



Bohrverfahren

Bruchsicherheit von Bäumen verschieden beurteilt

Günter Sinn und Thomas Sinn

(veröffentlicht in STADT UND GRÜN 7/97)

Im Auftrag der Stadt K. sollten die Stand- und Bruchsicherheit dreier mehr als 100 Jahre alter Ahornbäume, die als Naturdenkmal ausgewiesen sind, mit statikintegrierten Kontrollprüfungen untersucht werden. Im Vorfeld dieser Untersuchungen war die Verkehrssicherheit der Bäume durch den Sachverständigen Z., beauftragt durch die zuständige Untere Naturschutzbehörde, mit der VTA-Methode untersucht worden. Dessen Untersuchungen ergaben Bruchgefahr für alle drei Bäume. Sie sollten gefällt werden. Weil Zweifel an diesem Gutachten aufkamen, beschloß das Stadtparlament von K. fast einhellig, ein weiteres Gutachten zur Verkehrssicherheit der drei stadtbildprägenden Bäume einzuholen.

Nach eingehender visueller Untersuchung durch den zunächst beauftragten zweiten Gutachter B. wurden alle drei Naturdenkmalbäume entgegen der meßtechnischen Untersuchungsergebnisse laut VTA-Methode als bruchstabil beurteilt. Zur weitergehenden Untersuchung wurden vom Gutachter B. meßtechnisch begleitete Zugversuche durch die Arbeitsstelle für Baumstatik empfohlen. Die statikintegrierten, verletzungsfreien Kontrollprüfungen wurden im November 1996 durchgeführt. Es sind die in der ZTV-Baumpflege 1993 genannten AfB-Methode (Neigungsmessung zur Standsicherheitsüberprüfung) und Elastomethode (Dehnungsmessung oder Setz-Dehnungsmessung zur Bruchsicherheitsüberprüfung).

Die Zugversuche wurden in der jeweils ungünstigsten Belastungsrichtung durchgeführt, d.h. in Richtung offener Höhlungen beziehungsweise in Neigungsrichtung oder in Richtung des Kronenüberhangs. Die Untersuchungsergebnisse aus windlastorientierten Zugversuchen stehen den Testergebnissen laut VTA-Methode diametral entgegen.

Feststellungen im Vergleich - Baum-Nr. 1

BAUM-NR. 1

Zu den Baumdimensionen: Baumhöhe = 22,50 m. Stammumfang in 1,30 m Höhe = 3,28 m. Windangriffsfläche = 206 m², Windlastmoment (bezogen auf Windstärke 12 nach Beaufort und den Zustand der vollen Belaubung, ermittelt im Baumstatikprogramm der Arbeitsstelle für Baumstatik) = 419 kNm. Der Baum weist im Stammbereich äußerlich -außer Bohrwunden- keine sichtbaren Defekte auf. Er ist augenscheinlich bruchstabil.

VTA-METHODE (Gutachter Z.):

Eingesetzte Meßgeräte:

- * Resistograph M 300 (Forschungszentrum Karlsruhe, Bohrtiefe bis 30 cm)
- * Fraktometer (Forschungszentrum Karlsruhe)
- * Zuwachsbohrer.

Die Fraktometer- und Resistographenergebnisse zur Bruchsicherheit werden in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben.

Der FT-Wert (Fraktometer-Wert) wird für Ahornbäume laut aktualisierter VTA-



Vergleichstabelle für den grünen, das heißt bruchsicheren Sollbereich, mit 89-120 FE (Fraktometer-Einheiten), für den gelben, das heißt je nach Schiefstand des Stammes beziehungsweise Rückschnittgrad der Krone noch bruchsicheren bis bruchgefährdeten Bereich mit 58-88 FE und für den roten, das heißt auf jeden Fall bruchgefährdeten Bereich mit 27-57 FE angegeben.

Demnach ist Baum-Nr. 1 akut bruchgefährdet. Dagegen sprechen allerdings die Meßergebnisse der zwei Bohrungen mit dem Resistographen (siehe Tabelle 2, eine der Bohrungen in einer "Beule", d.h. Defektsymptom nach VTA, in diesem Fall jedoch biologisch bedingt).

Fazit laut Gutachter Z. für Baum-Nr. 1: "Sehr starker Rückschnitt oder Fällung wegen mangelnder Bruchsicherheit."

ZUGVERSUCHE (durch die Verfasser):

Eingesetzte Meßgeräte:

- * Neigungsmesser (Meßauflösung 1:100 Grad, Universität Stuttgart)
- * Dehnungsmesser (Meßauflösung (1:1000 Millimeter, Universität Stuttgart)
- * Kraftmeßdose (Meßauflösung 1 kg, Fa. Greifzug)
- * Suunto-Baumhöhenmesser und andere.

Zur Standsicherheit (AfB-Methode, Neigungsmessungen):

Der Baum wurde beim Zugversuch bis rund 32 % des Windlastmomentes bei Windstärke 12, berechnet für den Zustand der vollen Belaubung, belastet. Die Neigung des Baumes am Stammfuß in 0,10 m Höhe war beim letzten Lastschritt (= 32 % WLM 12) 0,02 Grad, das heißt der Baum ist hochgradig standsicher.

Zur Bruchsicherheit (Elastomethode, Dehnungsmessungen):

Der geringste Bruchsicherheitswert der Meßreihe aus 11 Setz-Dehnungsmessungen war 3,6-fache Bruchsicherheit in 1,27 m Höhe, d.h. hochgradige Bruchsicherheit des Baumstammes. Demnach sind keine Rückschnittmaßnahmen erforderlich. Aufsatzende: Erklärung der unterschiedlichen Meßergebnisse.

Windlastorientierte Dehnungsmessungen beziehungsweise die Elastomethode nach WESSOLLY wurden inzwischen unter anderem durch Abbruchversuche der Arbeitsstelle für Baumstatik an vorgeschädigten Altbäumen in Feldversuchen abgesichert (Veröffentlichung folgt).

Feststellungen im Vergleich - Baum-Nr. 2

BAUM-NR. 2:

Zu den Baumdimensionen: Baumhöhe = 21,30 m. Stammumfang in 1,30 m Höhe = 3,11 m. Windangriffsfläche = 112 m², Windlastmoment (bezogen auf Windstärke 12 nach Beaufort und den Zustand der vollen Belaubung) = 254 kNm. Der Baum ist sichtbar im Stammfußbereich ausgefault, er ist -an kleinen offenen Höhlungen feststellbar- tiefreichend ausgehöhlt. Der verbliebene Stammantel allerdings ist augenscheinlich intakt. Die Windangriffsfläche ist durch länger zurückliegende Schnittmaßnahmen bereits reduziert.

**VTA-METHODE:**

Resistographenergebnisse: Insgesamt 5 Bohrungen. In 0,30 und 0,40 m Höhe wird eine Restwandstärke von 10 cm bzw. 7,69 % diagnostiziert, danach Naßkern beziehungsweise Splintfäule. In 1,70 m Höhe = Restwandstärke 10 cm bzw. 8,33 %, danach Naßkern. Eine luvseitige Wurzel ist vollholzig.

Fraktometerergebnisse: Insgesamt 3 Bohrungen mit dem Hohlbohrer in 0,30 m Höhe und 3 weitere Bohrungen in 1,70 m Höhe bis in 30 cm Tiefe; 11 Untersuchungen der Bohrkerne im Fraktometer. Die Ergebnisse in 0,30 m Höhe sind 2 x roter, 2 x gelber und 2 x grüner Bereich, in 1,70 m Höhe 3 x roter und 3 x gelber Bereich. Fazit laut Gutachter Z. für Baum-Nr. 2: "Fällung wegen mangelnder Restwandstärke und mangelnder Bruchsicherheit."

ZUGVERSUCHE:

Zur Standsicherheit: Der Baum wurde beim Zugversuch bis rund 30 % des Windlastmomentes bei Windstärke 12, berechnet für den Zustand der vollen Belaubung, belastet. Die Neigung des Baumes am Stammfuß in 0,22 m Höhe war beim letzten Lastschritt (= 30 % WLM 12) 0,02 Grad, das heißt der Baum ist hochgradig standsicher.

Zur Bruchsicherheit: Es wurden insgesamt 13 Messungen in zwei unterschiedliche Belastungsrichtungen zwischen 0,15 m und 2,32 m Höhe durchgeführt. Der geringste Bruchsicherheitswert der Meßreihe wurde an der Stamm-Südseite in 1,00 m Höhe mit 3,6-facher Sicherheit gemessen, das heißt der Stamm ist hochgradig bruchsicher. Demnach sind keine Rückschnittmaßnahmen erforderlich.

Aufsatzende: Erklärung der unterschiedlichen Meßergebnisse.

Feststellungen im Vergleich - Baum-Nr. 3**BAUM-NR. 3**

Zu den Baumdimensionen: Baumhöhe = 19,80 m. Stammumfang in 1,30 m Höhe = 3,77 m. Windangriffsfläche = 123 m², Windlastmoment (bezogen auf Windstärke 12 nach Beaufort und den Zustand der vollen Belaubung) = 252 kNm. Der Baum ist sichtbar im Stammfußbereich ausgefault, er ist -an offenen Höhlungen feststellbar- weitgehend ausgehöhlt. Der verbliebene Stammantel allerdings ist augenscheinlich intakt. Die Windangriffsfläche ist durch länger zurückliegende Schnittmaßnahmen bereits reduziert.

VTA-METHODE:

Resistographenergebnisse: Insgesamt 2 Bohrungen. In 0,30 m Höhe wird eine Restwandstärke von 15 cm bzw. 10,71 % diagnostiziert, in 1,70 m Höhe = Restwandstärke 23 cm bzw. 16,43 %.

Fraktometerergebnisse: Insgesamt 1 Bohrung mit dem Hohlbohrer in 0,30 m Höhe bis in 30 cm Tiefe und eine weitere Bohrung ohne Höhenangabe; 5 Untersuchungen der Bohrkerne im Fraktometer. Die Ergebnisse sind 1 x roter und 4 x grüner Bereich.

Fazit laut Gutachter Z. für Baum-Nr. 3: "Fällung wegen mangelnder Restwandstärke."

ZUGVERSUCHE:

Zur Standsicherheit: Der Baum wurde beim Zugversuch bis rund 24 % des Windlastmomentes bei Windstärke 12, berechnet für den Zustand der vollen Belaubung,



belastet. Die Neigung des Baumes am Stammfuß in 0,08 m Höhe war beim letzten Lastschritt (= 24 % WLM 12) 0,01 Grad, das heißt der Baum ist hochgradig standsicher.

Zur Bruchsicherheit: Es wurden insgesamt 16 Messungen in zwei unterschiedliche Belastungsrichtungen zwischen 0,12 m und 2,20 m Höhe durchgeführt. Der geringste Bruchsicherheitswert der Meßreihe wurde an der Stamm-Südwestseite in 0,68 m Höhe mit 3,4-facher Sicherheit gemessen, das heißt der Stamm ist hochgradig bruchsicher. Demnach sind keine Rückschnittmaßnahmen erforderlich.

Erklärung der unterschiedlichen Meßergebnisse

Die kontroversen Meßergebnisse der Elastomethode sowie der VTA-Methode zur Bruchsicherheitsüberprüfung der drei Ahornbäume in K. ergeben sich durch die unterschiedlichen methodischen Ansätze und die jeweilige Aussagekraft der eingesetzten Untersuchungsverfahren.

Die **Elastomethode** beruht auf folgenden Grundlagen:

1. Es werden die Materialeigenschaften des betreffenden Baumes, im vorliegenden Fall der Biegeelastizitätsmodul und die Druckfestigkeit, berücksichtigt. Diese wurden aus Holzproben von frisch gefällten Bäumen ermittelt (sogenannter Stuttgarter Festigkeitskatalog).
2. Durch Vor-Ortmessung wird das jeweilige Widerstandsmoment berücksichtigt, das heißt die Querschnittsdimension und -form des zu untersuchenden Baumteils an der Meßstelle und in Belastungsrichtung.
3. Berücksichtigung der von außen auf das System Baum einwirkenden Last (= Windlast), nach DIN 1055, modifiziert für Bäume. ANMERKUNG: Wegen Unwägbarkeiten, insbesondere wegen Streuungen bei den aus Laborwerten gewonnenen Materialeigenschaften, ist bei der Elastomethode jeweils ein 1,5-facher Sicherheitsabstand zu berücksichtigen. Die Baumstabilität wird experimentell durch Zugversuche überprüft.

Die **VTA-Methode** beruht auf folgenden Grundlagen:

1. Die Qualität des Materials wird am jeweiligen Baum aus 8 mm dicken, gestörten Holzproben ermittelt und in Bezug zu Vergleichswerten gesetzt. Kritik seitens der Autoren: Diese Vorgehensweise entspricht nicht den Anforderungen an Materialprüfungen von Holz. Zum Beispiel werden die insbesondere in Bezug auf die Inhomogenität des Holzes erforderlichen Mindestprobengrößen deutlich unterschritten. Nach G. LESNINO und P. GLOS in ALLGEMEINE FORST ZEITSCHRIFT (AFZ) 8/94 können bei dieser Vorgehensweise keine zuverlässigen Feststellungen zu Materialeigenschaften von Bäumen getroffen werden.
2. Die Querschnittsdimension und -form, die das Widerstandsmoment des zu untersuchenden Baumteils an der Meßstelle und in Belastungsrichtung bestimmen, werden nicht berücksichtigt. Dafür werden punktuelle Wanddickemessungen durchgeführt. Aufgrund der Felduntersuchungen, die als Bruchgrenze Wanddicken von 1/3 des Stammradius ergeben haben, erfolgt zusammen mit den oben genannten Materialprüfungen die Einstufung in sichere und unsichere Bäume.
3. Die VTA-Methode stützt sich auf ein Axiom konstanter Spannung und auf Felduntersuchungen von Bäumen, zumeist Waldbäumen (Windbruch von Fichten), die mit unbekannter Bruchenergie (Windkraft) zerstört wurden. Kritik seitens der Autoren: Die individuelle Windlast (Bruchkraft) bei Windstärke 12 nach BEAUFORT wird nicht berücksichtigt, wie in der Statik technischer Bauwerke und in der Baumstatik erforderlich.



Für die Verkehrssicherheit eines Baumes (wie auch technischer Bauwerke) kann jedoch nicht eine Bruchkraft unbekannter Dimension zugrunde gelegt werden, sondern es muß die Kraft in Betracht gezogen werden, die der Wind bei Windstärke 12 nach BEAUFORT, in Abhängigkeit von der Baumhöhe, der Segelfläche der Krone, den Standortbedingungen, der Böigkeit des Windes, der Schwingung des Baumes usw. auf das System ausübt. Bau- und baumstatische Berechnungen stützen sich auf diese Vorgaben.

Fazit:

Im vorliegenden Fall bleibt abzuwarten, welche Prognose zutrifft. Die Ahornbäume werden aufgrund der Untersuchungen durch die Arbeitsstelle für Baumstatik nicht gefällt. Ein Baumbruch laut VTA-Untersuchung ist nach Analyse der Belastungssituation bis Windstärke 12 (Orkan) in absehbarer Zeit nicht zu befürchten. Anmerkung: Die Bäume stehen noch heute.