



# Gefahrerhöhende Merkmale in der praktischen Baumkontrolle

ANDREAS DETTER

---

## Zusammenfassung

Fäulen im Holzkörper, Fehlentwicklungen im Kronenaufbau oder unterirdische Schäden an statisch wirksamen Wurzeln können bei visuellen Baumkontrollen zu erheblichen Unsicherheiten bei der abschließenden Beurteilung der Verkehrssicherheit führen. Der vorliegende Beitrag liefert Anregungen für eine angemessene Vorgehensweise bei der Regelkontrolle. Am Beispiel der visuellen Beurteilung der Standsicherheit wird gezeigt, wie sich die Hinweise auf frühere Eingriffe in den Wurzelbereich, wie sich Veränderungen im Baumumfeld oder Schäden an der Borke zu Anzeichen einer Umsturzgefahr im konkreten Fall erhärten können, bzw. wie sich ein solcher Verdacht anhand baumeigener Reaktionen in vielen Fällen ausräumen lässt.

## 1 Einleitung

An Bäumen treten bei Regelkontrollen zahlreiche verdächtige Umstände auf. Keineswegs sind diese aber immer auch ein Hinweis auf eine konkrete Versagensgefahr. Vielmehr finden sich immer wieder Auffälligkeiten, die keine Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit haben. In anderen Fällen konnte der betroffene Baum die vorhandenen Defekte am Holzkörper, Fehlentwicklungen oder Beeinträchtigungen im Wurzelbereich erfolgreich abgrenzen und im Laufe seiner Entwicklung kompensieren. Nachfolgend wird diese Vorgehensweise am Beispiel der visuellen Kontrolle der

---

Standsicherheit von Bäumen erläutert. Hinweise auf eine konkrete Umsturzgefahr, die sich im Boden oder unter Belagsflächen befinden, sind bei einer visuellen Kontrolle nicht direkt zu erkennen. Ob es möglich ist, die Standsicherheit bei einer visuellen Baumkontrolle ausreichend zu beurteilen, hängt vom Einzelfall ab. Vielfach ist eine eingehende Untersuchung erforderlich, um eine abschließende Beurteilung der Standsicherheit zu ermöglichen. Dieser Beitrag zeigt aber anhand sogenannter „gefahrerhöhender Merkmale“ zumindest einige Kriterien auf, die eine angemessene visuelle Kontrolle sowohl der Standsicherheit ermöglichen.

## 2 Standsicherheit

Aus den biomechanischen Modellen für die Verankerung von Bäumen im Boden (vgl. Detter & Rust 2018) lassen sich vereinfacht folgende oberirdisch erkennbaren Merkmale für eine hohe Verankerungskraft anführen:

- großer Durchmesser der Stammbasis
- verbreiterte kräftige Wurzelanläufe

Anschaulich werden diese Merkmale am sog. Eiffelturm-Prinzip: die Verbreiterung der tragenden Struktur nach unten im Übergang zu den weit auslaufenden Stützen (vgl. Jahn 2005, Wessolly & Erb 2014). Hier wird ein biomechanischer Idealzustand beschrieben, der aber nicht schablonenhaft angewendet werden sollte. Jeder Beobachter kann sich der Vielfalt in der natürlichen Formfindung bewusst werden, die zwar einem ähnlichen Grundmuster folgt, deren konkrete Ausgestaltung aber sehr unterschiedlich sein kann. Die Anpassung der natürlichen Struktur pflanzlicher Organismen an ihre Umwelt wurde seit Delpino (1867) vielfach beschrieben. Die Unterschiedlichkeit der Umweltbedingungen führt zu einer Vielzahl individuell optimierter Wurzelsysteme, die alle eine ausreichende Verankerung im Boden ermöglichen.

Bei der Baumkontrolle sollte eine Abweichung vom idealen Muster also zwar Anlass zu genauem Hinsehen geben, um die Ursache für die Auffälligkeiten zu ergründen. Aber oft lässt sich der Verdacht mangelnder Standsicherheit im konkreten Fall auszuräumen, weil abweichende Anpassungen des Wurzelsystems an Einschränkungen seines Standortes oder an andere individuelle Gegebenheiten zu erkennen sind.

Abweichungen von einer Idealform der Baumgestalt stellen bei der Baumkontrolle zwar in dieser Hinsicht verdächtige Umstände dar. Als Anzeichen einer konkreten Gefahr, die im rechtlichen Sinne Handlungsbedarf auslösen würde (vgl. FLL 2010), reichen sie jedoch nicht aus. Hierfür müssen weitere, gefahrerhöhende Merkmale vorliegen, durch die sich der ursprüngliche Verdacht zu konkreten Anzeichen erhärtet und letztlich eine Gefährdung vorhersehbar wird. Ebenso kann ein Anfangsverdacht oft durch visuell erkennbare Symptome einer erfolgreichen Kompensation der Mängel ausgeräumt werden.

Deswegen sind die in den FLL-Baumkontrollrichtlinien genannten Parameter und Defektsymptome bei der Beurteilung der Standsicherheit schwer anwendbar. Die Richtlinien enthalten zwar eine Auflistung eventuell verdächtiger Umstände, liefern aber keine Beurteilungskriterien für das Vorliegen einer konkreten Gefahr. Die Klärung der Frage, unter welchen Umständen Handlungsbedarf besteht, z. B. wenn Schäden an Verankerungswurzeln vorliegen, ist auch nicht die Aufgabe einer Richtlinie, sondern wäre typischerweise der Gegenstand eines Lehrbuchs. Einzelne Verdachtsmomente liegen bei Stadt- und Straßenbäumen nahezu immer vor (Pommnitz 2016). Daher sind Baumkontrolleure hier gezwungen, anhand der Kombination mehrerer Defektsymptome die Anzeichen einer konkreten Gefahr zu erkennen bzw. die Verdachtsmomente zu entkräften. Gerade im Hinblick auf die Standsicherheit genügt es also nicht, nur einzelne Defektsymptome zu notieren, sondern sie müssen in ihrem Zusammenwirken beurteilt werden.

## **2.1 Stammfußverbreiterung, Pilzbefall**

Die Baumkontrollrichtlinien listen unter anderem die Stammfußverbreiterung als Merkmal einer verminderten Standsicherheit auf. Tatsächlich können durch eine solche Verdickung ausgedehnte Stockfäulen angezeigt werden. Dem oben gesagten zufolge stellt die Verbreiterung der Stammbasis aber zugleich eine Anpassung dar, die die Standsicherheit erhöht (Abb. 1). Daher müssen Kontrolleure in einem solchen Fall anhand gefahrerhöhender Merkmale beurteilen, ob die Tragfähigkeit aktuell noch ausreichend hoch ist. An diesem Beispiel wird deutlich, dass eine Unterscheidung zwischen verdächtigen Umständen und den Anzeichen konkreter Gefahr erforderlich ist.



■ **Abb. 1:** Verbreiterte Wurzelplatte.

Die Verbreiterung weist analog zur baumstatischen Grundsicherheit (Wessolly 1995) auf hohe Sicherheitsreserven hin. Durch eine hohe Ausgangssicherheit werden Mängel gewissermaßen vorkompensiert, weil die Verankerungskraft die tatsächlich zu erwartenden Einwirkungen durch Wind oder Schneelasten um ein Vielfaches übersteigt. Beschädigungen würden die Reserven zwar reduzieren, aber nicht direkt eine Umsturzgefahr verursachen. Ist es holzerstörenden Pilzen aber z. B. wegen rascher Abbautätigkeit, schlechter Abschottung und sehr geringem Holzzuwachses gelungen, die tragende Struktur bis auf sehr dünne Schalen abzubauen oder stark aufzulösen, kann die Standsicherheit trotz der Verbreiterung des Stammfußes gefährdet sein. Als Hinweise hierfür nennt die Fachliteratur beispielsweise ausgeprägten Hohlklang, Rindenschäden oder fehlenden Zuwachs in tragenden Bereichen, Pilzfruchtkörper und andere Anzeichen für Fäulnis (austretendes Bohrmehl oder Mulm, Insekten, Flüssigkeitsaustritt) sowie die fehlende oder bereits überwundene Abgrenzung von Beschädigungen (z. B. Dujesiefken et al. 2005).

Demgegenüber kann angesichts einer Stammfußverbreiterung der Verdacht der verminderten Standsicherheit ausgeräumt werden, wenn solche gefahrerhöhenden Faktoren nicht vorliegen, Schäden lokal begrenzt und engräumig durch wüchsiges Wundholz umschlossen sind. Dann kann davon ausgegangen werden, dass eine erfolgreiche Anpassung der Wuchsform an hohe Belastungen oder an Schäden wie z. B.

Fäulnis in zentralen Bereichen des Stammfußes bzw. den Wurzeln vorliegt (Jahn 2005). Bei dieser Betrachtungsweise erhält die Vitalität des Baumes eine besondere Bedeutung für die Beurteilung. Sie bestimmt maßgeblich, ob dem Voranschreiten des Holzabbaus durch Pilze, wie z. B. den Riesenporling (*Meripilus giganteus*), erfolgreiche Abschottung und ausreichender Zuwachs entgegenwirken können. Ansonsten würde sich das Gleichgewicht zwischen Abbau und Zuwachs rasch zu Ungunsten des Baumes und seiner Standsicherheit verschieben (Reinartz & Schlag 2006).

## 2.2 Strukturelle Entwicklungsmängel

Bäume, deren Stamm parallel in den Boden eintaucht, verfügen in der Regel über geringere Traglastreserven. Daher könnten sich Beschädigungen im Wurzelbereich gravierender auf ihre Standsicherheit auswirken. Liegen Hinweise auf gefahrerhöhende Umstände vor, wäre ungleich früher von einer konkreten Umsturzgefahr auszugehen. Allerdings dürfen hier morphologische Besonderheiten nicht übersehen werden, da z. B. die Gattungen *Pinus* oder *Aesculus* generell seltener verstärkte Wurzelanläufe bilden.

Hinweise auf eine unzureichende Entwicklung der Verankerungswurzeln sind bei der Kontrolle oft erkennbar. Das Ausbleiben einer Verbreiterung des Stammfußes kann unter anderem auf Würgewurzeln zurückzuführen sein, die den Stammfuß so stark umschlingen, dass das Dickenwachstum unterdrückt wird. Im Extremfall wird auch die eingeschlossene Rinde geschädigt oder stirbt ab, so dass zudem Eintrittspforten für holzzeretzende Pilze entstehen.

In solchen Fällen können die betroffenen Bäume bei ausreichendem Regenerationsvermögen oberflächennah adventive Wurzeln ausbilden, um die Krone zu versorgen. Diese verlaufen oft oberhalb der würgenden Wurzel, bilden in manchen Fällen kleine Wurzelanläufe aus und verschleiern so die strukturellen Mängel. Das gleiche gilt für Wurzelschäden, die infolge von Überschüttungen entstehen. Auch hier dienen adventive Wurzeln als Hinweis auf versteckte Schäden, die die Standsicherheit beeinträchtigen können. Daher sollten gerade stark wachsende Adventivwurzeln grundsätzlich als Defektsymptome interpretiert werden, die Anlass zu genaueren Beobachtungen bieten, um eventuell Rückschlüsse auf die Ursache der Fehlentwicklung

zu erlangen. Sobald weitere Verdachtsmomente, wie z. B. Schäden an der Rinde, Überschüttungen, Pilzfruchtkörper oder ein Einbruch der Wuchskraft hinzukommen und sich so der Verdacht auf eine erhöhte Umsturzgefahr erhärtet, wären vorbeugende Sicherungsmaßnahmen oder eine eingehende Untersuchung erforderlich.

### **2.3 Eingriffe in den Wurzelbereich**

Werden durch einen Verstoß gegen die Vorgaben der DIN 18 920 Wurzeln beschädigt, sollte in jedem Fall vorsorglich eine eingehende Untersuchung durch Sachverständige veranlasst werden. Die Kosten hierfür sind Teil des Schadens und somit Sache des Verursachers. Die Frage, ob eine gerätegestützte Untersuchung erforderlich ist, muss dann nicht vom zuständigen Baumkontrolleur beantwortet werden. Liegen genehmigte Eingriffe vor, ist dies nicht ganz so einfach zu regeln. Hier stellt sich die Frage, ob ein Baum sinnvoll erhalten werden kann und wann die Standsicherheit eventuell mit hohem Aufwand eingehend untersucht werden muss. Unterlässt der Baueigentümer in einem solchen Fall zusätzliche Kontrollen im Rahmen der Bauausführung, kann dies eine Haftung im Schadensfall begründen (FLL 2010, OLG Düsseldorf 2007).

In der Praxis sind Schäden an Verankerungswurzeln oft nicht eindeutig auszuschließen, weil die Bauarbeiten zum Zeitpunkt der Kontrolle bereits abgeschlossen sind oder nur unklare Hinweise auf Abgrabungen gefunden werden. Gerade bei Stadtbäumen sind solche Verdachtsmomente sehr häufig. Die Baumkontrollrichtlinien listen Baugruben/-gräben, Bodenauftrag/-abtrag auf, aber vielfach äußert sich die frühere Bautätigkeit z. B. nur noch in veränderten Belagsflächen oder neuen Einbauten wie z. B. Leistensteinen.

#### **2.3.1 Akute Gefährdung bei stammnahen Eingriffen**

Nach verbreiteter Auffassung ist die Verminderung der Verankerungskraft vom Abstand der Grabungen zum Stamm abhängig. Nur in zwei wissenschaftlichen Versuchsreihen wurde bei Eingriffen außerhalb des statisch wirksamen Wurzelraumes (Abstand über 1,5-facher Stammdurchmesser nach Wessolly & Erb 2014) eine signifikante Verminderung der Standsicherheit gemessen (Smiley 2008, Fini et al. 2012). Ansonsten war bislang keine statistisch signifikante Reduktion der Belastbarkeit des



■ Abb. 2: Würgewurzel.



■ Abb. 3: Adventive Wurzel nach Kippversagen.

Wurzelsystems erkennbar, wenn der Abstand der Grabung mehr als das Doppelte des Stammdurchmessers betrug (Smiley 2012, Ghani et al. 2009). Da diese Versuche an Gehölzen mit weniger als 20 cm Stammdurchmesser erfolgten, verbleiben gewisse Zweifel bei einer Übertragung auf Großbäume.

Auch die biomechanischen Erkenntnisse (vgl. Detter & Rust 2018) und einzelne Versuche mit Altbäumen (Bader 2000) legen den Schluss nahe, dass erst durch stammnahe Eingriffe in den Wurzelbereich die maximale Belastbarkeit des Wurzelsystems maßgeblich vermindert wird. Die Durchtrennung weiter entfernter Wurzeln wirkt sich nicht so gravierend aus, weil zunächst vor allem die Widerstandskraft der stammnahen Wurzeln überwunden werden muss, bevor die weiter entfernten Teile des Wurzelsystems ihre volle Wirkung entfalten können. Dies darf aber nicht dazu führen, Eingriffe in den zu schützenden Wurzelbereich zu bagatellisieren, da ihre destabilisierende Wirkung häufig erst verzögert infolge von Wurzelfäulen eintritt. Für die Beurteilung der Standsicherheit nach Eingriffen sind diese Erkenntnisse aber sehr wohl zum Erhalt wertvoller Altbäume einsetzbar.

Wenn tiefer liegende Wurzeln verbleiben, sind Wurzeldurchtrennungen generell weniger problematisch (Mickovsik & Ennos 2003, Smiley et al. 2014), so dass der Nachweis der Standsicherheit vielfach auch nach der Kappung oberflächennaher Wurzeln

unmittelbar am Stammfuß gelingt (Detter & Rust 2014). Hier treten aber die biologischen Folgen solcher Beschädigungen in den Vordergrund, da sie bekanntlich schwerwiegende Auswirkungen auf die zukünftige Entwicklung des Baumes haben können: vielfach entstehen Versorgungsprobleme, die Wuchskraft des Baumes lässt nach und weitere Schäden sind die Folge.

### **2.3.2 Erfolgreiche Kompensation**

Andererseits sind Bäume bei guter Wuchskraft durchaus in der Lage, Schäden im Wurzelbereich zu begrenzen, eindringende Schadpilze abzuschotten sowie die verminderte Verankerungskraft durch Zuwachs und Wurzelneubildung zu kompensieren. Diese Betrachtungsweise eröffnet Möglichkeiten, angesichts bereits länger zurückliegender Eingriffe in den Wurzelraum zu entscheiden, ob die Standsicherheit eingehend untersucht werden muss oder ob es möglich ist, im Rahmen der weiteren Baumkontrollen mit ausreichender Sicherheit und zumutbarem Aufwand die Verkehrssicherheit zu gewährleisten.

Wissenschaftliche Studien an Forstbäumen haben gezeigt, dass nach Durchforstungen weniger als acht Jahre zur Akklimation erforderlich sind (Mitchell 2000). In dieser Zeit kann ein vitaler Baum seinen Durchmesser durch erhöhte Zuwächse erhöhen, vorhandene Wurzeln verstärken und neue Verankerungswurzeln aus dem Wurzelstock bilden. In einer Untersuchung an jüngeren Rosskastanien war die Verankerung bereits vier Jahre nach der stammnahen Durchtrennung von Wurzeln nicht mehr signifikant vermindert (Fini et al. 2012). Auch an Platanen wurde in manchen Fällen eine deutliche Verbesserung der Verankerungskraft innerhalb von acht Jahren nach einem vollständigen Kippversagen beobachtet (Detter et al. 2019). Liegt der Eingriff also bereits eine längere Zeitspanne zurück, können eine gute Vitalität, der erkennbare Dickenzuwachs am Stammfuß und die Ausbildung verstärkter Wurzelanläufe als Indikatoren für eine erfolgreiche Kompensation der Schäden dienen.

### **2.3.3 Gefahrerhöhende Merkmale**

Im Laufe der weiteren Entwicklung nach einem Eingriff können aber auch zahlreiche weitere Verdachtsmomente auftreten, die die Beurteilung der Standsicherheit verän-





■ Abb. 4: Borkenschäden durch Eschentriebsterben.

dern und im Zuge von Regelkontrollen erfasst werden können. Veränderte Stammneigung, Risse im Boden sowie Hebungen oder Senkungen sind leicht erkennbare Symptome einer konkreten Umsturzgefahr. Liegen aber lediglich Hinweise auf erhebliche Vitalitätsprobleme vor oder fehlen die o. g. Anzeichen einer erfolgreichen Kompensation, lässt sich die Standsicherheit des Baumes auf visueller Basis in der Regel nicht mehr zuverlässig beurteilen. Dann wären eingehende Untersuchungen erforderlich.

Ausgeprägte unterirdische Schäden an Wurzeln führen vielfach zu Borkenschäden am Stammfuß, teilweise treten Pilzfruchtkörper typischer Splintholzfüuleerreger (z. B. Spaltblättling, *Schizophyllum commune*) an Wurzelanläufen auf – ein deutlicher Hinweis auf massive Beeinträchtigungen im unterirdischen Bereich. Werden bei der Regelkontrolle solche Verdachtsmomente festgestellt, ist von einer konkreten Gefahr und unverzüglichem Handlungsbedarf auszugehen. Ähnliches ist durch die Ausbreitung des Eschentriebsterbens zu beobachten, bei dem bei befallenen Bäumen im fortgeschrittenen Stadium Rindennekrosen am Stammfuß auftreten können. Diese werden vermutlich durch den Hallimasch (*Armillaria sp.*) verursacht und sollten als

Hinweis auf massive Fäulnis in den stammnahen Wurzeln gewertet werden (Abb. 4).

Das Auftreten von Adventivwurzeln kann ebenfalls ein Hinweis auf die mangelhafte Funktion der primären Verankerungswurzeln sein. Allerdings kann auch die Leistungsfähigkeit der primären Wurzeln durchaus wieder hergestellt werden, so dass diese „Notlösungen“ des Baumes nicht mehr erforderlich sind. Erkennbar wäre ein solcher Sachverhalt daran, dass die Adventivwurzeln z. B. nicht mehr wüchsig sind und ihre Durchmesser konstant bleiben, während der Baum eine gute Vitalität aufweist. In diesem Fall könnte die Standsicherheit durchaus durch rein visuelle Kontrollen weiter überwacht werden.

#### **2.3.4 Regelkontrolle nach unklaren Eingriffen**

In einschlägigen Urteilen wurde bisher lediglich entschieden, dass bei Eingriffen innerhalb der zu schützenden Bereiche eine Überwachung der Baumaßnahme (OLG Karlsruhe 1996, OLG Düsseldorf 2007) bzw. anlässlich einer Wurzelkappung eine weitere Untersuchung geschuldet ist (OLG Celle 2009).

Liegen zu einem späteren Zeitpunkt aber keine Anzeichen konkreter Gefahr vor und wäre der Aufwand zur Überprüfung hinsichtlich verdeckter Schäden nicht zumutbar, schließen die grundlegenden Urteile zur Baumkontrolle eine Haftung wegen Verletzung der Verkehrssicherungspflicht aus (z. B. BGH 1965). Dies lässt den Schluss zu, dass nach Eingriffen, die bereits länger zurückliegen und keine erkennbaren Anzeichen konkreter Schäden am Baum ausgelöst haben, regelmäßig eine Überwachung durch visuelle Kontrollen in angemessenen Intervallen ausreichend ist. Weiterer Handlungsbedarf würde erst dann entstehen, wenn weitere Verdachtsmomente auf gefahrerhöhende Faktoren hinweisen (vgl. hierzu ähnlich OLG Dresden 2013, zitiert bei Hilsberg 2015). Dies bedarf jedoch noch einer abschließenden rechtlichen Würdigung.

#### **2.4 Schräg stehende Bäume**

Bereits das grundlegende Urteil des Bundesgerichtshofes von 1965 benennt einen ungünstigen statischen Aufbau eines Baumes oder die Eigenart seiner Stellung als verdächtigen Umstand. Die Baumkontrollrichtlinien listen Schrägstand als besonderes Merkmal, er kann ein Hinweis auf ein partielles Kippversagen sein. Eine konkrete Ge-



■ Abb. 5: Stützholz an schräg stehender Robinie.

fahr lässt sich aber nur anhand weiterer Symptome erkennen bzw. ausschließen. Gerade in diesem Fall spielt die Beurteilung der baumeigenen Kompensationsleistung eine besondere Rolle.

Wenn Bäume einen Schrägstand kompensieren, kann bei Laub- und Nadelgehölzen gleichermaßen die Ausbildung von sog. Stützholz auf der Unterseite des Stammfußes beobachtet werden (Abb. 5). Jüngere biomechanische Modellierungen haben gezeigt, dass eine Erhöhung der Belastbarkeit verschiedener Wurzelsysteme durch Dickenwachstum genau an dieser Stelle besonders effizient möglich ist (Yang et al. 2017). Die häufig postulierte besondere Bedeutung sog. Zugwurzeln lässt sich in dieser Form nicht bestätigen. Um die Verankerung mit ihrer Hilfe zu verstärken, wäre ein höherer



■ Abb. 6: Neigungsmessung mit digitaler Wasserwaage.

Materialaufwand als auf der Druckseite erforderlich. In der Natur findet bei geneigten Bäumen auf der Zugseite oft auch keine erkennbare Reaktion statt.

Stützholz muss deutlich vom sog. Zug- und Druckholz unterschieden werden. Bei letzteren sind der Aufbau der Zellwände, die Form der Holzzellen und die Struktur des Holzes dergestalt verändert, dass die Wuchsrichtung des Sprosses durch Extension (Druckholz) bzw. Kontraktion (Zugholz) geändert werden kann (Archer et al. 1973). Da ältere Bäume am Stammfuß oft enorme Durchmesser aufweisen, ist ein Aufrichten der Sprossachse durch Zug- oder Druckholzbildung aber nicht mehr möglich. Das Stützholz hat daher lediglich das Ziel, den Baum in seiner geneigten Position zu stabilisieren. Dies wird durch eine Vergrößerung des Durchmessers effizient erreicht (Larjavaara & Muller-Landau 2010).

Ein Leittrieb kann sich durch diesen Mechanismus aber sehr wohl wieder entgegen der Gravitation in die Senkrechte aufrichten. Wurde der Baum in der Vergangenheit durch Überlastung im Wind oder infolge von Wurzelschäden plötzlich schräg gestellt, zeigt sich ein abruptes Abknicken der Wuchsrichtung. Wissenschaftliche Experimente



■ Abb. 7: Bodenrisse nach Sturm.

hierzu werden meist mit Junggehölzen durchgeführt, die wenige Zentimeter Stammdurchmesser aufweisen (Berthier & Stokes 2006, Yamashita et al. 2007). In der Fachliteratur wird oft davon ausgegangen, dass zumindest bis zu einem Durchmesser von 10 cm die Änderung der Wuchsrichtung durch die inneren Spannungen noch möglich ist (Fobo & Blum 1985, Coutant et al. 2007).

Knickt also der Leittrieb ab und wächst wieder senkrecht nach oben, ist zumindest ausgeschlossen, dass das Kippen erst vor kurzem erfolgt ist. Betrachtet man den Durchmesser an der entstandenen Knickstelle, sind über typische Zuwachsraten gewisse Rückschlüsse auf den mindestens seit dem Kippen vergangenen Zeitraum möglich. Bei vitalen Bäumen wäre innerhalb von zehn Jahren nach einem Eingriff eine erfolgreiche Akklimation durch Zuwachs und Wurzelneubildung zu erwarten (vgl. 2.3.2).

Zeigt sich ein säbelförmiger Wuchs ohne klare Knickstelle, könnte der Baum vor Jahren durch Erd- oder Schneebewegungen schief gestellt worden sein. Zwar könnte es auch sein, dass der Baum langsam absinkt; dies ist aber wohl viel seltener als die zahlreichen Berichte über absinkende Bäume vermuten lassen und betrifft offenbar nur besondere Standorte. In Zweifelsfällen ist eine Überwachung der Stammneigung mit einer digitalen Wasserwaage möglich, die zur Prüfung regelmäßig auf zwei fest ins Splintholz gesetzte Nägel platziert wird (Abb. 6). Treten lediglich zyklische Schwan-

kungen auf, die den Jahreszeiten (belaubt/unbelaubt) oder verschiedenen Witterungsereignissen (nasse/trockene Krone, Schneeeauflage) zugeordnet werden können, lässt sich ein Absinken ohne großen technischen Aufwand ausschließen. In unserer gutachterlichen Praxis sind dabei noch nie gerichtete Neigungsänderungen aufgetreten, die ein Absinken nachgewiesen hätten.

Während unterhalb des maximalen Wasser-Sättigungspunktes noch kein maßgeblicher Einfluss der Bodenfeuchte auf die Standsicherheit festgestellt wurde (Wohn 2003, Peterson & Claassen 2013, Rust et al. 2013), können Überflutungen durchaus eine erhöhte Umsturzgefahr auslösen. Wenn die Druckstabilität des Bodens stark nachlässt und er zu fließen beginnt, fehlt den Wurzeln das belastbare Fundament, so dass Druckkräfte nicht mehr abgeleitet werden können. Insbesondere stark geneigte Bäume können dann einseitig einsinken und vielfach bereits unter dem Einfluss ihres Eigengewichtes umkippen.

## Literaturverzeichnis

- Archer, R. R., & Wilson, B. F. (1973). Mechanics of the Compression Wood Response: II. On the Location, Action, and Distribution of Compression Wood Formation. *Plant Physiology*, 51(4), 777–782.
- Bader, C. (2000). Untersuchungen über den statisch wirksamen Wurzelraum. Diplomarbeit Fachhochschule Nürtingen.
- Berthier, S. & Stokes, A. (2006). Righting response of artificially inclined maritime pine (*Pinus pinaster*) saplings to wind loading. *Tree Physiology*, 26(1), pp.73–9.
- Delpino, F. (1867). Pensieri sulla biologia vegetale, sulla tassonomia e sul valore tassonomico dei caratteri biologici. *Nuovo Cimento* 25: 284-398.
- Detter, A. & Rust, S. (2014). Zum Kippverhalten von Bäumen. In *Gehölzsymposium 2014*. Hannover: Deutsche Akademie für Sachverständige Grün, 207–217.
- Detter, A., & Rust, S. (2018). Grundlagen und Kriterien zur visuellen Beurteilung der Standsicherheit von Bäumen. In *Jahrbuch der Baumpflege 2018* (S. 145–160). Haymarket Media GmbH & Co. KG.
- Detter, A., Wassenauer, P. van, & Rust, S. (2019). Stability recovery in London Plane trees 8 years after primary anchorage failure. *Arboriculture & Urban Forestry*, 45(6), 279–288.
- Dujesieffken, D., Jaskula, P., Kowol, T., Wohlers, A. (2005). Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart Bildatlas der typischen Schadsymptome und Auffälligkeiten. Braunschweig: Haymarket Media.
- Fini, A., Ferrini, F., Frangi, P., Piatti, R., Amoroso, G. (2012). Effects of root severance by excavation on growth, physiology and uprooting resistance of two urban tree species. In: *II International Symposium on Woody Ornamentals of the Temperate Zone 990*. 2012. S. 487–494.
- FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (2010): Baumkontrollrichtlinien – Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, Bonn.

- Fobo, R., & Blum, W. (1985). Über die Mechanik des Druckholzes. *arcus*, (4).
- Ghani, M. A., Stokes, A., & Fourcaud, T. (2009). The effect of root architecture and root loss through trenching on the anchorage of tropical urban trees (*Eugenia grandis* Wight). *Trees*, 23(2), 197–209. doi.org/10.1007/s00468-008-0269-9.
- Hilsberg, R. (2015) Aktuelle Baum-Urteile, *Baumzeitung* 1/2015, S. 36–39.
- Jahn, H., Reinartz, H., & Schlag, M. (2005). Pilze an Bäumen: Lebensweise, Schadwirkung und Bestimmungsmerkmale der häufigsten Pilzarten in totem Holz und lebenden Bäumen. Patzer Verlag.
- Larjavaara, M., & Muller-Landau, H. C. (2010). Rethinking the value of high wood density. *Functional Ecology*, 24(4), 701–705. doi.:10.1111/j.1365-2435.2010.01698.x
- Mickovski, S. B., & Ennos, R. (2003). Anchorage and Asymmetry in the Root System of *Pinus peuce*. *Silva Fennica*, 37(2), S. 161–173.
- Mitchell, S. (2000). Stem growth responses in Douglas-fir and Sitka spruce following thinning: implications for assessing wind-firmness. *Forest Ecology and Management*. 135: 105-114. Doi.:10.1016/S0378-1127(00)00302-9.
- Peterson, C. J. & Classen, V. (2013). An evaluation of the stability of *Quercus lobata* and *Populus fremontii* on river levees assessed using static winching tests. *Forestry*, 86(2), 201–209. doi.: 10.1093/forestry/cps080.
- Pommnitz, M. (2016). Mangelnde Standsicherheit von Bäumen nach Baumaßnahmen – Gründe für einen sinnvollen Baumschutz. In *Jahrbuch der Baumpflege*. Braunschweig: Haymarket Media GmbH & Co. KG. S. 183–190.
- Reinartz, H. & Schlag, M. (2006). Visuelle Baumkontrolle. *Wertermittlungsforum*, 24(1), 8–12.
- Rust, S., Dettler, A., Fuchs, C., & Schirutschke, B. (2013). Einfluss der Witterung auf die Ergebnisse statischer Zugversuche. In: *Jahrbuch der Baumpflege*, S. 296–300.
- Smiley, E.T. (2008). Root Pruning and Stability of Young Willow Oak. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(2), 123–128.
- Smiley, E.T. (2012). The Likelihood of Tree Failure from Root Cuts or Damaged Sapwood. Vortrag am 24.09.2012, ISA Tree Biomechanics Symposium, Morton Arboretum, Lisle, IL.
- Smiley, E. T., Holmes, L., & Fraedrich, B. R. (2014). Pruning of Buttress Roots and Stability Changes of Red Maple (*Acer rubrum*). *Arboriculture & Urban Forestry*, 40(4), S. 230–236.
- Wessolly, L. (1995). Bruchdiagnose von Bäumen – Teil 2: Statisch integrierte Verfahren - Die statisch integrierte Abschätzung (SIA). *Stadt und Grün*, (8), 570–573.
- Wessolly, L., & Erb, M. (2014). *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. Berlin; Hannover: Patzer.
- Wohn, J. (2003). Untersuchungen zur Standsicherheit von Bäumen bei Wassergehaltsänderungen im Boden (Diplomarbeit). Fachhochschule Nürtingen.
- Yamashita, S., Yoshida, M., Takayama, S., & Okuyama, T. (2007). Stemrighting Mechanism in Gymnosperm Trees Deduced from Limitations in Compression Wood Development. *Annals of Botany*, 99(3), 487–493. http://doi.org/10.1093/aob/mcl270.
- Yang, M., Défossez, P., Danjon, F., Dupont, S., & Fourcaud, T. (2017). Which root architectural elements contribute the best to anchorage of *Pinus* species? Insights from in silico experiments. *Plant and Soil*, 411(1–2), 275–291. doi.org/10.1007/s11104-016-2992-0.

## Zitierte Urteile

- BGH (1965) Urteil vom 21.01.1965, Az. III ZR 217/63
- OLG Celle (2009) Urteil vom 14.05.2009, Az. 8 U 191/08
- OLG Dresden (2013) Urteil vom 06.03.2013, Az. 1 U 987/12
- OLG Düsseldorf (2017) Urteil vom 17.01.2007, Az. I-18 U 93/06
- OLG Karlsruhe (1996) Urteil vom 02.10.1996, Az. 7 U 210/93