



## Zur Verkehrssicherheit von Bäumen auf Waldparkplätzen

**Dirk Osterloh, Thomas Sinn**

Nicht nur im innerstädtischen Bereich, auch in Erholungsgebieten kommt es auf Parkplätzen hin und wieder zu Schadensfällen durch abbrechende Äste oder umstürzende Bäume. Der Grundstücks- und Baumeigentümer ist dann für den entstandenen Schaden an Kraftfahrzeugen oder gar Personen haftbar, da er gehalten ist, Gefährdungen Dritter durch die in seinem Eigentum stehenden Bäume nach Möglichkeit zu verhindern. Außer einer visuellen Kontrolle auf sichtbare Schädigungen kann eine weiterführende meßtechnische Verkehrssicherheitsüberprüfung erforderlich werden.

Eine schuldhafte Verletzung der Verkehrssicherungspflicht liegt vor, wenn Anzeichen übersehen, verkannt oder mißachtet wurden, die auf eine besondere Gefahrenlage hindeuten.

Im Rahmen von Baumkontrollen ist daher auf solche Anzeichen zu achten, die sich z.B. im Kronenzustand, bedeutsamen Schadstellen am Holzkörper, dem Baumstandort, dem statischen Aufbau des Baumes usw. äußern können.

Ergeben sich bei der visuellen Kontrolle solche Hinweise auf eine besondere Gefahrenlage, ist es erforderlich, eine weitergehende Untersuchung zu veranlassen (OTTO, 1993).

Die Arbeitsstelle für Baumstatik (AfB) untersuchte dazu im Auftrag eines Straßenbauamtes 33 Buchen-Alt bäume auf einem Wanderparkplatz im hessischen Bergland auf ihre Standsicherheit, nachdem an der Südwestseite des stark frequentierten Parkplatzes einige Bäume mit intaktem Wurzelsystem umgestürzt waren. Zudem war ein straßenseitiger Baum aufgrund von Wurzelschäden (abgefaltete Wurzeln) umgestürzt.

Bei dem Baumbestand handelt es sich um ein 100 bis 120-jähriges lückiges Buchenaltholz.

Die Randbäume zur Straße gleichen in ihrem Wuchsbild Bestandsbäumen. An der Südwestseite stehen Buchen, die durch Sturmwürfe auf den umliegenden Flächen zur Hauptwindrichtung freigestellt wurden. Sie weisen ein für Bestandsbäume typisches Wuchsbild mit relativ hohen h/d - Werten auf. Daneben gibt es im Bestandesinnern im Parkplatzbereich in der Nähe eines Kulturdenkmals einige nahezu solitär aufgewachsene Buchen mit geringeren h/d Werten, jedoch gleichen Baumhöhen und größeren Windangriffsflächen.

### **Zum Verfahren:**

An den Untersuchungsbäumen wurden windlastorientierte Zugversuche



zur Standsicherheitsüberprüfung nach der AfB-Methode durchgeführt. Es handelt sich dabei um ein rechnergestütztes Prognoseverfahren. Die Methode beruht auf folgenden Grundlagen: Baumbruch oder Baumsturz geschieht im Regelfall durch Energieeintrag in die Struktur Baum. Die den Bruch- oder Kippvorgang auslösende Energie ist in der Regel die Windlast, das heißt die durch den Wind aufgebrachte Kraft.

Aus ihrer Größe, im Vergleich zum Beispiel mit dem Verankerungsverhalten, das heißt der Nachgiebigkeit und Neigung des Baumes, lassen sich Rückschlüsse auf seine Standsicherheit, also die Sicherheit des Baumes gegen das Ausheben aus seiner Bettung, ziehen. Gesunde Bäume an geeigneten Standorten sind stabiler verankert und haben ein anderes Neigungsverhalten als Bäume mit gestörtem Wurzelfundament, ungünstigen Standortbedingungen und/oder ungünstiger Wuchsform. Bei dem angewendeten Verfahren ergibt sich das Maß der Standsicherheit aus der Steigung der Kraft-Neigungskurve.

Im ersten Arbeitsschritt werden dazu die individuellen Windlasten der Untersuchungsbäume festgestellt. Dazu werden die Baumdimensionen (Höhe, BHD) und die Standortverhältnisse ermittelt. Dies geschieht durch metrische Messung, empirische Bestimmung aerodynamischer Faktoren auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen (siehe Tab. 1) und Polaroidaufnahme des Baumes, das heißt der windgetroffenen Fläche. Die Windlastermittlung erfolgt an Ort und Stelle über Elektronische Datenverarbeitung. Die relevanten Baumdaten werden direkt und die Baumfotografie mittels Graphiktablett in einen Rechner (Laptop oder Notebook) eingegeben. Das Verfahren ist beispielhaft an einer der Buchen dargestellt.

Abb. 2 Windlastermittlung für Baum-Nr. 3

Abb.1 zeigt die graphische Darstellung des digitalisierten Fotos des Baumes, aus dem die Windlast ermittelt wird.

Tab. 1 stellt die Windlasten für den Baum bei den Windstärken 8 bis 12 nach BEAUFORT dar. Grundlagen für Windlastannahmen finden sich in der DIN 1055. Diese wurde für Bäume auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen modifiziert. Der cw-Wert ist der Luftwiderstandsbeiwert. Seine Abnahme bei zunehmender Windgeschwindigkeit erklärt sich durch das flexible Verhalten des Baumes unter Windbelastung. Es werden der Einfluß der Topographie und der Böenbelastung und Dämpfung berücksichtigt. Zusammenfassend ist dies u.a. bei WESSOLLY (1989) und STOEHLER (1992) dargestellt.

Die Standsicherheitsmessung bezieht sich auf die für den jeweiligen Baum individuell ermittelten Lastannahmen bei Windstärke 12 nach BEAUFORT. Bei der Messung wird die Windlast im unteren Windstärkebereich bis maximal Windstärke 8 durch eine



Zugeinrichtung am Baum simuliert. Gezogen wird mittels Greifzug mit definierter Kraft in Lastschritten. Gleichzeitig wird die Bewegung des Baumes mit hochauflösenden (1/1000 Grad) Neigungssensoren, die am Stammfuß angebracht sind, gemessen und aufgezeichnet.

#### Abb. 3 Standsicherheitsmessung von Baum-Nr. 3

Die Meßdaten werden wiederum an Ort und Stelle in den Computer eingegeben, der mittels eines speziellen Statik-Programms das Maß der Standsicherheit, das heißt den Kippmodul in den Windstärkeklassen 8-12, berechnet und aufzeigt. Bei einem Kippmodul von 1 (= 100 %) ist die kritische Windlast erreicht und der Baum nicht mehr standsicher (MÄNNL, 1992). Abb. 2 zeigt die Kraft-Neigungskurven für den Untersuchungsbaum Nr. 3. Die Neigung nimmt bei gleichmäßig zunehmender Zugkraft relativ schnell zu. Ab Windstärke 11 ist bei diesem Baum lt. Prognose ein Kippmodul von 100 % erreicht und die Standsicherheit nicht mehr gegeben (siehe Abb. 3).

Die Bäume werden aufgrund der Meßergebnisse zur besseren Interpretation in Standsicherheitsklassen eingeteilt (siehe Abb. 4)

#### Abb. 4 Kriterienkatalog zur Einteilung in Standsicherheitsklassen

##### ANMERKUNG:

Die Statistik der Standsicherheitsmessungen an 300 Bäumen mit dem aktualisierten Meßverfahren (AfB-Methode) seit 1991 erbrachte bei mehr als 90 % der vermeintlich kippgefährdeten Bäume deren Standsicherheit (G. u. T. SINN, 1992). Andererseits wurden kippgefährdete Bäume eindeutig ermittelt.

Standsicherheitsuntersuchungen werden durch die Arbeitsstelle für Baumstatik (AfB) seit 1981 an bisher mehr als 800 Bäumen, überwiegend im urbanen Bereich, durchgeführt (G. u. T. SINN, 1992).

##### **Zum Ergebnis:**

Der größte Teil der auf dem Wanderparkplatz untersuchten Bäume zeigte bei der Messung eine vergleichsweise steil ansteigende Kraft-Neigungskurve mit einem Kippmodul > 80 - 90 %. Diese Bäume haben keine ausreichende Standsicherheit mehr. Nur 7 Bäume sind lt. Meßergebnis standsicher. Es ist auffällig, daß gerade diese Bäume einen größeren Standraum im Waldinnern zur Verfügung hatten. Durch den Fortfall der kippgefährdeten Buchen werden diese sieben standsicheren Bäume in Zukunft freigestellt. Wie durch erneute Berechnung der veränderten Umgebungsbedingungen für die Freistellungssituation festgestellt wurde, sind dann drei weitere Buchen wegen der erhöhten Windbelastung nicht mehr standsicher.

Die Ursache für die Kippgefährdung fast aller Buchen wird in nachfolgender gutachtlichen Stellungnahme zur Standsicherheit



auszugsweise dargelegt.

**"GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME ZUR  
VERKEHRSSICHERHEIT (STANDSICHERHEIT) VON 33 BUCHEN-  
ALTBÄUMEN**

*Das aufgrund der Messungen festgestellte überwiegend negative Ergebnis (Kippgefahr der meisten Bäume) zu o.g. Objekt wird - ergänzend zum Prüfbericht - wie folgt erläutert:*

*Die meisten der Buchen weisen das typische Wuchsbild von Waldbestandsbäumen auf. Sie sind in Konkurrenz mit den relativ dicht stehenden Nachbarbäumen sehr hoch gewachsen (bis 35 m Baumhöhe). Ihre Kronen sind hoch angesetzt. In Bezug auf die Standsicherheit ist diese Wuchsform äußerst ungünstig, da:*

- \* Der Hebelarm vom Angriffspunkt der Windlast bis zum Wurzelfundament relativ lang ist.*
- \* Die Schwingungsanfälligkeit und die damit verbundene Lasterhöhung sehr hoch ist.*

*Ein Indiz für die große Bedeutung dieser Gegebenheiten sind die Meßergebnisse, mit dem Nachweis der Standsicherheit der mehr oder weniger in diesem Bestand weitständig gewachsenen Bäume trotz deren z.T. größeren Windangriffsfläche und Windlast.*

*Auch spielt die Standortsituation eine bedeutsame Rolle:*

- \* Windexponierter Standort auf einer Bergkuppe.*
- \* Relativ flachgründiger Standort auf der Bergkuppe. An den umgestürzten Buchen auf der Südwest-Seite des Bestandes läßt sich die Ausbildung eines für die Verankerung von Bäumen allgemein ungünstigen Tellerwurzelsystems beobachten.*

*Von entscheidender Bedeutung für die Kippgefahr der meisten Bäume dieses Bestandes ist jedoch folgende Tatsache:*

*Durch Sturmschaden und/oder Baumfällungen auf der Südost-, Süd- und Südwestseite sind die ehemals weitestgehend gedeckt stehenden Bäume freigestellt worden. Hierauf sind die hochgeschossenen Buchen in keiner Weise eingestellt. U.a. sind deshalb einige Buchen an der Südwestseite des Bestandes trotz ihres intakten Wurzelwerkes umgestürzt. Als Randbäume waren sie besonders gefährdet, da sie dem ungebremsten Wind voll ausgesetzt waren. Im Prüfbericht wurde dies bei den noch stehenden Bäumen in Anlehnung an die Grenzschichtgleichung nach DAVENPORT (1963) berücksichtigt.*

*Für die Randbäume wurde ein für exponierte Standorte anzusetzender Standortfaktor in die Windlastannahme einbezogen, während bei den Windlasten der weiter im Bestand stehenden Bäume die Deckung durch die Randbäume berücksichtigt wurde. Dieser die Windlast erhöhende Umstand ist bei der Freistellung dieser Bäume zu berücksichtigen.*



*Ein straßenseitiger Baum des Bestandes ist aufgrund von Wurzelschäden (abgefaulte Wurzeln) umgestürzt. In diesem Bereich liegen offensichtlich auch bei den Nachbarbäumen Wurzelschädigungen und dadurch eine Beeinträchtigung der Standsicherheit vor (im Wurzelstockbereich von Baum-Nr. 31 wurden Pilzfruchtkörper des Weißfäuleerregers *Meripilus giganteus* festgestellt; lediglich Baum-Nr. 30 ist im straßenseitigen Bereich in Bezug auf die Standsicherheit noch vollkommen intakt).*

**Fazit:**

*Der Baumbestand läßt sich unter dem Aspekt der Wahrung der Verkehrssicherheit bis auf 4 Bäume nicht mehr halten. Die Deckung durch die Baumneupflanzungen in südöstlicher und südlicher Richtung auf der anderen Straßenseite wird erst in einigen Jahrzehnten voll wirksam werden. In südwestlicher Richtung sind keine Baumneupflanzungen vorgenommen worden. Solange wird der verbliebene Altbaumbestand auf dem Parkplatz nicht zu halten sein. Zudem ist die Verkehrssicherheit nicht mehr gegeben. Schnittmaßnahmen (Kronensicherungsschnitt nach ZTV-Baumpflege 1992) zur Verminderung der Windlast sind aufgrund der ungünstigen Wuchsform der Bäume nicht sinnvoll."*

Bäume aus geschlossenen Beständen, die durch Schadereignisse wie Sturm oder Käferfraß plötzlich eine Freistellung erfahren, können ihre Standfestigkeit einbüßen. Bäume aus weitem Stand oder solitär aufgewachsene Bäume sind davon weniger betroffen. Diese bekannten Tatsachen werden in waldbaulichen Konzepten berücksichtigt.

Das Risiko von Sach- oder Personenschäden durch umstürzende Bäume kann im Bereich von Straßen, viel besuchten Wanderwegen oder Parkplätzen zum Problem für Waldbesitzer werden. Gerade in Erholungsgebieten kann aus Gründen des Naturschutzes oder der Ästhetik nicht jeder Baum, der unter Umständen gefährlich werden könnte, sofort gefällt werden. Daneben unterliegen einige Bäume als Naturdenkmäler oder als geschützte Landschaftsbestandteile dem besonderen Schutz des Bundesnaturschutzgesetzes. Es ist also beides gefordert, schützenswerte Bäume weitestgehend zu erhalten und gleichzeitig die Sicherheit der Waldbesucher zu gewährleisten.

Die in Stadtgebieten viel erprobte AfB-Methode, ein auf wissenschaftlicher Grundlage entwickeltes Meßverfahren zur Standsicherheitsüberprüfung von Bäumen, bietet hier gerade für landschaftsprägende Bäume eine Möglichkeit, zu einer genaueren Aussage über die Standsicherheit zu gelangen.

Für kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Herrn G. Sinn, der sich seit 1980 im Rahmen seiner Sachverständigentätigkeit und in zahlreichen Veröffentlichungen als Pionier mit der Materie



auseinandergesetzt hat.

#### AUTOREN:

Dipl.-Ing. Dirk Osterloh und Dipl.-Ing. Thomas Sinn, beide Mitarbeiter der Arbeitsstelle für Baumstatik (AfB), Sudetenstrasse 9 und Lärchenstrasse 12, 61118 Bad Vilbel 4

FOTOS (Abb. 1 u. 5) - Bildunterschriften:

Abb. 1

Sofortmaßnahmen bei Gefahr im Verzug: Sperrung des Parkplatzes.

Abb. 5

Neigungsmesser am Stammfuß des Baumes Nr. 31. Zwischen den Wurzelanläufen sind Pilzfruchtkörper des Riesenporlings (*Meripilus giganteus*) ausgebildet.

#### LITERATUR

AMTMANN, RICHARD: Dynamische Windbelastung von Nadelbäumen. Forstliche Forschungsberichte München, aus der Schriftenreihe der forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der bayer. forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Nr. 74 (1986)

ABETZ, PETER: Sturmschäden aus waldwachstumskundlicher Sicht. ALLGEMEINE FORSTZEITSCHRIFT (AFZ), 12 (1991),

BECKMANN, ROBERT: Die Hausschutzhecken im Monschauer Land unter besonderer Berücksichtigung ihrer klimatischen Auswirkungen. Heft 49 aus den "Arbeiten zur rheinischen Landeskunde", Ferdinand Dümmlers Verlag, Bonn (1982)

BNatSchG vom 12.3.87

CHRISTOFFER, JÜRGEN und MONIKA ULBRICHT-EISSING: Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes (1989)

HARTGE, K.H. und H. BOHNE: Zur gegenseitigen Beeinflussung von Baum und Bodengefüge. ALLGEMEINE FORSTZEITSCHRIFT (AFZ), 11 (1985)

HERBIG, ASTRID, GÜNTER SINN und LOTHAR WESSOLLY: Zur Standsicherheit von Bäumen im städtischen Bereich. Mitteilungen des Sonderforschungsbereich 230 - Natürliche Konstruktionen - der



Universitäten Stuttgart und Tübingen, Heft 1 (1988)

Haus der Technik e.V.: Verkehrssicherheit und  
Verkehrssicherungspflicht von Bäumen, Baumstatik.  
Veranstaltungsunterlagen des Seminars im Mai 1993

MÄNNL, UWE: Analyse der Standsicherheit von Bäumen. DAS  
GARTENAMT, 6 (1992)

Normenausschuß im Bauwesen im DIN (Deutsches Institut für  
Normung e.V.): DIN 1055, Teil 4 - Lastannahmen für Bauten.  
Verkehrslasten. Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke  
(1977)

OTTO, FRANZ: Verkehrssicherungspflicht für Straßenbäume. DAS  
GARTENAMT 10/93

ROSEMEIER, G.: Winddruckprobleme bei Bauwerken. Springer-  
Verlag (1976)

SINN, GÜNTER: Berechnungen zur Statik von Parkbäumen. Heft G 4,  
SVK-Verlag, Wilnsdorf (1982)

SINN, GÜNTER: Standsicherheitsuntersuchung von Bäumen. NEUE  
LANDSCHAFT, 29 (1984) Dezember

SINN, GÜNTER: Standraumbedarf und Standsicherheit von  
Straßenbäumen. Band I. SVK-Verlag (1985)

SINN, GÜNTER: Baumstatik und Standsicherheit. GARTEN +  
LANDSCHAFT, 4 (1986)

SINN, GÜNTER und LOTHAR WESSOLLY: Theoretische  
Grundlagen der Baumstatik. DAS GARTENAMT 36 (1987) Dezember

SINN, GÜNTER UND LOTHAR WESSOLLY: Zur sachgerechten  
Beurteilung der Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen. DER  
SACHVERSTÄNDIGE, Heft 4 (1988)

SINN, GÜNTER und LOTHAR WESSOLLY: Baumstatik - zwei neue  
zerstörungsfreie Meßverfahren (Teil 1). DAS GARTENAMT, 38  
(1989) Juli

SINN, GÜNTER: Untersuchungen zur Kippursache von Eichen im  
Riederwald, Frankfurt/Main. Heft LP 25, SVK-Verlag, Erndtebrück  
(1990)

SINN, GÜNTER und UWE MÄNNL: Methodische Verbesserungen  
und neue Meßgeräte zur Standsicherheitsüberprüfung von Bäumen.



DAS GARTENAMT 39, (1990) September

SINN, GÜNTER: Optische und Lasermessung der Standsicherheit von Bäumen. NEUE LANDSCHAFT, 35 (1990) September

SINN, GÜNTER UND THOMAS SINN: Voruntersuchung der Standsicherheit von Alleebäumen und Ursachenermittlung der Kippgefährdung. DAS GARTENAMT, 40 (1991) Oktober

SINN, GÜNTER: Messmethoden zur Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen. DAS GARTENAMT, 40 (1991) Oktober

SINN, GÜNTER und THOMAS SINN: Kippversuche an Bäumen. DAS GARTENAMT, 40 (1991) November

SINN, GÜNTER und THOMAS SINN : Weitere Kippversuche an Bäumen. DAS GARTENAMT, 40 (1991) Dezember

SINN, GÜNTER und THOMAS SINN: Messmethoden zur Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen (Teil III). Statistische Auswertung der Standsicherheitsüberprüfungen an Bäumen und Folgerungen für die Praxis. Selbstverlag der Arbeitsstelle für Baumstatik (AfB), Bad Vilbel (1992)

SINN, THOMAS: Zur Ausbildung des Wurzelwerkes bei Bäumen nach morphologischen Gesichtspunkten und die verschiedenen Einflüsse darauf. Studienarbeit an der Technischen Universität Berlin, Fachbereich 14, Institut für Ökologie, Fachgebiet Botanik (1987)

STOEHREL, HANS PETER: Zur Windlast an Bäumen. Seminar "Verkehrssicherheit von Bäumen", Veranstalter: Haus der Technik, Essen (1992)

WESSOLLY, LOTHAR: Belastungen des Baumes durch den Wind. 11. Bad Godesberger Gehölzseminar, Tagungsband (1989)

WESSOLLY, LOTHAR: Baumstatische Analyse der Orkanshäden 1990. 14. Bad Godesberger Gehölzseminar, Tagungsband (1991)

ZTV-Baumpflege: Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für Baumpflege und Baumsanierung. Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung/Landschaftsbau (FLL), Bonn, 1992