

Gutachten

zur Verkehrssicherheit

Erk Brudi

staatl. gepr. Techniker, MSc, SV öbuv

von der IHK für München und Oberbayern
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baumpflege,
Baumstatik und Wertermittlung

T +49. (0)89.752150

F +49. (0)89.7591217

e.brudi@tree-consult.org

TreeConsult Brudi & Partner
Berengariastr. 7, 82131 Gauting

www.treeconsult.org

Gutachten Nr.: 16-0395

Gutachtensdatum: 21.03.2017

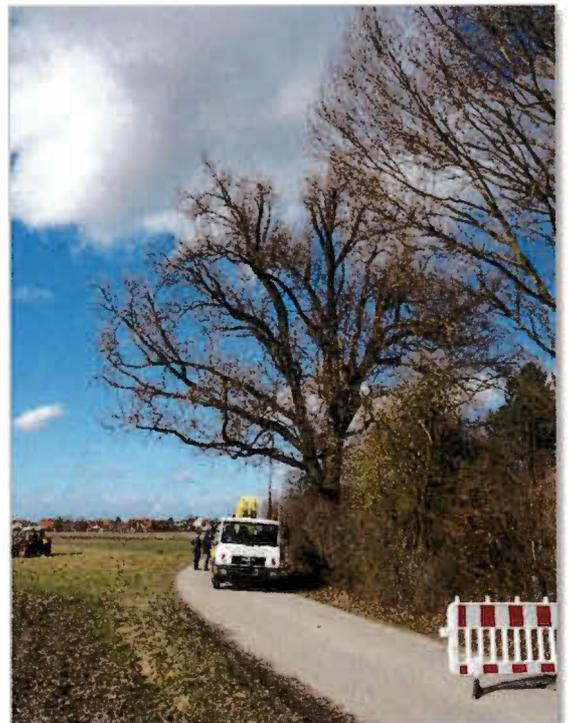
Auftraggeber:

Stadt Ingolstadt
Bauhof

Auf der Höhe 54
85051 Ingolstadt

Gegenstand:

Eingehende Untersuchungen
im Stadtgebiet Ingolstadt 2017



0 Inhalt

0	Inhalt	2
1	Grundlagen.....	5
1.1	Sachverhalt - Gutachtensauftrag	5
1.2	Ortsbesichtigung	5
1.3	Baumdaten	5
2	Ergebnisse der Untersuchungen	6
2.1	Baum 1, Stiel-Eiche	6
2.1.1	Ergebnis der visuellen Untersuchung	6
2.1.2	Ergebnis der eingehenden Untersuchung	8
2.2	Baum 2, Stiel-Eiche	11
2.2.1	Ergebnis der visuellen Untersuchung	11
2.2.2	Ergebnis der eingehenden Untersuchung	14
2.3	Baum 3, Rot-Buche.....	18
2.3.1	Ergebnis der visuellen Untersuchung	18
2.3.2	Ergebnis der eingehenden Untersuchung	20
3	Zusammenfassung und Maßnahmenempfehlung.....	23
3.1	Baum 1, Stiel-Eiche	23
3.2	Baum 2, Stiel-Eiche	23
3.3	Baum 3, Rot-Buche.....	26
4	Weitere Kontrollen.....	27
4.1	Regelkontrolle	27
4.2	Eingehende Untersuchungen	27
5	Erläuterungen	28
5.1	Vitalitätsbeurteilung	28
5.2	Stamtomographie	29
5.2.1	Picus-Schalltomographie	29
5.2.2	TreeTronic Elektrische Widerstandstomographie	30
5.2.3	Abschätzung der Bruchsicherheit	31
5.3	Baumstatische Untersuchung mittels Zugversuch	32
5.3.1	Zugversuch.....	32
5.3.2	Windlastanalyse	33
5.3.3	Auswertung der Messergebnisse	34
5.3.4	Sicherheitsfaktoren	35
5.3.5	Schlussfolgerungen.....	36
5.3.6	Verwendete Parameter	36
5.3.7	Genauigkeit	38
6	Literaturhinweise.....	39

7	Hilfsmittel.....	40
8	Schlussbemerkungen.....	41

Abbildungen

Abb. 1	Baum 1, Gesamtansicht	6
Abb. 2	Baum 1, Tropfender Schillerporling (1).....	7
Abb. 3	Baum 1, Tropfender Schillerporling (2).....	7
Abb. 4	Baum 1, Tropfender Schillerporling (3).....	7
Abb. 5	Baum 1, Messaufbau.....	8
Abb. 6	Baum 1, Standsicherheits-Diagramm, Lastrichtung Ost, Messung 2	9
Abb. 7	Baum 1, Bruchsicherheits-Diagramm, Lastrichtung Süd, Messung 2.....	9
Abb. 8	Baum 1, geringste Bruchsicherheit.....	10
Abb. 9	Baum 2, Gesamtansicht	11
Abb. 10	Baum 2, Oberkrone	11
Abb. 11	Baum 2, Dickenwachstum.....	12
Abb. 12	Baum 2, Stamm West	12
Abb. 13	Baum 2, Stamm Ost	12
Abb. 14	Baum 2, Stämmling Süd Riss (1).....	13
Abb. 15	Baum 2, Stämmling Süd Riss (2).....	13
Abb. 16	Baum 2, Kronensicherung.....	14
Abb. 17	Baum 2, Messaufbau.....	15
Abb. 18	Baum 2, Standsicherheits-Diagramm, Lastrichtung WNW, Messung 1.....	15
Abb. 19	Baum 2, Bruchsicherheits-Diagramm, Lastrichtung WNW, Messung 2.....	16
Abb. 20	Baum 2, geringste Bruchsicherheit südlicher Stämmling	17
Abb. 21	Baum 3, Gesamtansicht	18
Abb. 22	Baum 3, Brandkrustenpilz.....	18
Abb. 23	Baum 3, schwarze Flecken.....	19
Abb. 24	Baum 3, Öffnung Stamm	19
Abb. 25	Baum 3, Messaufbau Stammfuß	20
Abb. 26	Baum 3, Schalltomogramm, Messebene Stamm	20
Abb. 27	Baum 3, Schalltomogramm, Messebene Stammfuß.....	21
Abb. 28	Baum 3, Widerstandstomogramm, Messebene Stammfuß.....	22
Abb. 29	Baum 3, Einbauhöhe Stahlstreben	25
Abb. 30	Baum 3, Querschnitt südlicher Stämmling	25
Abb. 31	Schematischer Aufbau Zugversuch (aus DETTER & RUST 2013).....	32
Abb. 32	Faserverformung für einen Hohlstamm (aus DETTER & RUST 2013)	34
Abb. 33	Kippverlauf für eine Linde (aus DETTER & RUST 2013)	35

Tabellen

Tab. 1	Baumdaten	5
Tab. 2	Baum 1, Ergebnis Windlastanalyse.....	8
Tab. 3	Baum 2, Ergebnis Windlastanalyse.....	14
Tab. 4	Baum 1, Ergebnis Zugversuche	23
Tab. 5	Baum 2, Ergebnis Zugversuche	24

1 Grundlagen

1.1 Sachverhalt - Gutachtensauftrag

Die drei gutachtensgegenständlichen Bäume stocken im Stadtgebiet Ingolstadt und weisen Symptome einer beeinträchtigten Verkehrssicherheit auf. Der Unterzeichner wurde daher von der Stadt Ingolstadt, vertreten durch Herrn Peter Kienberger, beauftragt, die Bäume eingehend hinsichtlich ihrer Verkehrssicherheit zu untersuchen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen in einem schriftlichen Gutachten dargelegt werden.

Die untersuchten Bäume sowie die jeweils angewendete Untersuchungsmethode sind in Tabelle 1 aufgelistet.

1.2 Ortsbesichtigung

Am 02.03.2017 führte der Unterzeichner zusammen mit seinen Mitarbeitern Herrn O. Gaiser und Herrn M. Hofmann eine Ortsbesichtigung durch. Die gutachtensgegenständlichen Bäume wurden dabei zunächst visuell sowie mithilfe einfacher Werkzeuge (z.B. Schonhammer) untersucht. Festgestellte Defekte und Besonderheiten wurden dokumentiert.

Im Anschluss wurden zwei Bäume durch Zugversuche analog der Elasto-Inclino-Methode sowie ein weiterer Baum mittels Stammtomographie (PICUS-Schalltomographie und TreeTronic Elektrische Widerstandsmessung) untersucht.

1.3 Baumdaten

Folgende Baumdaten wurden vor Ort aufgenommen:

Tab. 1 Baumdaten

Nr.	Deutscher Name	Botanische Bezeichnung	StU _{1m} [cm]	Höhe [m]	Standort	Untersuchungsmethode
1	Stiel-Eiche	Quercus robur	320	26,1	Glacis	Zugversuch
2	Stiel-Eiche	Quercus robur	520	23,5	Kranichweg	Zugversuch
3	Rot-Buche	Fagus sylvatica	341	31	Luitpoldpark	Stammtomographie

Erläuterungen zu den eingesetzten Untersuchungsmethoden sind in Abschnitt 6 nachgestellt.

2.2 Baum 2, Stiel-Eiche

2.2.1 Ergebnis der visuellen Untersuchung

Diese als Naturdenkmal ausgewiesene doppelstämmige Stiel-Eiche stockt im Kranichweg im Ingolstädter Stadtteil Unsernherrn.

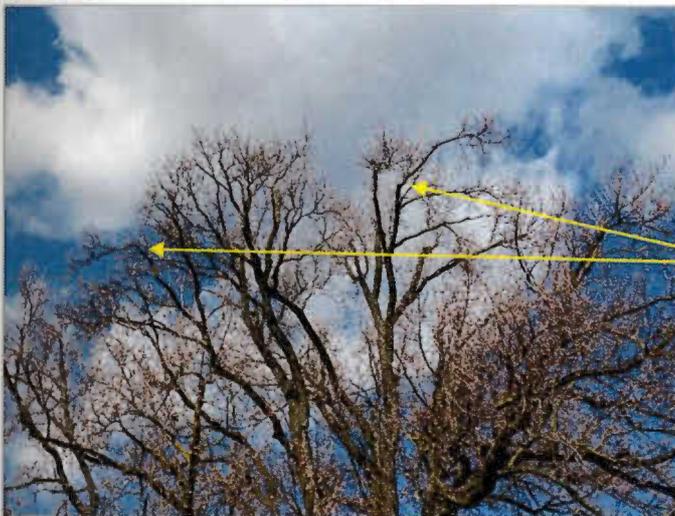
Abb. 9 Baum 2, Gesamtansicht



Baum 2, Stiel-Eiche

Aufgrund einer in der Vergangenheit durchgeführten Kroneneinkürzung war der Kronenmantel des Baumes zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht vollständig geschlossen. Eine Bewertung der Baumvitalität war daher anhand des Verzweigungsmusters nur eingeschränkt möglich.

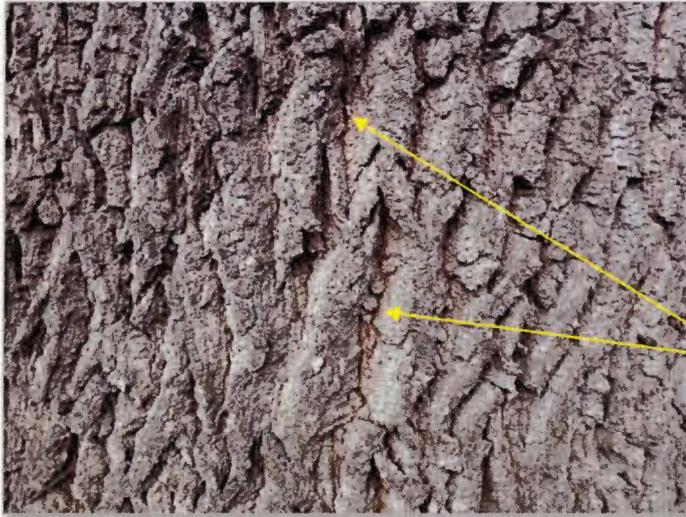
Abb. 10 Baum 2, Oberkrone



Schnittwunden

Anhand des am Stamm erkennbaren Dickenwachstums sowie der Ausprägung des Wundrands an ehemaligen Astungswunden wird die Vitalität des Baumes als gut bewertet.

Abb. 11 Baum 2, Dickenwachstum



Das rehbraune Bastgewebe in den Bor-
kentälern weist auf ein gutes Dicken-
wachstum hin.

Der Baum vergabelt sich auf einer Höhe von ca. 4 m in zwei dominante kronenbildende Stämmlinge (Nord und Süd). Die Vergabelung ist in der Vergangenheit bis zum Stammfuß hin aufgerissen. Auf der Westseite des Stammes hat der Baum den Riss bereits wieder verschlossen. Auf der Südseite war der Riss zum Zeitpunkt der Untersuchung geöffnet.

Abb. 12 Baum 2, Stamm West



westliche Stammseite, Riss verschlossen

Abb. 13 Baum 2, Stamm Ost



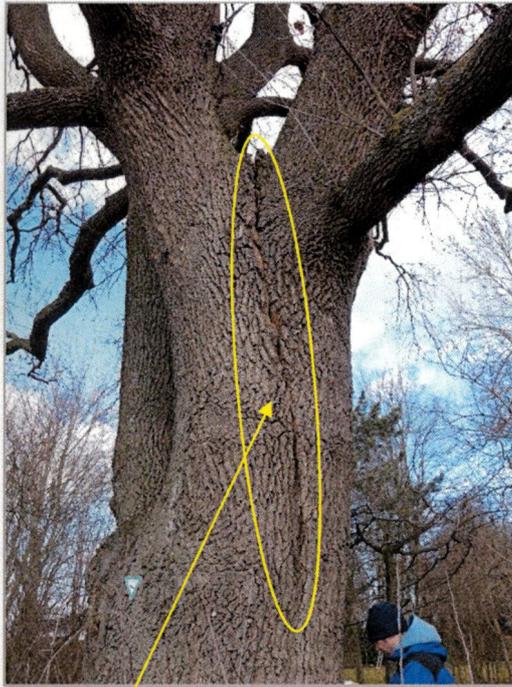
östliche Stammseite, Riss geöffnet

Bei einer Spaltung des Holzkörpers durch einen Riss sinkt die Tragfähigkeit erheblich. Rechnerisch beträgt die Tragfähigkeit des halbierten Stammquerschnitts lediglich 25 % des

Vollstammes. Die Bruchsicherheit des Stammes wurde daher aufgrund dieses Defektes eingehend durch Zugversuche untersucht.

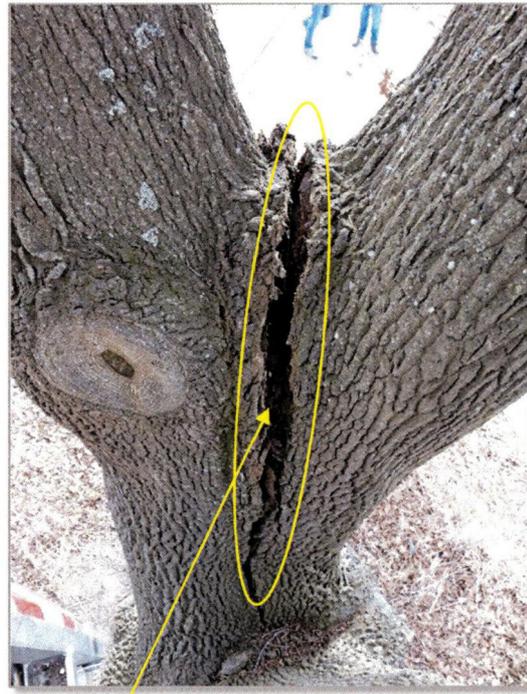
Der südliche Stämmeling vergabelt sich auf einer Höhe von ca. 5 m erneut. Auch diese Vergabelung ist in der Vergangenheit bis hinunter auf die Höhe der Hauptvergabelung aufgerissen. Von der Hebebühne aus war zu erkennen, dass sich der Riss unter Windeinfluss geringfügig öffnete und schloss.

Abb. 14 Baum 2, Stämmeling Süd Riss (1)



Riss, Stämmeling Süd

Abb. 15 Baum 2, Stämmeling Süd Riss (2)



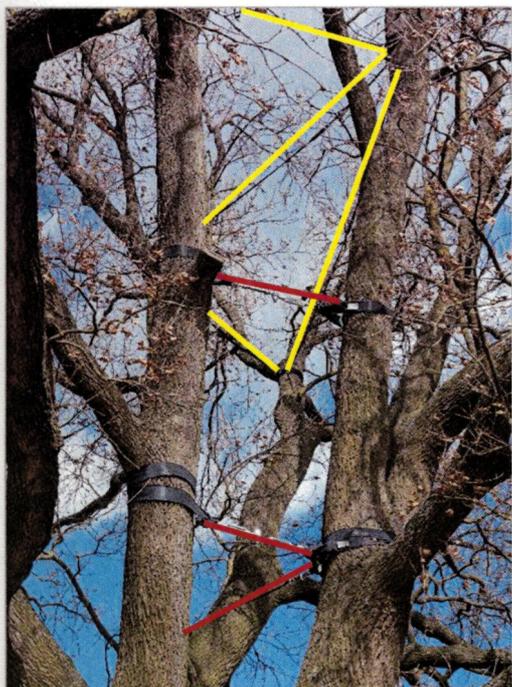
Aus der Nähe betrachtet, war ein Öffnen und Schließen des Risses bei Windböen zu erkennen.

Aufgrund der Vorschädigung wurde auch die Bruchsicherheit dieses Stämmlings im Bereich des Risses eingehend durch Zugversuche untersucht.

Aufgrund der Risse am Stamm und am südlichen Stämmeling wurden statische Kronensicherungen zwischen dem nördlichen und dem südlichen Stämmeling eingebaut. Dadurch wird ein weiteres Auseinanderreißen der vorgeschädigten Vergabelungen verhindert. Auf einer weiteren Ebene war oberhalb der statischen Sicherung ein System aus dynamischen Verbindungen in der Krone der Eiche vorhanden.

Das Kronensicherungssystem war zum Zeitpunkt der Untersuchung intakt und funktionsfähig. Allerdings wird durch die statischen Verbindungen nur ein Öffnen der Risse ab einem bestimmten Punkt unterbunden. Ein Schließen der Risse bzw. eine Ableitung von Torsionskräften (Drehung der Baumteile) kann dadurch nicht verhindert werden.

Abb. 16 Baum 2, Kronensicherung



dynamische Verbindungen

statische Verbindungen

2.2.2 Ergebnis der eingehenden Untersuchung

Zur Bemessung der Windlast wurden folgende Parameter gewählt:

- c_w -Wert **0,25** (gem. Wessolly & Erb 2014)
- Eigenfrequenz: **0,75 Hz** (oberer Bereich)
- Dämpfungsdekrement: **0,9** (oberer Bereich)
- Geländekategorie Süd: **Vorstadt**; Westnordwest: **Landschaft**
- Nachbarschaftsfaktor Süd: **1,2**; Westnordwest: **1,08**
- Expositionsfaktor: **1** (volle Exposition)

Tabelle 3 stellt das Ergebnis der Windlastanalyse zusammengefasst dar.

Tab. 3 Baum 2, Ergebnis Windlastanalyse

Baumnr.	Dt. Name	Höhe [m]	Lastrichtung	Bemessungs-windmoment	Grundsicherheit
2	Stiel-Eiche	23,5	Süd	825 kNm	11,9
2	Stiel-Eiche	23,5	Westnordwest	966 kNm	10,2

Zur Beurteilung der Tragfähigkeiten an den beiden angerissenen Zwieseln (Stamm und Stämmling Süd) war es erforderlich, die Zugversuche in zwei Lastrichtungen durchzuführen (Süd und Westnordwest). Das Seil wurde im vorliegenden Fall mit einer vom Auftraggeber gestellten Hebebühne in die Baumkrone eingebracht. In die Lastrichtung Süd diente die Hebebühne, in die Lastrichtung Westnordwest ein vom Auftraggeber bereitgestellter Schlepper als Widerlager.

Abbildung 6 stellt den Messaufbau exemplarisch dar.

Abb. 17 Baum 2, Messaufbau



Elastometer:

Mit diesen Dehnungsmessern wird der Stamm im Bereich des Einspannungspunktes in mehreren Ebenen abgetastet und hinsichtlich seines elastischen Verhaltens überprüft. Die Messgenauigkeit der Instrumente beträgt 1/1000 m.

Inclinometer:

Diese hoch auflösenden Neigungsmesser werden im Stammfußbereich zur Überprüfung der Verformung der stammnahen Wurzelplatte eingesetzt. Ihre Funktion liegt in der Feststellung der Kippsicherheit des gesamten Baumes.

Die Messgenauigkeit der Instrumente beträgt 1/500°.

Die Beurteilung der Stand- und Bruchsicherheit erfolgte jeweils anhand des schwächsten ermittelten Sicherheitswertes einer Lastrichtung.

Standicherheit

Die Messungen mit den Inclinometern erfolgten an mehreren Punkten am Stammfuß. Die geringste Standicherheit wurde in die Lastrichtung Westnordwest mit knapp **1,65** ermittelt. In die Lastrichtung Süd fällt der geringste Standicherheits-Faktor mit rund **1,9** etwas höher aus.

Der geringste ermittelte Wert für die Standicherheit erfüllt damit den geforderten Sicherheits-Sollwert von 1,5. Der Baum ist zum Zeitpunkt der Untersuchung ausreichend stand-sicher. Allerdings ist die Standicherheit gegenüber der Grundsicherheit des Baumes erheblich reduziert. Bei ungeschädigten Bäumen liegt die Standicherheit in der Regel in etwa auf dem Niveau der rechnerisch bestimmten Grundsicherheit. Die Eiche weist folglich mit hoher Wahrscheinlichkeit einen verborgenen Schaden im Wurzelbereich auf.

Abb. 18 Baum 2, Standicherheits-Diagramm, Lastrichtung WNW, Messung 1

Auswertung der Messreihe mit dem geringsten Wert für die Standicherheit.

Die Anpassung der Datenpunkte an den Verlauf der Kippkurve erfolgt lediglich mit den höchsten erreichten Ersatzlasten (>90 % der maximalen Belastung im Zugversuch). Die Erfahrung hat gezeigt, dass der obere Bereich der Kippkurve eine zuverlässigere Abschätzung der Standicherheit des Baumes erlaubt.

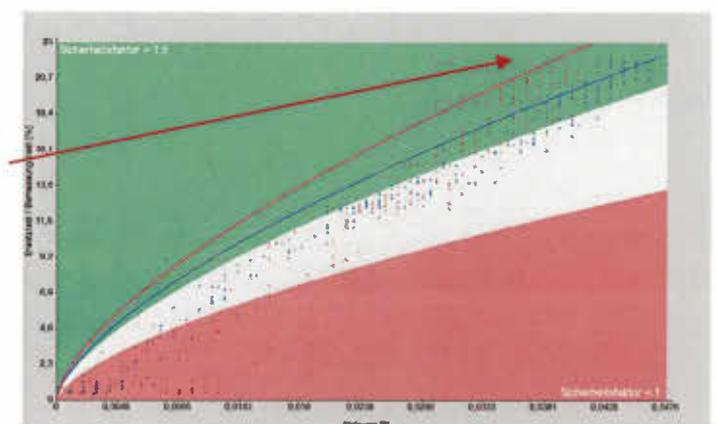
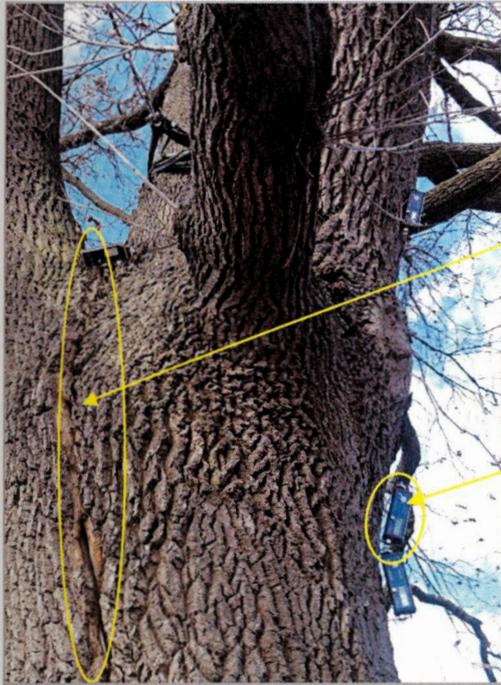


Abb. 20 Baum 2, geringste Bruchsicherheit südlicher Stämming



Riss

An dieser Stelle wurde die geringste Bruchsicherheit am südlichen Stämming ermittelt (rund 2,5).

In Abschnitt 3.2 sind die Ergebnisse der Messungen für Baum 2 zusammengefasst dargestellt.

3 Zusammenfassung und Maßnahmenempfehlung

Der Unterzeichner wurde von der Stadt Ingolstadt beauftragt, drei Bäume im Stadtgebiet eingehend auf ihre Verkehrssicherheit zu untersuchen. Die nachfolgenden Abschnitte stellen die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefasst dar und beschreiben die auf Basis der Befunde empfohlenen Maßnahmen.

3.1 Baum 1, Stiel-Eiche

Diese Eiche weist in beide Lastrichtungen gegenüber der rechnerisch ermittelten Grundsicherheit reduzierte Sicherheiten auf. Trotz des Befalls mit dem Tropfenden Schillerporling wird der Sicherheits-Sollwert allerdings sowohl für die Standsicherheit als auch für die Bruchsicherheit am Stammfuß noch erfüllt.

Die vorhandenen Defizite sind ein Ausdruck der Vorschädigung des Baumes. Tabelle 5 stellt die geringsten ermittelten Sicherheiten für beide Versagenskategorien dar.

Tab. 4 Baum 1, Ergebnis Zugversuche

Baumnr.	Lastrichtung	Grundsicherheit	Stand-sicherheit	Bruch-sicherheit	Messhöhe [m]
1	Ost	7,6	3,73	3,73	0,25
1	Süd	7,8	2,41	3,35	0,15

Aufgrund der naheliegenden Ringstraße ist die Sicherheitserwartung des Verkehrs im Bereich der Eiche besonders hoch anzusetzen. Um alle Eventualitäten auszuschließen, sollte der Baum in Richtung Nordosten abgespannt werden, damit ein Stürzen der Eiche in Richtung Straße ausgeschlossen ist. Die Abspannung sollte aus zwei statischen Verbindungen bestehen, die an zwei benachbarten Bäumen befestigt werden sollten. Die Maßnahme sollte bis spätestens **30.09.2017** durchgeführt werden.

Aufgrund der nachlassenden Vitalität des Baumes ist zukünftig von einem raschen Fortschritt der Holzersetzung auszugehen. Es wird daher empfohlen, die Verkehrssicherheit des Baumes nach Ablauf von **5 Jahren** (also im Jahr 2022) durch Zugversuche nachzukontrollieren.

3.2 Baum 2, Stiel-Eiche

Bei dieser Eiche sind die geringsten ermittelten Sicherheitswerte in beide Lastrichtungen gegenüber der berechneten Grundsicherheit erheblich reduziert. Tabelle 5 stellt die Ergebnisse der Zugversuche für Baum 2 zusammengefasst dar. Die Messung 1 in Lastrichtung Süd, die nur der Überwachung des Starkastes diene, wurde dabei nicht berücksichtigt.

Tab. 5 Baum 2, Ergebnis Zugversuche

Baumnr.	Lastrichtung	Grund-sicherheit	Stand-sicherheit	Bruch-sicherheit	Messhöhe [m]
2	Süd	11,9	1,92	3,8	0,9
2	Westnordwest	10,2	1,64	2,52	3,8

Die vergleichsweise geringen Sicherheitsreserven bezüglich der Standsicherheit werden hierbei auf einen verborgenen Schaden im Wurzelbereich des Baumes zurückgeführt. Die geringen Sicherheitswerte der Bruchsicherheit können durch die Spaltung des Stammes bzw. des südlichen Stämmings erklärt werden.

Trotz der erheblichen Vorschädigung des Naturdenkmals wird der Sicherheits-Sollwert für beide Versagenskategorien erfüllt.

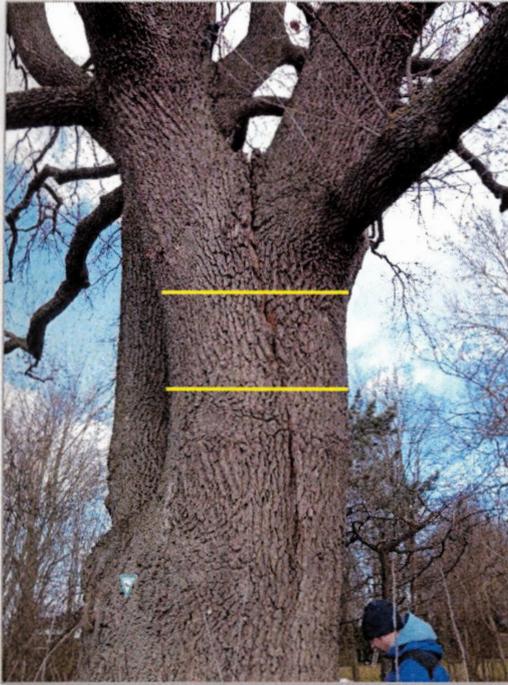
Die Risse am Stamm und am südlichen Stämming waren zum Zeitpunkt der Untersuchung durch ein System aus statischen und dynamischen Kronensicherungen gesichert. Nichtsdestotrotz war vor Ort ein Arbeiten des Zwiesels unter Windbelastung festzustellen. Der Riss öffnete und schloss sich unter Windeinfluss.

Um ein endgültiges Versagen des Risses z.B. unter Einwirkung von Torsionskräften vorzubeugen, sollte der Stämming zusätzlich gesichert werden. Es wird empfohlen, zwei Stahlstreben diagonal und in der Höhe versetzt im Bereich des Risses zu installieren. Dadurch können die auftretenden Torsionskräfte ausreichend abgetragen werden. Die Stahlgewindestangen sollten einen Durchmesser von mindestens 20 cm aufweisen.

Darüber hinaus sollten pro Mutter zwei Beilagscheiben mit einem Durchmesser von mindestens 70 cm verwendet werden. Die Rinde und das Kambium des Baumes sollten im Bereich der Beilagscheiben vor dem Einbau der Verbindungen entfernt werden (vgl. ZTV Baumpflege S. 39 und 71)

Die Abbildung 29 und 30 stellen den empfohlenen Einbau der Stahlstreben schematisch dar.

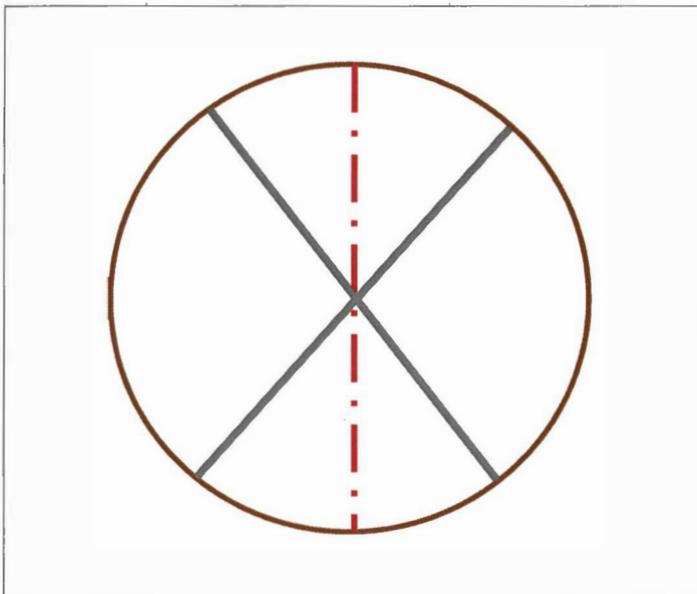
Abb. 29 Baum 3, Einbauhöhe Stahlstreben



Um die Torsionskräfte abzuleiten, sollten die beiden Stahlstreben höhenmäßig versetzt eingebaut werden.

Gelbe Linien: Empfohlene Einbauhöhe der Stahlstreben

Abb. 30 Baum 3, Querschnitt südlicher Stämmeling



Die Skizze zeigt den Querschnitt durch den südlichen Stämmeling (Ansicht von oben).

Um die Torsionskräfte abzuleiten, sollten die Stahlstreben diagonal versetzt eingebaut werden.

rote Linie: Riss durch den südlichen Stämmeling

graue Linien: Empfohlene Stahlstreben

Der Einbau der Stahlstreben sollte bis zum **30.09.2017** erfolgen.

Aufgrund der stark reduzierten Sicherheitswerte des Baumes wird darüber hinaus empfohlen, die Verkehrssicherheit des Baumes nach Ablauf von **3 Jahren** erneut durch Zugversuche zu untersuchen.

3.3 Baum 3, Rot-Buche

Aufgrund der vorgefundenen Schadsymptome (Öffnung am Stamm und Brandkrustenpilz am Stammfuß) wurde diese Buche auf zwei Ebenen stammtomographisch untersucht.

Auf der oberen Ebene (100 cm am Stamm) wurde das schlimmstenfalls anzunehmende Ausmaß der Holzersetzung aus den Ergebnissen der Schalltomographie abgeschätzt. Im Bereich der Öffnung berechnet sich die Bruchsicherheit auf rund **2,9**, womit der geforderte Sicherheits-Sollwert erfüllt wird. Auf dieser Ebene ist der Stamm ausreichend bruchsicher.

Darüber hinaus wurde am Stammfuß (Höhe der Messebene 15 cm) eine ausgedehnte Holzersetzung festgestellt. Der Anteil an intaktem Holz ist sehr gering. Das Ausmaß des Schadens am Stammfuß lässt sich durch das Programm TreeCalc nicht mehr darstellen. Da bei Annahme einer 25 % Öffnung sowie 20 % verbleibender Restwand die Bruchsicherheit lediglich rund 0,95 beträgt, muss unter Berücksichtigung des tatsächlich vorhandenen Schadens von einer noch deutlich geringeren Bruchsicherheit ausgegangen werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Widerstandstomographie und der vorgefundenen Pilzfruchtkörper des Brandkrustenpilzes, der an seinen Wirten in der Regel eine intensive Wurzelfäule verursacht, ist des Weiteren eine erhebliche Schädigung des Wurzelwerks anzunehmen.

Es wird daher empfohlen, den Baum zu fällen und durch eine geeignete Nachpflanzung zu ersetzen. Hinsichtlich des Artenschutzes wird empfohlen lediglich eine Teilfällung bis auf eine Höhe von ca. 6 m durchzuführen und den Torso als Totholzbiotop zu belassen.

Die Fällung sollte spätestens bis **31.05.2017** durchgeführt werden. Dabei sollten artenschutzrechtliche Bestimmungen, insbesondere § 39 BNatSchG (Allgemeiner Artenschutz), unbedingt beachtet werden.

4 Weitere Kontrollen

4.1 Regelkontrolle

Die gutachtensgegenständlichen Bäume sollten auch zukünftig regelmäßig auf ihre Verkehrssicherheit kontrolliert werden. Für stark vorgeschädigte Bäume, die an Standorten mit höherer Sicherheitserwartung stocken, sehen die Baumkontrollrichtlinien (FLL 2010) ein Halbjahresintervall für die Regelkontrolle vor. Dabei sollte vor allem auf das Auftreten von neuen Pilzfruchtkörpern, Rindenschäden oder Rissen an Stamm, am Stammfuß oder in der Krone geachtet werden. Darüber hinaus können erfahrungsgemäß abgestorbene bzw. gebrochene Kronenteile sowie Spechtlöcher auftreten. Treten derartige neue Defektsymptome auf, sollte unverzüglich eine Inaugenscheinnahme durch einen Sachverständigen erfolgen.

Nach besonderen Witterungsereignissen (orkanartige Stürme, Nassschnee, Eisregen) sollte eine zusätzliche Kontrolle erfolgen, wobei insbesondere auf gebrochene Äste, veränderte Stammneigung, Risse im Holzkörper oder im stammnahen Wurzelbereich zu achten ist.

4.2 Eingehende Untersuchungen

Die Verkehrssicherheit von Baum 1 sollte spätestens nach Ablauf von **5 Jahren** (im Jahr 2022) und die von Baum 2 spätestens nach Ablauf von **3 Jahren** (im Jahr 2020) eingehend durch Zugversuche nachkontrolliert werden.

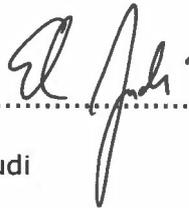
8 Schlussbemerkungen

Bei der Erstellung des Gutachtens wurde nach rein fachlichen Prinzipien, in Anlehnung an die einschlägige Fachliteratur gearbeitet. Die im Zuge der Untersuchungen gewonnenen Fakten beziehen sich ausschließlich auf den Gutachtensgegenstand und sind nicht ohne weiteres auf ähnliche Sachverhalte übertragbar.

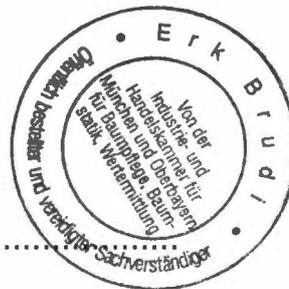
Das Gutachten ist ausschließlich zum Gebrauch des Auftraggebers bestimmt. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine Weitergabe an Dritte nur zulässig ist, wenn die vollständige Form des Gutachtens erhalten bleibt. Eine Herausnahme von Unterlagen, Fotos, Karten, Textpassagen, oder eine sonst wie geartete Isolierung und/oder Wiedergabe von Textpassagen, welche die Aussage des Gutachtens verändern könnte, ist nicht zulässig. Für das Gutachten gelten die gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechts.

Die Abbildungen wurden mit einer digitalen Kamera angefertigt. Der Unterzeichner versichert in diesem Zusammenhang, dass an den im Gutachten dargestellten Abbildungen keine Manipulationen durchgeführt wurden. Es wurden lediglich Vergrößerungen oder Verkleinerungen vorgenommen.

Gauting, den 21.03.2017



Erk Brudi



Windlastanalyse analog DIN 1055-4

Baum Nr. 2

Projekt

Projektname Ingolstadt, eingehend
 Projektnummer 16-0395
 Datum Untersuchung 02.03.2017

Standort

Kranichstraße
 85051 Ingolstadt, Deutschland
 Höhe über NN 370 m

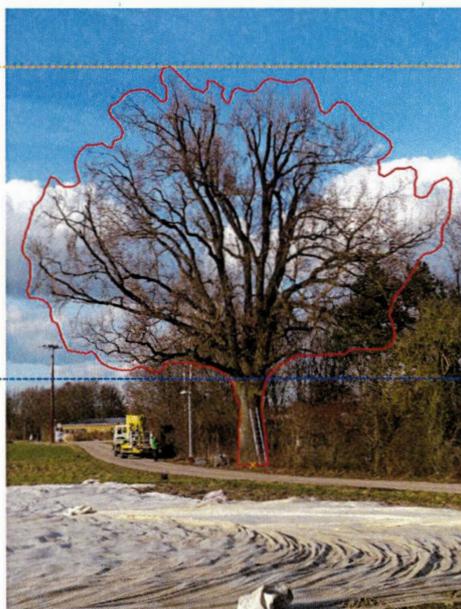
Baumdaten

Baumart Stiel-Eiche
 Stammumfang 520 cm
 Stammdurchmesser in 1m Höhe \parallel 162 cm
 \perp 165 cm
 Rindendicke 5 cm
 Baumhöhe 23,5 m

angesetzte Materialrichtwerte

nach Quercus robur
 Quelle Stuttgart
 Druckfestigkeit 28 MPa
 E-Modul 6900 MPa
 Grenzdehnung 0,41 %
 Rohdichte 1,03 g/cm³

Baumsilhouette



Lastrichtung S

24 **Flächenanalyse**
 23 Kronenansatz 5,1 m
 21 effektive Höhe nach DIN 16,1 m
 20 Gesamtfläche 328 m²
 19 Exzentrizität der Krone 1,21 m
 18
 17
 16
 15

14 **angenommene Strukturparameter**
 13 Windwiderstandsbeiwert 0,25
 12 Eigenfrequenz 0,75 Hz
 11 Dämpfungsdekrement 0,9
 10 Formfaktor Eigengewicht 0,8
 9
 8
 7
 6
 5
 4
 3
 2
 1
 0

angesetzte Standortrichtwerte

Windzone D 1
 Geschwindigkeit des Bemessungswindes 22,5 m/s
 Luftdichte 1,23 kg/m³
 Geländekategorie Vorstadt
 Exponent Windprofil 0,22
 Nachbarschaftsfaktor für bodennahe Strömung 1,2
 Expositionsfaktor Krone 1,00

Ergebnis

Windlastanalyse
 mittlerer Winddruck 24,9 kN
 Böenreaktionsfaktor 2,36
 Lastschwerpunkt 14,1 m
 Torsionsmoment 71 kNm

Baumstatische Analyse
 Eigengewicht Baum 35,8 t
 kritischer Hohlungsgrad 95 %
 kritische Restwandstärke 4 cm
 bezogen auf eine geschlossene Schale

Bemessungswindmoment 825 kNm **Grundsicherheitsfaktor 11,9**

Allgemeines

Anmerkungen