

# Deutsches IngenieurBlatt

INGENIEURWESEN BAUTECHNIK UMWELTSCHUTZ

DIN 4109: Verschlimmbesserung? +++ Einbruchsschutz: Planungsjob? +++ Bachelor: 6 Semester? S. 6-17

## AUSBILDUNG

Rettung für  
den Dipl.-Ing.?  
S. 36

## HAFTPFLICHT

Die Tücke liegt  
im Detail  
S. 50

## CAD

Kein Ende  
in Sicht  
S. 52

## Belegexemplar

Bitte siehe Seite/n: 30 .....

.....

# Mauerwerksbau

Wegweiser durch das Normendickicht S. 18



# Mit dem Baum auf Du und Du

Heisl Jüngen Schunk/dpa

VEGETATIONSSPEZIALISTEN KÖNNEN BEI SO MANCHER PLANUNG HELFEN

► Bäume sind schön, Bäume sind nützlich, Bäume bedeuten Leben, und sie sind in jeder Stadt ein Echo der Natur. Bäume sind aber auch ein ständig wiederkehrendes, häufig strittiges Thema, das mit schier unerschöpflichen Argumenten bei so mancher Planung diskutiert wird. Bei solchen Diskussionen können Fachleute helfen, die mit den Bäumen auf Du und Du stehen und deren statische Kraft und biologische Ausdauer beurteilen und prognostizieren können. Einer von ihnen berichtet im folgenden Beitrag über Wesentliches aus seinem Wissensgebiet, das für so manchen Ingenieur und seine Planung nützlich sein könnte.

EIN SOLCHER BAUM macht einem Baumkontrolleur wohl kaum Sorgen. Aber die vielen Bäume, die in Dorf und Stadt mit Argwohn betrachtet werden, weil sie alt und krumm sind und versagen und Schaden anrichten könnten, die werden von einer wachsenden Zahl von Fachleuten beobachtet, begutachtet, gepflegt und saniert um der Verkehrssicherungspflicht der Besitzer der Bäume genüge zu tun oder eine Planung ein Stückchen sicherer zu machen.

von Bäumen gehen unter Umständen Gefahren aus, abhängig von der Art, dem Alter, dem Zustand und dem Standort. Nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) haftet jeder Besitzer eines Baumes auch für Schäden, die durch diesen entstehen können. Grundsätzlich umfasst diese „Verkehrssicherungspflicht“, neben der regelmäßigen Kontrolle, auch die Ab-

wehr von Gefahren, die von Bäumen ausgehen können.

Ein kurzfristig abgestorbener Baum kann zwar im Sinne der Stand- und Bruchsicherheit noch eine längere Zeit als sicher gelten, ein vitaler Baum aber durchaus nicht mehr verkehrssicher sein (Abb. 1).

Bei einer Verkehrssicherheitskontrolle ist im Regelfall eine in angemessene

nen Abständen vorgenommene Sichtprüfung durch einen Baumfachmann ausreichend, der den Baum hinsichtlich auffälliger Schadenssymptome wie zum Beispiel trockener Äste, äußerer Verletzungen, Insekten-, Pilzbefall, Rissbildungen etc. betrachtet. Neben dem Baum als eigentlichem Prüfobjekt sind auch der Standort und das Baumumfeld mit in die Kontrolle einzubeziehen. Aus diesen Beobachtungen sind die stand- und bruchsicherheitsrelevanten Rückschlüsse sowie gegebenenfalls einzuleitende Pflege- und Sanierungsmaßnahmen zu ziehen.

Beim Visual-Tree-Assessment (einer fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme, kurz VTA genannt), handelt es sich um ein kombiniertes Diagnoseverfahren aus rein visueller Begutachtung sowie gegebenenfalls ergänzenden eingehenden Untersuchungen mittels Diagnose- und Messgeräten, welche Angaben zur Stand- und Bruchsicherheit (= Baumstatik) der Bäume gibt. VTA hat sich seit einigen Jahren sowohl in der Praxis der Baumdiagnostik als auch in der eng damit verbundenen Rechtsprechung durchgesetzt. Das Prinzip des Visual-Tree-Assessment ist es, Defektsymptome, die auf eine Verletzung des Axioms konstanter Spannung hindeuten, zu erkennen und einzuschätzen, nach dem eine optimale Konstruktion überall eine konstante Spannung auf ihrer Oberfläche hat. In diesem Fall sind weder über- noch unterbelastete Bereiche als Soll-

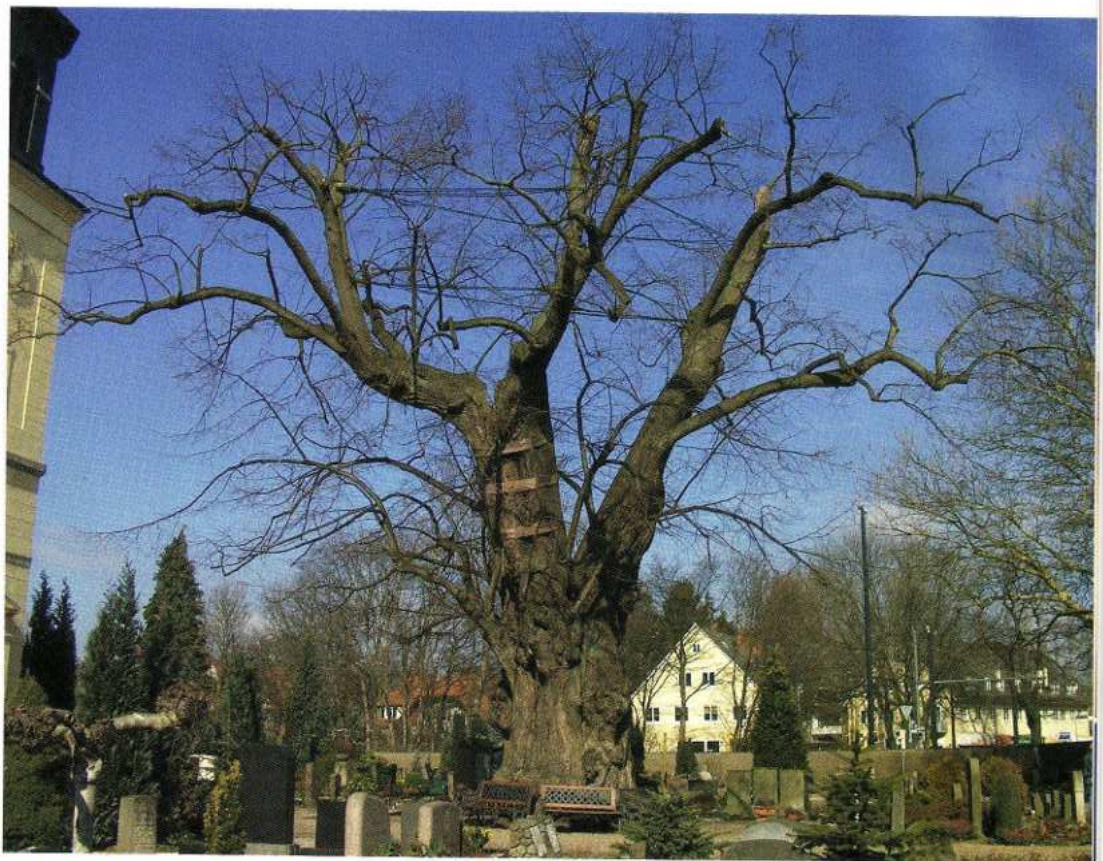


Abb. 1: Baumvitalität und Baumstatik sind zwei verschiedene Dinge. Diese 900 Jahre alte Linde besitzt zwar immer noch eine gute Vitalität, aber eine unzureichende Verkehrssicherheit.

bruchstellen beziehungsweise Materialvergeudung vorhanden. Störungen dieses konstanten Spannungsverlaufes begegnen Bäume mit Materialanbauten wie zum Beispiel durch dickere Jahresringe in den höher belasteten Bereichen, um so wieder dem mechanischen Idealzustand zuzustreben. Wunden oder Verletzungen am Baum stellen in vielerlei Hinsicht ein Aktivitätszentrum dar. Dorthin werden zur Heilung vermehrt Stoffwechselprodukte befördert. Ist die Verletzung oberflächlich, bis zum Holzkörper und nicht zu groß, entstehen am Wundrand Zellwucherungen, die untergeordnetes Callusgewebe liefern. Der langsam wachsende, nach und nach verholzende Wundcallus, dessen Oberfläche durch ein Periderm geschützt ist, also durch pflanzliches Gewebe, dessen äußere Schicht ver-

korkte Zellen bildet, während die innere, nicht verkorkte an Blattgrün reiche Zellen aufbaut, überwallt schließlich die Wunde und kann sie ganz verschließen.

In Abhängigkeit von der Gattung und Art der verletzten Pflanze sowie den äußeren Umständen und dem Alter können sich jedoch die Wundheilungschancen dramatisch verschlechtern. Ebenso können die Disposition der Pflanze und die Aggressivität des Pathogens (z. B. ein Holz zerstörender Pilz) den Ablauf der Wundheilung entscheidend beeinflussen.

**Zwiesel und Gabelungen können bedeutende Defektsymptome sein**

Unter Umständen können bei äußerlich gut verheilten und abgeschotte-

**Andreas Block-Daniel**



Dipl.-Ing. für Gartenbau, Beratender Diplom-Biologe; Inhaber eines Ingenieurbüros für Baumpflege, Baumsanierung, Baumstatik, Baumwertermittlung, Grün- und Freiraumplanung; öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baumpflege, Baumsanierung und Baumstatik, Sachverständiger für Baumwertermittlungen.  
[block-daniel@nord-com.net](mailto:block-daniel@nord-com.net)

Maarice Brill, London      Daniel Libeskind, New York  
 Jonathan Speirs, Edinburgh  
 Prof. Wolf D. Prix, Wien, Los Angeles  
 Giancarlo Piretti, Rom      Siamak Hariri, Toronto  
 Prof. Dr. h.c. Meinhard von Gerkan, Hamburg

Architekturkongress vom 16.-18. März 2005 in Münster  
[www.sft-congress.de](http://www.sft-congress.de)

Sanjeren Renovieren von Industriebrachen      Wohnen und Arbeiten auf Wasser      Licht & Design/Medienfassaden  
 Fassaden - 22. Jahrhunderts





Abb. 2 a: V-förmige Vergabelungen sind statisch schwächer, weil die Rinde an der Vergabelung stärker einwächst, wodurch das Gewebe an Stamm und Ast voneinander getrennt wird und ...

ten Wunden beim Vorhandensein Holz zerstörender Pilze im Innern des Baumes den gesamten Zentralzylinder zersetzen. Der Baum bildet insgesamt Reparaturanbauten und strebt den Ausgleich der lokal höheren Spannungen an. In der Körpersprache der Bäume sind diese Reparaturanbauten als Defektsymptome zu bewerten.

Baumartenspezifische Eigenschaften wie Wuchsverhalten und -leistung, Standortanforderungen und -toleranzen, Porigkeit, Abschottungsvermögen etc. sind hierbei zwingend zu beachten.

Bedeutende Defektsymptome können beispielsweise Zwiesel (Doppelbildung zweier Stämme oder Kronen, die einem gemeinsamen unteren Stammteil entspringen) und Gabelungen im Stamm- und Kronenbereich darstellen. Hier kommt es auf die Form des Zwiesels beziehungsweise der Gabelung an. Es wird unterschieden in Zug- und Druckzwiesel. Während die Zugzwiesel in der Regel

an ihrer U-förmigen Vergabelung zu erkennen sind, sind die Druckzwiesel v-förmig ausgebildet.

U-förmige Vergabelungen stellen hinsichtlich der Verkehrssicherheit normalerweise kein Problem dar, während bei v-förmigen Vergabelungen sich insgesamt eine statisch

schwächere Verbindung ausgebildet. Dies liegt an der hier

martenspezifisch unterschiedlich auftretendes Phänomen bei Zwieseln mit eingewachsener Rinde stellt die Bildung von spitznasigen Rippen dar, die so genannte Ohrenbildung (Abb. 3). Diese Ohren erhöhen die Druckübertragung zwischen den beiden Stämmlingen, zeugen aber gleichzeitig von einer geringen Querkzugbelastung dieses Baumteiles.

Stehen diese Ohren jedoch kaum hervor, so sind wenig eingeschlossene Rinde und viele umfassende Jahresringe mit deutlich geringerem Versagensrisiko bei Querkzug zu erwarten.



Abb. 2 b: ... daher stärkeren Belastungen nicht gewachsen ist. Die Fotos zeigen den Stammzwiesel einer Zeder mit eingewachsener Rinde nach Zwieselbruch durch Querkzugbelastung.

häufig vorkommenden eingewachsenen Rinde zwischen den beiden Stämmlingen beziehungsweise die Gabel bildenden Stark-Äste (Abb. 2 a und Abb. 2 b). Durch die eingewachsene Rinde ist das Gewebe der beiden Stämmlinge/Stark-Äste voneinander getrennt, sodass diese bei stärkerer Belastung zum Beispiel durch Winddruck oder Schneelast eher einreißen oder auseinander brechen können. Ein häufig, allerdings bau-

### Ein Baum kann auf verschiedene Arten versagen

Ein weiteres Phänomen des statischen Versagens von Bäumen lässt sich am Beispiel von Einfaltungen oder Beschädigungen im Wurzel-, Stamm- oder Kronenbereich erklären (Abb. 4).

Wird ein Baum unter dem Aspekt einer mechanischen Konstruktion betrachtet, so kann er auf verschiedene Arten versagen. Ein Geometriefehler der Konstruktion Baum liegt dann vor, wenn zwar noch hochwertiges Material vorhanden ist, aber nicht mehr in ausreichender Menge.

Ein im Stamm hohler Baum kann über lange Jahre zwar noch genügend Restwandstärke aufweisen, um statisch als nicht gefährdet zu gelten; unterschreitet die Restwandstärke an gesundem Holz jedoch einen Faktor von 0,3 des jeweiligen Stammradius an der betreffenden Stelle, so ist mit hoher Sicherheit von einer unzureichenden Bruchsisicherheit auszugehen.

Da der Baum ein lebendes Individuum mit holzphysiologisch unterschiedlichen Abschottungsvermögen

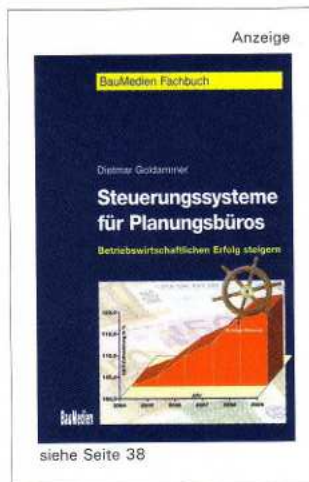




Abb. 3: Die eingewachsene Rinde und die Ohren dieses Stammzwiesels an einer Buche sagen dem Fachmann Einiges über die Fähigkeit dieses Baumes, mit Querszug fertig zu werden.

gegenüber Einfallungen und somit auch der weitergehenden Einfallung ist, ist dieser Restwandstärkemessung eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken (Abb. 5).

Aus der fortschreitenden Einfallung kann sich also ein Geometriefehler der Konstruktion über eine Verringerung des sonst noch gesunden Restholzes einstellen. Die Vitalität des Baumes kann sich bei Vorliegen einer unzureichenden Bruchsicherheit aber dennoch als sehr gut darstellen.

Eine weitere Ursache für das Versagen von Bäumen kann darin liegen, dass zwar die optimale Wuchsform des Baumes nicht gestört ist, aber das Material durch andere Einflüsse wie Weiß- oder Braunfäule zunehmend immer schlechter wird.

► **Es gibt diverse Methoden und Geräte für genaue Analysen**

Liegen solche potenziellen Mängel der in Baumstatik vor, so werden sie durch weitergehende Untersuchungen und Messungen verifiziert und dann abschließend bewertet.

Hierzu werden diverse Untersuchungsgeräte herangezogen.

- Klopfsprobe,
- Resistograph,
- Fraktometer,
- Zuwachsbohrer,
- Schallimpulshammer/Schalltomograph.

Eine einfache, aber Erfahrung voraussetzende Methode der Ermittlung von innen liegenden Höhlungen bezie-

## Die Durchstanzbewehrung mit Sicherheitsfaktor



Die **HALFEN Durchstanzbewehrung HDB** löst Ihr Durchstanzproblem mit Sicherheit: Die Software unterstützt Sie bei der Planung, und Dank der Montagefreundlichkeit halten Sie jeden Termin. Weitere Infos: [www.halfen-deha.com](http://www.halfen-deha.com) oder unter Tel. +49(0) 2173/970-419.





Abb. 4: Stammreifaulung an einer Alteiche mit dem Baumpilz Schwefelporling. Solche Schäden sind häufig eine Ursache für das statische Versagen eines Baumes.

den Bruchwinkel und die Bruchenergie im Bereich der Probeziehung am Baum. Mittels des *Schallimpulshammers* wird die Schallgeschwindigkeit innerhalb des Holzes gemessen. Die Schallgeschwindigkeit ist ein guter Indikator für innen liegende Defekte, Hohlräume, Risse, Nasskerne. Weichhölzer weisen im defektfreien Zustand eine radiale Schallgeschwindigkeit von circa 1000 bis 1200 m/s auf, Harthölzer sogar 1400 bis 1600 m/s. Ausgeprägte Defekte reduzieren die Schallgeschwindigkeit häufig um mehr als 30 Prozent.

hungsweise Fäulnis stellt die *Klopfprobe* mittels eines Gummihammers dar. Hohlräume lassen sich baumarten- und altersspezifisch am unterschiedlichen Klang des Holzes erkennen. Bei Altbäumen mit dicker Borke kommt diese Untersuchungsmethode jedoch schnell an ihre Grenzen.

Der *Resistograph* misst zunächst den Bohrwiderstand der Eindringtiefe einer dünnen Bohrnadel beim Eintritt in das Holz (ähnlich bei Messungen von Bodenverdichtungen mit dem Penetrographen). Nach den neuesten Forschungsergebnissen ist die Höhe des gemessenen Bohrwiderstandes ein Maß für diejenige Arbeit, die für einen radialen Biegebruch aufzubringen ist. Dieser Bohrwiderstand wird auf einem Wachspapierstreifen aufgezeichnet.

Gesundes Holz weist einen hohen Bohrwiderstand auf, faules Holz dagegen einen niedrigen. Leider stellen sich diese in der Theorie klaren Zeichen in der Praxis sehr divergent dar. Der *Fraktometer* ist eine Holzprüfmaschine für eine Bohrkernprobe, die mit dem Zuwachsbohrer entnommen wurde. Er dient insbesondere als „Entscheidungsfinder“, immer dann, wenn Restwandstärken bereits feststehen, der Resistograph keine eindeutigen Ergebnisse bringt. Dann ist der Einsatz eines Fraktometers von großer Bedeutung. Der Fraktometer bestimmt das Bruchbiegemoment,

► Die Prognosen über das mögliche Versagen von Bäumen werden immer genauer

Durch gezielte Forschung und Anwendung dieser Methoden in der Praxis können mittlerweile sehr genaue Prognosen zum Versagen von Bäu-

men gegeben werden. Auch mittelbare und unmittelbare Folgen sind abschätzbar.

Ein in der täglichen Praxis ständig vorkommendes Phänomen stellt der Eingriff in den Wurzelraum zum Beispiel durch Schachtungen und andere Baumaßnahmen mit Verletzungen der Wurzeln dar. Häufig werden große Teile der mechanisch wirksamen Wurzelplatte abgetrennt. So nützt dem Baum die beste Qualität des restlichen Wurzelholzes wenig, wenn die Ausmaße der Wurzelplatte zu sehr gemindert wurden. Eine Reduzierung der Gesamtwurzelmasse um ca. 35 Prozent gilt im Sinne der Baumwertermittlung bereits als wirtschaftlicher Totalschaden. Ebenso ist als unabdingbare Folge von Wurzelverletzungen der Eintritt von Holzschädigenden Holzorganismen in die Wunden mit mittel- bis langfristig einsetzender Wurzelstockfäule anzunehmen. Um Eingriffe in den Wurzelbereich zu minimieren geben sowohl die DIN 18920 („Vegetationstechnik im Landschaftsbau; Schutz von Bäumen und Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen“) als auch die RAS-LP 4 („Richtlinie für die Anlage von Straßen; Teil: Landschaftspflege; Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbe-



Abb. 5: Mit dem Resistographen wird die Restwandstärke eines Baumes gemessen, eines wichtigen Kriteriums für die statische Stärke eines Baumes.

ständen und Tieren bei Baumaßnahmen“) eindeutige Regelungen vor. Beide Werke wurden 1999 beziehungsweise 2002 überarbeitet und aufeinander abgestimmt.

Bezogen auf den Schutz des Wurzelbereiches beim Aushub von Gräben oder Baugruben besagt die RAS-LP 4, dass beim Anlegen einer offenen Baugrube im Wurzelbereich der Abstand zwischen Baugrubenwand und Außenkante des Baumstammes das Vierfache des Stammumfanges in 1 m Höhe, mindestens jedoch 2,5 m Abstand einzuhalten sind. Größere Abstände sind anzustreben. Gemäß DIN 18920 dürfen Gräben, Mulden und Baugruben im Wurzelbereich nicht hergestellt werden. Ist dies im Einzelfall nicht zu vermeiden, darf die Herstellung nur in Handarbeit oder Absaugtechnik erfolgen. Beim Verlegen von Leitungen soll der Wurzelbereich möglichst unterfahren werden.

Bezüglich des Mindestabstandes in Ausnahmefällen sind die gleichen Ansätze wie in der Ras-LP 4 genannt. Leider stellt die auf die Statik des Baumes beziehungsweise die Standsicherheit bezogene Ausnahme von 2,5 m Abstand in der Praxis die Regel dar. Empirische Erhebungen über die statisch wirksame und notwendige Wurzelraumfläche an mehr als 900

Park- und Gartenbäumen zeigen gegenüber den beiden Regelwerken detailliertere Angaben auf.

Bis zu einem Stammradius von circa 42 cm ist der angegebene Wurzellerradius von 2,50 m zur Erhaltung der Standsicherheit ausreichend.

Bei größeren Stammradien - häufig bei Alteichen, -linden und -buchen zu finden, sind für die Einhaltung der Standsicherheit größere Wurzellerradien erforderlich (Abb. 6).

In der Praxis zeigt sich besonders bei der Standsicherheit ein statisches Versagen durch die Minderung der Bodenreibung

durch Regen. Durch die Regeneinwirkung in den Boden wird der ansonsten den Wurzeln ausreichend halt gebende Verbundwerkstoff Wurzel/Erde in seiner Festigkeit gemindert. Durch die Kombination Sturm und Regen fallen mehr Bäume um, als bei Sturm einwirkung allein.

**Manche Schäden kann auch der beste Baumkontrolleur nicht erkennen**

Bäume können jedoch auch durch Überlastung versagen. Dies ist nicht nur durch Orkane bedingt, sondern kann auch durch Resonanzanregung der Krone eintreten. Dies erfolgt durch sich wiederholende leichte Windstöße, die sich genau dann auswirken können, wenn der Baum selbst in Windrichtung schwingen will. Allerdings gibt es auch unsichtbare, versteckte Schäden durch unzureichen-

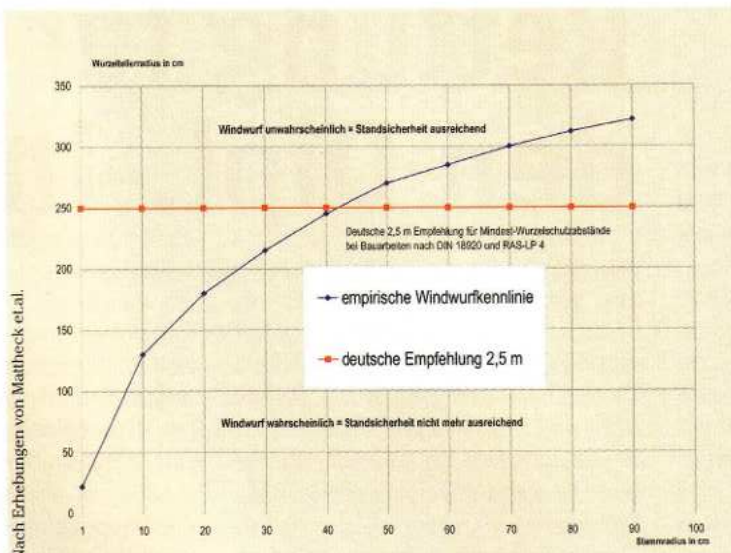


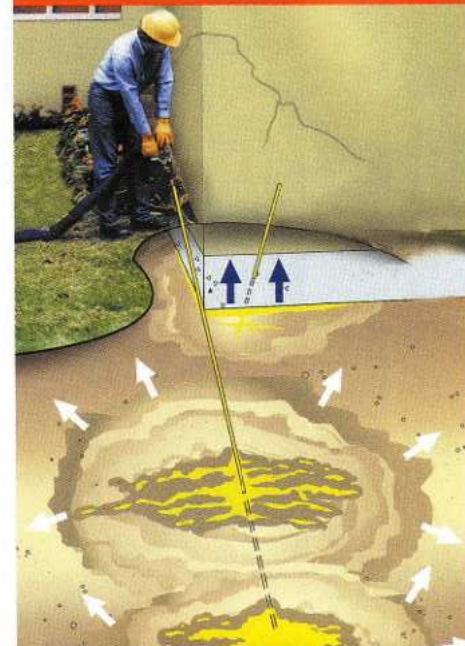
Abb. 6: Diagramm zum Windwurf für Park- und Gartenbäume

den Turgordruck („Saftdruck“) in den Zellen bei lang anhaltenden Hitzeperioden und eine natürliche Versagensrate, die auch der beste Baumkontrolleur nicht vorhersehen kann.

**Literatur:**

DIN 18920 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau; Schutz von Bäumen und Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen“ 2002)  
 RAS-LP 4 („Richtlinie für die Anlage von Straßen; Teil: Landschaftspflege; Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baumaßnahmen“ 1999)  
 ZTV-Baumpflege  
 C. Mattheck/H.-J. Hötzel: Baumkontrolle mit VTA - 2003  
 C. Mattheck/Hege Breloer: Handbuch der Schadenskunde von Bäumen

**INSTABILE FUNDAMENTE?**



**Überzeugen Sie sich von unserer tragfähigen Lösung!**

Den weltweiten Erfolg unserer patentierten Tiefeninjektionstechnik verdanken wir der kontrollierten Expansionskraft des URETEK Zweikomponenten-Spezialharzes.

Die Vorteile:

- Gebäudeschonende Sanierung
- Umweltverträglichkeit
- Kosten- und Zeitersparnis
- Laserkontrollierte Erfolgsmessung
- Schmutz- und Lärmvermeidung

Fordern Sie unsere kostenfreie Broschüre an oder besuchen Sie uns im Internet!



URETEK Deutschland GmbH  
 www.uretek.de • info@uretek.de

**Niederlassung Nord**  
 Wilhelmshavener Str. 35  
 26180 Rastede  
 Telefon 044 02-8690 10

**Niederlassung Süd**  
 Amselweg 12  
 74930 Ittlingen  
 Telefon 072 66-3172