern somit die Windangriffsfläche*) des Baumes und der Windgeschwindigkeit lässt sich somit die Windlast ermitteln. Nun wird diese Windlast im Verhältnis zu den lastabtragenden Baumteilen (Stammdurchmesser, Stammquerschnitt, Baumkrone) mit dem *Arbostat* Programm errechnet, um nachfolgend eine Aussage über die aktuelle Grundsicherheit des Baumes zu geben.

5.2. Zusätzliches zur Windlastanalyse

5.2.1. Bemessungswindmoment

Der Bemessungswindmoment ergibt sich aus der Auswertung der Windlastanalyse durch die maximale Belastung des Baumes, an seinem Standort, definiert durch ein Drehmoment am Stammfuss. Dieser Wert wurde mit Hilfe eines Bildverarbeitungsprogramms im *Arbostat* Programm errechnet. Die Baumkrone wird dabei differenziert über die Höhe abgetastet (analog DIN 1055-4) und die verschiedenen Winddrücke der einzelnen Kronenflächenteile, in Abhängigkeit von deren Höhe über dem Boden, im *Arbostat* Programm aufsummiert.

Der Bemessungswindmoment ist in der freien Landschaft meist höher, da der Baum direkt vom Wind angeströmt wird. In Städtischen Gebieten ändern Gebäude, Strassenschluchten die Windverhältnisse und somit den Bemessungswindmoment.

5.2.2. Statische Grundsicherheit

Der Grundsicherheitsfaktor oder die Statische Grundsicherheit wird aus zwei Faktoren ermittelt. Der eine Faktor zeigt die Widerstandskraft auf, die ein Baumstamm unter Belastung (*Sturm*) aufbringen muss, um bei der Krafteinwirkung nicht zu versagen. Die Widerstandskraft eines Baumstammes gegen Biegung im Sturm errechnet sich wiederum aus der lastabtragenden Geometrie (*Stammdurchmesser sowie des Höhlungsgrades des Stammes*) und aus den Eigenschaften des grünen Stammholzes (*Druckfestigkeit von grünen Hölzern, siehe Stuttgarter Festigkeitskatalog gemäss Wessolly und Erb 1998*).

Der zweite Faktor beschreibt den Winddruck, der auf die Baumkrone einwirkt. Dies bedeutet, die auf die Baumkrone einwirkende Windlast wird, unter Berücksichtigung des Windprofils nach der DIN Norm 1055-4, der Luftdichte, des C_w - Wertes der Baumkrone und der Rauigkeit des umliegenden Geländes errechnet.

Solange die Widerstandskraft eines Baumes die angesetzte Windbelastung übersteigt, kann der gemessene Baum als ausreichend sicher beurteilt werden

5.2.3. Sicherheitsfaktoren



Ein Sicherheitsfaktor von 1 (100 %) gibt an, dass ein Baum keine Sicherheitsreserven gegenüber Versagen besitzt. Hier entspricht die Windbelastung am Standort der tatsächlichen Widerstandskraft des Baumes. Aufgrund der rechnerischen Herleitung und der daraus entstehenden Unwägbarkeiten wird der Sicherheitsfaktor deshalb auf 1,5 erhöht um die jeweilige Versagensgrenze höher auszulegen. 150 % entsprechen also einer einfachen Sicherheit plus einem Sicherheitszuschlag von 50 %. Dieser Sicherheitszuschlag wird als ausreichend angesehen, da Bäume im Gegensatz zu technischen Bauwerken, in der Lage sind durch ihr sekundäres Dickenwachstum einen jährlichen Zuwachs an lastabtragendem Material zu bilden.

*Alter Baum mit grossen Reserven,
dicker Stamm - grosse Lastabtragung
(Sicherheitsreserven), kleine
Kronenfläche - kleine Windlast.
Diese Lärche wird somit einen
Sicherheitsfaktor von über Faktor 3
aufweisen.*

Ein vitaler Baum bildet somit natürliche sicherheitsrelevante Reserven. Wie lange die Fähigkeit zur Holzneubildung ausreichend ist um diese Reserven aufrecht zu erhalten ist Teil der vorausgehenden Baumbeurteilung. Auf dieser Grundlage können nachfolgende Untersuchungen und Intervalle für Baumkontrollen festgelegt werden.

6. Ergebnisse

6.1. Ergebnisse der Windlastanalyse

Baumnummer	Lastrichtung	Baumhöhe	cw-Wert	Bemessungswindmoment	Grundsicherheitsfaktor
Pla01	Südwest	19 m	0,25	475 kNm	5,1

6.2. Ergebnisse der Messung

Die Messergebnisse wurden anhand des schwächsten Wertes einer Lastrichtung interpretiert. Für die Berechnung der Grund- und Standsicherheit wurde die gesamte Windlast zugrunde gelegt.

6.2.1. Standsicherheit

Für die Messungen der Standsicherheit wurden zwei Inclinometer an mehreren Stellen am Stammfuss angebracht. Die Einleitung der Last erfolgt jeweils über den zentralen Stamm.

Baumnummer	Messposition	Standsicherheitsfaktor
Pla01	90 °	0,8

6.2.2. Bruchsicherheit

Für die Messung der Bruchsicherheit wurden um die Verformungen der Holzrandfasern zu messen, an verschiedenen Stellen des Stammes vier Elastometer Geräte gesetzt, mit dem Ziel die schwächste Stelle zu lokalisieren. Die Einleitung der definierten Last erfolgt ebenfalls über den zentralen Stamm.

Baumnummer	Messposition	Messpunkthöhe	Bruchsicherheitsfaktor
Pla01	Nordost	25 cm	1,47

7. Schlussfolgerung und Massnahmenempfehlung

7.1. Platane 01

Die Windlastanalyse ergibt einen **Grundsicherheitswert von 5,1**. Dieser Wert ist gegenüber den geforderten 1,5 als sicher einzustufen. Der Grundsicherheitswert ist für diesen Solitärbaum ausreichend. Bei dieser Platane ist das Höhenwachstum mehrheitlich abgeschlossen. Um zusätzlich die statisch relevanten Stammbereiche zu verstärken, bildete der Baum dementsprechend mehr Dickenwachstum. Der Baum versucht erfolgreich einer möglichen Fäule im Stamminnern davonzuwachsen und baut somit wichtige Reserven an.

Der **Stand sicherheitsfaktor** der an der vermutlich schwächsten Stelle am Stammfuss gemessen wurde, (*Lastrichtung Südwest*) ist mit **0,8** gegenüber den geforderten 1,5 als nicht ausreichend sicher einzustufen. Im Vergleich zum Grundsicherheitswert (Faktor 5,1) ist der gemessene Wert der Standsicherheit stark vermindert.

Im Vergleich zur höheren Grundsicherheit konnte durch den ausgeführten Zugversuch ein deutlicher Abbau der statisch relevanten Wurzeln festgestellt werden. Die anderen gemessenen Werte liegen höher, jedoch konnte auch bei diesen Werten eine starke Verminderung der Standsicherheit gemessen werden. Die Platane besitzt aktuell keine ausreichenden Reserven, um einem Orkan sicher widerstehen zu können.

Der niedrigste Wert der **Bruch sicherheit** liegt bei einem Faktor von **1,47** in einer Höhe von 25 cm. Visuell sind keine Schädigungen an dieser Stelle sichtbar, jedoch kann von einer ausgedehnten Fäulnis im Stamminnern ausgegangen werden.



Alle weiteren erhobenen Werte lagen bei einem Faktor von knapp über 1,5 und wurden im Stammbereich bis zu einer Höhe von 2,25 Meter gemessen. Der Wert mit der geringsten Schwächung im Holzgewebe lag in einer Stammhöhe von 2 m mit einem Sicherheitsfaktor von 2,79.

Diese Tatsache könnte die Vermutung stützen, dass der Baum im Bereich der Stammbasis ausgefault ist, jedoch im oberen Stammbereich noch ausreichend gesundes Holz vorzuweisen hat. Der Wert von **1,47** an der vermutlich schwächsten Stelle reicht jedoch nicht mehr aus um den Baum als ausreichend bruch sicher einzustufen.

*Schwächste
gemessene Stelle am
untersten Elastometer*

Im Vergleich zur höheren Grundsicherheit dieser Platane, ist hauptsächlich bei der Standsicherheit und in geringerem Ausmasse auch bei der Bruchsicherheit ein Abbau der Holz- und Wurzelmasse messtechnisch nachweisbar.

Massnahmen

Da bei dieser Platane die Grundsicherheit ausreichend vorhanden ist, aber die Werte der Standsicherheit stark reduziert sind, kann von einer ausgedehnten Schädigung im Wurzelwerk ausgegangen werden. Die Schädigung ist zum Zeitpunkt der Untersuchung so stark, dass der Baum aufgrund seiner mangelnden Standsicherheit, nicht mehr als verkehrssicher eingestuft werden kann.

Die Fällung des Baumes sollte demnach in den nächsten Wochen ausgeführt werden.

8. Quellenverzeichnis

- Wessolly, L. (1996): Standsicherheit von Bäumen. Stadt und Grün (4):268-272.
- Wessolly, L. (1998): Handbuch der Baumstatik + Baumkontrolle, Berlin: Patzer
- Detter, A. Rust, S. (2013): Jahrbuch der Baumpflege, Haymarket Media
- Sinn, G. (2003) Baumstatik Thalacker Medien

9. Schlussbemerkungen

Dieses Gutachten wurde nach meinem besten Wissen und nach dem Stand der aktuellen Technik ausgeführt.

Durch eine baumstatische Untersuchung, wurde neben Platane Nr.01 ebenfalls nachgewiesen, dass Platane Nr.03 nicht mehr verkehrssicher ist (Siehe Gutachten über Platane 03).

Vor der Entnahme beider Bäume sollte über eine Neugestaltung der Allee nachgedacht werden. Da beide Bäume innerhalb des Baumzuges in ihrer räumlichen, gestalterischen und ökologischen Funktion wie auch in ihrer statischen Funktion als Baumgruppe angesehen werden müssen, ist von einer Einzelbaumentnahme abzuraten.

Falls lediglich ein Teil der Bäume entnommen würde, besteht eine akute Bruch- und Kippgefahr für die verbleibenden Bäume.

Die Ergebnisse der beiden bisher untersuchten Bäume lassen die Vermutung offen, dass die restlichen Bäume am Strassenrand ähnliche Standsicherheitsprobleme, aufgrund von Bauarbeiten in der Vergangenheit, aufweisen. Zur genauen Abklärung dieser Vermutung ist jedoch eine baumstatische Untersuchung mit der Inclinomethode notwendig.

Alle möglichen Schadens Ereignisse die durch das Versagen des Baumes vor den geplanten Massnahmen verursacht würden, entbinden mich jeglicher Haftungsansprüche.

Häuslenen, 03. August 2017

Thomas Hintze

Robinia Baumpflege
Baumpflegespezialist mit eidg. FA
Baumsachverständiger/ Baumstatik

10. Fotos



Platane 01 an stark frequentiertem Standort



Höhlung mit Bauschaum in 2,25m Höhe



Schwächste gemessene Stelle zur Bahnhofstrasse.

11. Anhang

Datenblätter der baumstatistischen Auswertungen

Rechnerische Standsicherheit gemäß Zugversuch

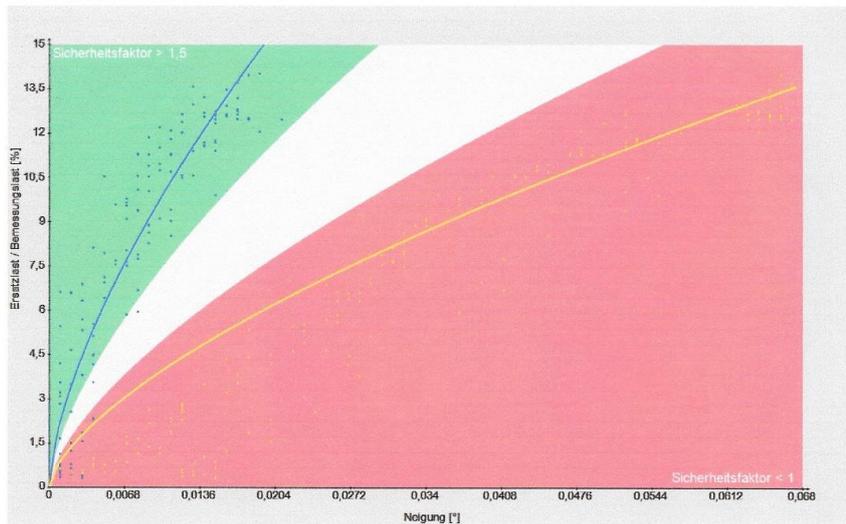
Baumdaten

Projekt	Stadt Frauenfeld	Baum Nr.	Plat.01
Baumart	Platanus x hispanica	Datum	29.06.2017

Messaufbau

Höhe des Ankerpunktes	6 m	Messung Nr.	1
Seilwinkel	46 °	Lastrichtung	

Grafische Darstellung (Messergebnis und Kippkurve)



Inclinometermessung

80

81

Messposition

Standsicherheit (ermittelt aus der Kippkurve)

Sicherheitsfaktor mind. 1,98 0,8

Kontrollwerte

	in		
Standardabweichung	%	1,86	1,83
Ersatzlast	%	14,1	14,1
Lastrichtung am Inclino		y-Achse	x-Achse

Allgemeines zum Zugversuch

Sachverständiger Thomas Hintze
 Zeugen / Helfer Felix Rentschler

Anmerkungen Messung

Rechnerische Bruchsicherheit gemäß Zugversuch

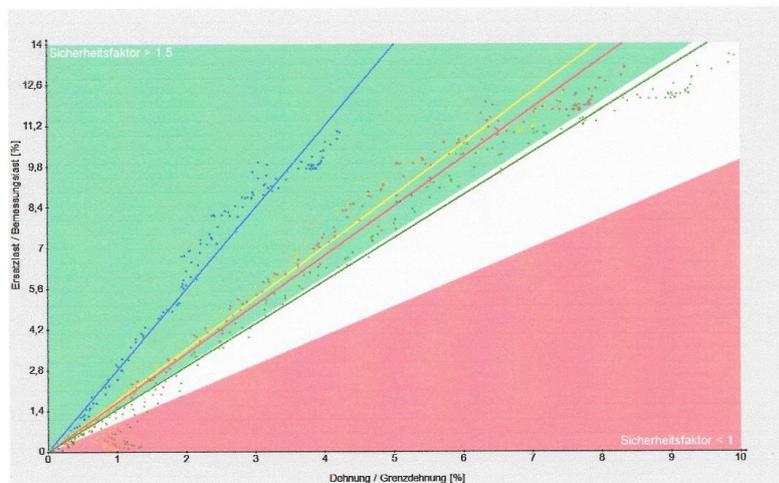
Baumdaten

Projekt	Stadt Frauenfeld	Baum Nr.	Plat.01
Baumart	Platanus x hispanica	Datum	29.06.2017

Messaufbau

Höhe des Ankerpunktes	6 m	Messung Nr.	1
Seilwinkel	46 °	Lastrichtung	

Grafische Darstellung (Messergebnis und Ausgleichsgerade)



Elastometermessung	in	90	91	92	93
Höhe Messpunkt	m	2	1,35	0,6	0,25
Messposition		Zug	Zug	Zug	Zug
Stammdurchmesser 1	cm	91	107	98	104
Stammdurchmesser 2	cm	95	103	118	131
Rindendicke	cm	1	1	1	1
Lastanteil	%	100	100	100	100
Bruchsicherheit (ermittelt aus der Steigung der Ausgleichsgeraden)					
Sicherheitsfaktor mind.		2,79	1,76	1,68	1,47
Kontrollwerte					
Bestimmtheitsmaß R ²		0,9739	0,9741	0,9724	0,9749
Reststeifigkeit	%	55,3	25,3	27,3	19,7
Höhlungsgrad berechnet	%	76,5	90,7	89,9	92,9
Stauchung durch das Eigengewicht					
von Krone und Stamm	%	1,3	2,5	2,3	2,8
Ersatzlast	%	11	12,4	13,2	13,7