

Kronensicherung in der neuen ZTV-Baumpflege 2006

Von Lothar Wessolly, Stuttgart

Die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege – ZTV-Baumpflege“ sind gedruckt [1]. Die wichtigsten Neuerungen gegenüber der Ausgabe 2001 betreffen die Kronensicherung. Hierzu wurden in den vergangenen 15 Jahren mehrere verletzungsfreie Ausführungen entwickelt. Denn die Verwendung von Kronensicherungen hat gegenüber dem Sicherungsschnitt in der Krone häufig biologische und ästhetische Vorteile. Beides wird im neuen Regelwerk umfangreich gegenübergestellt.

Eine Kronensicherung ist nicht nur die Verbindung zweier Punkte mit einem Strick. Als Sicherheitseinrichtung spielt die Haftungsfrage eine wesentliche Rolle. Deshalb wurden auch eine Mindesteinsatzdauer festgelegt und auf die Verantwortung der Hersteller bezüglich der Bruchfestigkeiten während der Einsatzdauer hingewiesen.

Die langjährige Erfahrung, der weltweite „Feldversuch“ und die wissenschaftliche Begründung erlauben jetzt eine differenzierte Betrachtung dieser Baumpflegetechnik. Im Regelwerk spiegelt sich der Stand der Technik.

Bei der Kronensicherung werden nun drei verschiedene Sicherungsfunktionen unterschieden, denen eins gemeinsam ist: Kräfte werden nach Möglichkeit minimiert. Das spart Tragkraft und somit Geld. Im Windlastschwerpunkt der Krone sind die Kräfte noch nicht durch Hebel verstärkt und somit am geringsten. Wie Windlastanalysen [2] gezeigt haben, kommt man mit Anbringung der Kronensicherungen in 2/3 Stämmelhöhe sehr nahe an den Windlastschwerpunkt. Wenn man ein Aufschaukeln dynamischer, schwingungswilliger Kronen schon in der Entstehungsphase unterdrückt, benötigt man die geringsten Haltekräfte. Das probate Mittel ist die dynamische Bruchsicherung. Ist jedoch ein V-Zwiesel z.B. angerissen, muss jede Bewegung nach Möglichkeit unterbunden werden. Es wird eine statische Bruchsicherung eingebaut. Exorbitant hohe Kräfte entstehen dann, wenn etwas herabstürzt und der Sturz aufgefangen werden muss. D.h. man darf ein

Baumteil erst gar nicht stürzen lassen. Denn beim Herabfallen entstehen Kräfte, die das 25-fache des Astgewichtes ausmachen können [3]. Selbst wenn die Technik in der Lage wäre, Seile mit ausreichender Tragkraft anzubieten, fehlte die Tragfähigkeit des verankernden Kronenteils. Es würde mit herabgerissen werden. Als Fazit ergibt sich, dass die Installation einer Auffangsicherung im Baum nicht möglich ist. Gleichwohl kann man die Kronensicherung so ausführen, dass nichts zu Boden stürzt. Man verwirklicht eine Tragsicherung.

Bruchsicherungen werden mehr oder weniger horizontal eingebaut, Trag/Haltesicherungen möglichst steil nach unten. Die dynamische Bruchsicherung ist die Regel, sie lässt die Baumbewegung bei leichten Winden zu und dämpft heftige Bewegungen weit ab. Die statische ist anzuwenden, wenn Baumteile ruhig gestellt werden müssen z. B. bei angerissenen V-Zwieseln. Die Tragsicherung wird dann eingebaut, wenn infolge der Kronenarchitektur nicht alle kritischen Windlast-Richtungen abgesichert werden können, damit auf jeden Fall der Raum unter dem Baum gesichert bleibt. Auch eine Kombination der Sicherungsarten ist u.U. angebracht.

Bruchsicherungen

Die dynamische Bruchsicherung

Baumkronen sind je nach Art mehr oder weniger schwingungsfähig und – willig. Das hilft einerseits dem Baum, hohen Windkräften auszuweichen oder Böen auszuweichen. Andererseits fördert es den Wachstumsreiz, mit dessen Hilfe der Baum Schwachstellen kompensieren kann [4]. Aber keine Medizin ist ohne Nebenwir-

kungen: Durch die Schwingungswilligkeit besteht die Gefahr, dass sich Kronenteile in ihrer Eigenfrequenz aufschaukeln. [5, 6]. Mit Eigenfrequenz bezeichnet man das Schaukelprinzip: in gleichem Rhythmus eingeleitete Kräfte summieren sich zu immer größeren Auslenkungen, die im Extremfall zum Versagen führen. Diese Gefahr ist dann erhöht, wenn die aerodynamische Dämpfung in laublosem Zustand nicht gegeben ist. Unglücklicherweise stimmt dieser Baumzustand in unseren Breiten auch mit der Sturmhäufigkeit (Herbst- und Winterstürme) überein.

Die dynamische Bruchsicherung erfüllt das o.g. Prinzip, hohe Kräfte erst gar nicht entstehen zu lassen. Durch Begrenzung des sturminduzierten Aufschaukelns wird die Aufsummierung der in der Krone wirksamen Kräfte schon in der Entstehung dämpfend unterbunden. Die Resonanzkatastrophe wird verhindert [7]. Zur Verhinderung des Aufschaukelns bedarf es keiner hohen Tragfähigkeiten der Sicherung.

Da einige dynamische Sicherungssysteme schon seit mehr als 15 Jahre eingebaut. Das liefert die Felderfahrung für die Bemessung und erreicht damit den Stand der Technik. Von dem unter dem EU-Patent 0623277 des Verfassers gefertigten Kronensicherungen sind bis Mitte 2005 vom 2 to System 200 000 und vom 4 to - System 40 000 Kronensicherungen in den Bäumen montiert [4].

Statistisch-mathematische Überlegungen

Zur wissenschaftlichen Absicherung der Felderfahrung werden in der Folge Überlegungen aus 3 physikalischen voneinander unabhängigen Blickwinkeln angestellt. Sie machen die Ergebnisse der Felderfahrung theoretisch nachvollziehbar. Zugang dafür ist die ingenieurwissenschaftliche Analyse von Extremwerten der auftretenden Kräfte und deren Entstehung. Aber es bleibt festzuhalten, ein theoretischer Ansatz kann die Felderfahrung nicht aushebeln. Mit der theoretischen Nachvollziehbarkeit wird die Felderfahrung verständlich: Wir haben hier verzichtet, den Leser mit Formeln abzuschrecken und nur die Ergebnisse graphisch dargestellt. Die zugehörigen Formeln sind an anderer Stelle nachvollziehbar aufgeführt [6].

Dr. Ing. L. Wessolly, ist ö.b.v. Sachverständiger für Baumpflege – Standsicherheit von Bäumen – Gehölzwurtermittlung. Er hat im FLL-Regelwerksausschuss an der Neuerung der ZTV-Baumpflege 2006 mitgearbeitet.

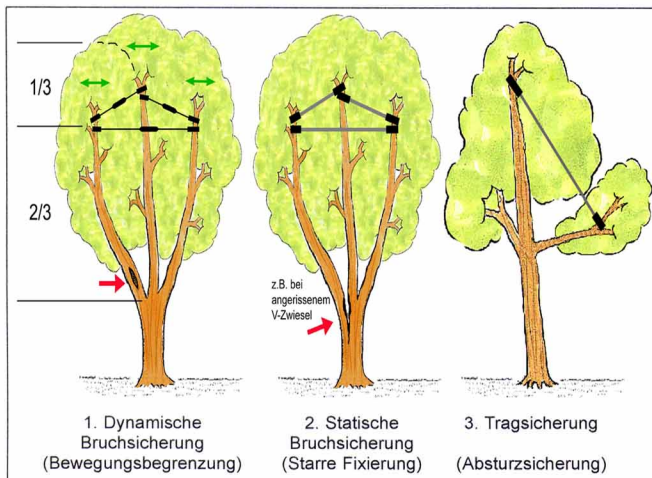


Abb. 1: Die 3 Kronensicherungsarten nach der neuen ZTV - Baumpflege 2006 – Kombinationen untereinander sind natürlich möglich

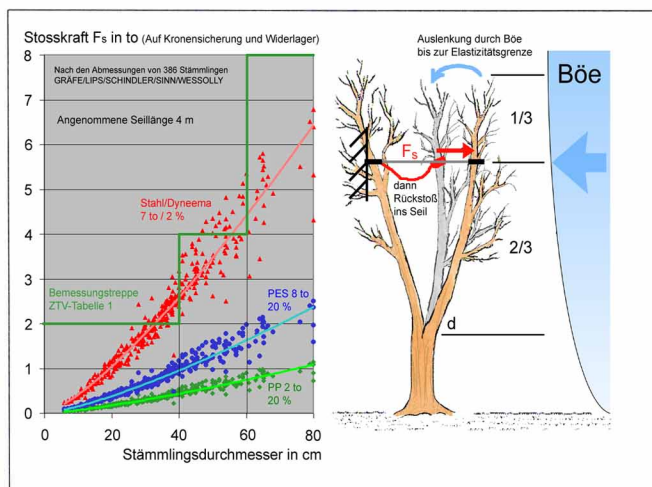


Abb. 2: Erzeugte Stosskraft im Ankerpunkt (2/3-Höhe) in Abhängigkeit der Seilsteifigkeit: Je tragfähiger und damit unnachgiebiger ein Seil ist, umso höher ist die vom Seil selbst erzeugte Belastung von Seil und Ankerpunkt. Seile mit einer geringen Tragfähigkeit sind automatisch weicher, wodurch sich die Belastung reduziert. (Seillänge 4 m)

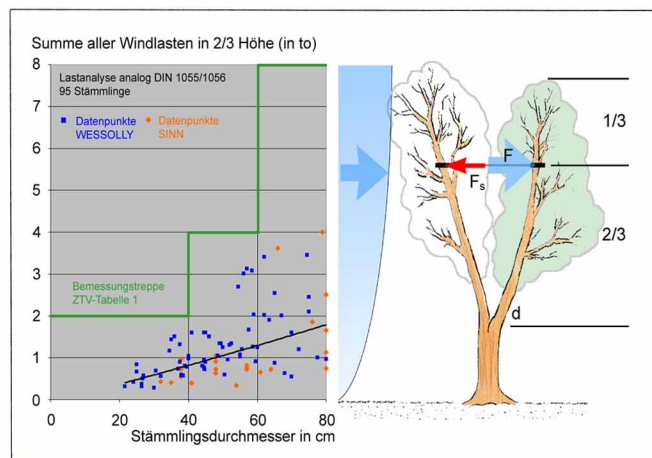


Abb. 3: Benötigte Haltekräfte im Ankerpunkt (2/3-Höhe) für die Kronensicherung, bei voller Aufnahme der Windlast nach Lastanalyse [2], analog DIN 1055/1056 [10].

1. rechnerischer Bemessungsansatz: der Stoß

Nach gängiger Volksmeinung muss man nur mehr oder stärkeres Material verwenden, um ein Tragsystem sicherer zu machen. Richtig ist dieser Ansatz bei statischen Systemen, nicht jedoch bei dynamischen. Eine Überdimensionierung kann hier sogar schaden: Man denke nur an ein zu gewichtiges Flugzeug. Auch bei der lebensrettenden Knautschzone bei Kraftfahrzeugen wird eine weiche Auslegung angestrebt. In Abb. 2 ist die Auswirkung von steifen und weichen Tragelementen dargestellt: Je höher die Tragkraft des Seiles, um so heftiger wird der Stoß, den Sicherung und Baumteile aushalten müssen. Die hier gezeigte Extremwertberechnung geht von der Annahme aus, dass ein Stämmling durch eine Windböe bis zur Elastizitätsgrenze (maximal elastisch aufnehmbare Verformung) auf seinen Nachbarn gebeugt wird. Nach Ende der Böe schwingt er ungedämpft in das Bruchsicherungssystem zurück. Dieses muss dabei die durch die Böe eingeleitete Verformungsenergie des Stämmlings voll aufnehmen. Energieumwandlung folgt dem Gesetz: Energie ist Kraft mal Weg. Ist der Verformungsweg wegen des zu starken Seiles klein, steigt automatisch die auftretende Kraft. Wie man sieht, bleibt die Stossbelastung bei der Verwendung von Kunststoffseilen weit unter den in Tabelle 1 der neuen ZTV Baumpflege vorgeschlagenen Werten. Würden Stahlseile oder Dyneema eingebaut, stiege dagegen die Belastung der Krone und der Verankerung deutlich an und läge oberhalb der Bemessung. Man kennt das als Karate-Effekt bei stoßartiger Belastung. Bei diesen Rechenansätzen ist der Ankerpunkt selbst als unnachgiebig (was er nicht ist) angenommen. Bei Berücksichtigung der Nachgiebigkeit des Ankerastes würde die Seilbeanspruchung und somit der Tragfähigkeitsbedarf des Systems noch deutlich niedriger ausfallen, als in Abb. 2 dargelegt.

Bei den dynamischen Bruchsicherungen werden zwei Varianten angeboten mit oder ohne Ruckdämpfer. Das dynamische Verhalten unterscheidet sich aber deutlich: Ist nur das Seil nachgiebig, ist der Bremsweg der Schwingung abhängig von der Seillänge: Je weiter die Ankerpunkte voneinander entfernt sind, umso größer der zugelassene Weg. Beispiel: Stehen die Äste 2 m auseinander, ergeben sich bei 10 % Seildehnung 20 cm Weg, bei 8 m Abstand sind das 80 cm. Eigentlich ist nicht einzusehen, weshalb dem engstehenden 20 cm Bewegungsspielraum gegeben wird, dem weiter entfernten stehenden 80 cm. Bei letzterem kann das schon zu viel sein.

Mit eingebautem Ruckdämpfer wird dagegen eine Nachgiebigkeit zur Verfügung gestellt, die unabhängig von der Seillänge ist. Darüber hinaus haben Ruckdämpfer den Vorteil, dass ihre Kennlinie im unteren Lastbereich so weich eingestellt werden kann, dass die Baumteile schon bei leichten sommerlichen Winden schwingen können (Niedriglast-Schwingbreite NLSB). Solche Systeme sind besser geeignet, die Kompensation von Schwachstellen zu unterstützen. DETTER hat zudem gezeigt, dass durch den Ruckdämpfer die Stoßkraft im Seil zusätzlich um 20 % reduziert wird [8].

2. rechnerischer Bemessungsansatz: die Orkanlast

Eine weiterer, von der obigen Überlegung unabhängiger, Ansatz zur Ermittlung des Tragfähigkeitsbedarfs geht über die Analyse der wirksamen Windlast. Dabei werden die Orkankräfte auf Einzelstämmlinge analog der für Strukturen im Bodengrenzschichtprofil des natürlichen Windes gültigen DIN 1055/56 ermittelt. Der Rechenansatz hierzu ist in [9] dargelegt. Hier muss angemerkt werden, dass die Windlastanalyse an einem isoliert betrachteten Kronenteil zu hohe Windlasten ergibt. Denn es wird eine Umströmung des Astes angenommen, die aber durch den schützenden Kronenmantel bis auf wenige Ausnahmen wie z.B. bei der Hybridpappel nicht gegeben ist.

In Wirklichkeit ist die Belastung wesentlich niedriger. Selbst bei Vernachlässigung dieses Minderungseinflusses ergibt sich: Auch mit dieser Analyse liegen die Kräfte der Bemessungstrep-

pe unterhalb der in Tab. 1 aufgenommenen Bruchsicherheitswerte.

Die statische Bruchsicherung

3. rechnerischer Bemessungsansatz: gleiche Belastbarkeit

Der dritte und letzte theoretische Ansatz zur Ermittlung der Seilauslegung folgt dem Prinzip der gleichen Tragfähigkeit von Stämmung und Ersatzsystem Konensicherung. Gültig ist dieser theoretische Ansatz nur für die statische Bruchsicherung [4]. Denn damit soll etwas Angerissenes starr gehalten werden, damit es nicht weiter reißt. Im Idealfall sollte es sogar wieder zusammen wachsen können. Eine stärkere Dimensionierung ist hier nicht kontraproduktiv, so dass hierbei sogar hochleistungsfähiges Dyneema oder Stahlseile zum Einsatz kommen können. Bei diesem Ansatz gibt es auffällige Differenzen zwischen dem Ergebnis des Regelwerkauausschusses und dem von K. SCHRÖDER [11, 12, 13]. Letzterer kommt deshalb zu so hohen Bemessungswerten, weil er die Biegefestigkeitswerte beim Bruch der Stämmung in die Gleichung für die maximale Spannung einsetzt, wir jedoch die im Ingenieurbereich der Bemessung dienende Elastizitätsgrenze.

Darüber hinaus gibt es keine Veranlassung, die natürliche Überdimensionierung eines schwingungswilligen Astes gegenüber der Orkanwindlast durch ein ebenfalls hoch überdimensioniertes Seil nachzuvollziehen. Denn sobald ein Seil eingebaut ist, wird das Aufschwingen bis zum Versagen sowieso schon unterbunden. Es entfällt der hohe Kräftebedarf.

Aber schon die rein statische Betrachtung führt zu folgendem Zusammenhang: Auf Druck ist Holz nur halb so tragfähig wie unter Zug. Im plastischen Bereich, der bei Überschreiten der Elastizitätsgrenze beginnt, kann das Holz bis zum entgültigen Versagen noch höhere Kräfte aufnehmen, bis es auf der Zugseite kollabiert. Das führt dann dazu, dass SCHRÖDER [13] gegenüber dem Ansatz der Elastizitätsgrenze drei mal so stark dimensionieren muss. Als dynamische Bruchsicherung eingesetzt, wäre diese Dimensionierung absolut kontraproduktiv s.o.

Der Ansatz über die Elastizitätsgrenze wird zudem durch die folgende Beobachtung gestützt: Bleibende Verformungen in Baumkronen wurden nur bei geringen Aststärken nicht jedoch bei Querschnitten, die normalerweise eine Kronensicherung erhalten beobachtet [14]. Auch SPATZ schreibt in seinem Aufsatz zu Kronensicherung und Auffangsicherung dazu ... „Es ist deshalb davon auszugehen, dass der gesunde Baum am Standort bei den normalerweise auftretenden mechanischen Belastungen keinen Schaden nimmt“ [7]. Und bleibende Verformungen sind Schäden.

Mit dem Einsetzen der Elastizitätsgrenze in der Bemessung ergeben sich die Werte in Abb. 5. Bei allen Diagrammen lagen Stämmungsdaten einer von GRÄFE bei ROLOFF/WEISS erstellten Diplomarbeit, eigene Messungen und Quellen von SINN und einer unter unserer Betreuung an der FH Nürtingen von LIPS erstellten Diplomarbeit zugrunde [15, 16].

Gleichwohl kann im Gegensatz zur dynamischen bei der statischen Kronensicherung problemlos überdimensioniert werden. Der Einfachheit halber sollen die Bemessungswerte der Tabelle 1 verdoppelt werden. Denn hierfür lassen sich die von Herstellerseite verfügbaren Seiltragfähigkeiten (2, 4 und 8 to) einfach umsetzen. Man wählt einfach für die statische Sicherung gegenüber der dynamischen Sicherung die nächsthöhere Bruchsicherheitsstufe nach Tab. 1.

Trag/Haltesicherung

Bei der Tragsicherung muss in erster Linie das ruhende Eigen-gewicht der Äste berücksichtigt werden. Eventuell sind zusätzlich Eisregen und Schneelasten zu addieren. Durch den vertikalen Einbau tritt die „große“ Fallenergie erst gar nicht auf. Die

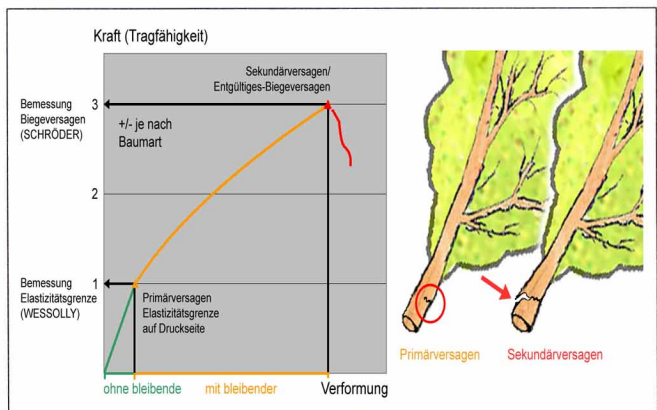


Abb. 4: Elastizitätsgrenze/Biegeversagen grünen Holzes

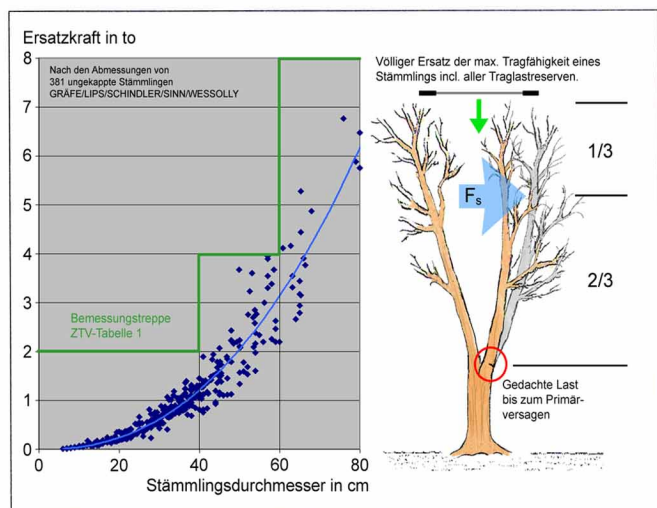


Abb. 5: Kraft F_a die, in 2/3-Höhe des Stämmungs eingeleitet, die Elastizitätsgrenze im Stämmung erzeugt

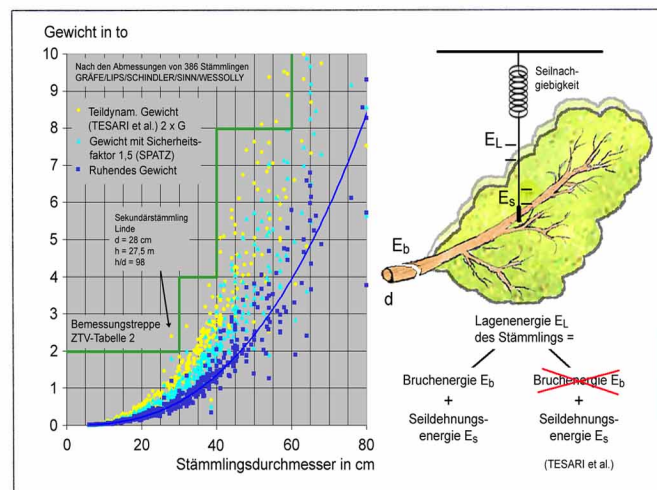


Abb. 6: Ruhende Ast/Stämmungsgewichte (blaue Punkte) n. Formel SPATZ Bemessungsvorschläge SPATZ (türkise Punkte) und TESARI et. al. (gelbe Punkte) [17]. Das ruhende Gewicht hat sich erst nach der Dehnung des Seils eingestellt. Die von der Dehnungsfähigkeit des Seils verursachte Lageenergie teilt sich auf in Bruchenergie und Dehnungsenergie des Seils. TESARI vernachlässigt die Bruchenergie und erhält natürlich bei der Umwandlung der Lageenergie in Seildehnungsenergie das zweifache Gewicht.

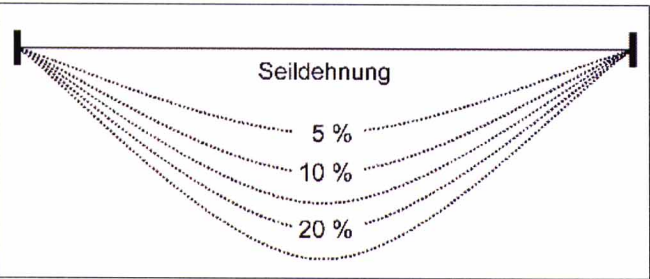


Abb 7: Hier wird sichtbar, dass die bleibende Dehnung eines überbeanspruchten Seiles oder Gurtes durch einen auffälligen Durchhang deutlich sichtbar ist. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei den gängigen Polyesterhohltauen nach einer mehrmaligen Belastung auf 40 % der Bruchlast eine bleibende Dehnung (inclusive Spleiß) von etwa 7 % erfolgt. Ursache ist das Geraderecken des Flechtwerkes.

Stoßlast wird vermieden. Da ein Seil sich jedoch unter der Gewichtslast dehnt, muß physikalisch exakt, diese Dehnlänge als „kleine“ Fallhöhe mit eingerechnet werden. Allerdings fällt ein grüner Ast nicht schlagartig wie ein trockener, sondern die Energie der kleinen Fallhöhe wird beim Brechen der Versagenszone aufgezehrt. Somit ergibt der Ansatz von TESARI [17] gegenüber dem realen Verhalten zu hohe Werte. SPATZ hat einen Vorschlag gemacht, der mit Querschnittsfläche am Astansatz mal Astlänge mal Formfaktor 0,8 das Gewicht ergibt [7].

Mit der in Tabelle 2 vorgeschlagenen Bemessung liegt man somit auf der sicheren Seite, da damit auch ein mögliches Kriechverhalten des Kunststoffseiles unter hoher Last und eventuelle Schnee- oder Eislasten berücksichtigt sind. Auch bei der Tragsicherung kann stärker dimensioniert werden, da das die Funktion unterstützt und nicht entgegenwirkt.

Damit ergeben sich für die Sicherungen der Krone folgende Tabellen:

Tab 1: ZTV Baumpflege 2006 Dynamische Bruchsicherung	
Durchmesser an der Astbasis	System - Bruchlast während der garantierten Funktionszeit
bis 40 cm	2 to
40-60 cm	4 to
60-80 cm	8 to
Statische Sicherung: das 2 fache der Bruchlasten	

Tab 2: Trag/Haltesicherung	
Durchmesser an der Astbasis	Bruchlast während der garantierten Funktionszeit
bis 30 cm	2 to
30-40 cm	4 to
40-60 cm	8 to
60-80 cm	16 to

Die Einteilung in das Raster 2, 4, 8, 16 erlaubt, auch 2 Seile der nächstniedrigen Bemessungsstufe zu verwenden [1].

Einsatzdauer, Kosten und Haftung

1. Kronensicherungen als haftungsrelevante Sicherungseinrichtungen müssen mindestens 8 Jahre im Sinn der ZTV - Baumpflege funktionsfähig sein. Im Sinn der Kostenersparnis wäre je-

doch eine längere garantierte Einsatzdauer wünschenswert.

2. Bruchlast, Dehnungsverhalten, Festigkeitsverlust über die Zeit und die Aufnahme von Dauerlasten, sind vom Hersteller anzugeben.

3. Um sich keinem Haftungsrisiko auszusetzen, ist der Ausführungsbetrieb gefordert, diese Punkte mit dem Lieferanten zu klären. Da Fachhersteller wissen, welche Zeitstandsfestigkeit ihr Seil im Baum besitzt, könnten sie mit höheren Anfangsfestigkeiten starten. Die jährliche Festigkeitsabnahme wären dann mit der garantierten Einsatzdauer zu multiplizieren und von der Anfangsfestigkeit abzuziehen. Das Ergebnis müsste oberhalb der Werte von Tabelle 1 liegen [1].

Baumkontrolle

Die Kronensicherung endet nicht mit dem Abschluss des Einbau eines Systems. Ihre Überprüfung muss in die turnusmäßige Baumkontrolle nach FLL – Baumkontrollrichtlinie 2004 einbezogen werden. Da man das Tragvermögen von Kunststoffseilen nicht von außen ablesen kann, Kontrollfäden oder spezielle Kontrollaschen ebenfalls einem Alterungsprozess unterworfen sind, ist die Kontrolle nur mit der Feststellung des Einbauzeitpunktes möglich (siehe hierzu vorhergehender Absatz, über Auskunftspflicht der Hersteller).

Das bedeutet, dass die Dokumentation des Einbauzeitpunktes durch eine allgemeingültige TÜV-ähnliche, jährlich wechselnde Farbkennung fast unverzichtbar ist. Hier können farbbeständige Jahrescheiben, Ringe oder Bänder hilfreich sein.

Zweites wichtiges Indiz ist die Kontrolle des Durchhanges. Hängt ein Seil verdächtig durch, kann es zu einer Überlast gekommen sein, die das Seil bleibend gedehnt hat. Denn für einen deutlichen Durchhang genügen nur wenige Dehnprozente.

Die ZTV Baumpflege ist in erster Linie ein Regelwerk. Mit der Beschreibung des Standes der Technik dient sie dennoch gleichzeitig der Schulung ihrer Anwender. Das gilt bei dieser Ausgabe insbesondere für den Bereich Kronensicherung. Hier wurde gegenüber der klassischen Baumpflege ein erheblicher Aufklärungsbedarf festgestellt und dem entsprechend mit längeren Erläuterungen Rechnung getragen.

Literaturhinweise

[1] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. (2006): „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege – ZTV-Baumpflege“. [2] SINN, G und Th.; WESSOLLY, L. (2005): Sicherungen gut ansetzen, unveröffentlichte Analyse. [3] WESSOLLY, L. (2002): Bemessung von Kronensicherungen, Stadt und Grün 7/2002. [4] WESSOLLY, L.; ERB, M. (1998): Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle. [5] PFISTERER, J.; SPATZ, CHR.; WESSOLLY, L. (2005): Besprechungsprotokoll vom 17.1.05 in Baden-Baden. [6] WESSOLLY, L. (2005): Neue ZTV Baumpflege – Kronensicherung, pro baum 4/2005. [7] SPATZ, C. (2003): Kronensicherung und Auffangsicherung, ein Kommentar zur ZTV Baumpflege, Stadt und Grün 6/2003. [8] DETTER, A. (2003): Dynamische Eigenschaften von Kronensicherungen, NEUE LANDSCHAFT 9/2003. [9] SINN, G., T. (2005): Auswahlkriterien und Bemessung textiler Kronensicherungen, pro Baum 2/2005. [10] NIEMANN, H. J. (2002): Anwendungsbereich und Hintergrund der neuen DIN 1055, Teil 4, Der Prüflingenieur. [11] SCHRÖDER, K. (2003): Zur Sicherung ausbruchgefährdeter Baumkronen, AFZ-DerWald 2/2003. [12] SCHRÖDER, K. (2004): Eingabe in den Regelwerksausschuss. [13] SCHRÖDER, K. (2004): Kronensicherung zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden. Zur Dimensionierung von Kronensicherungen, AFZ-DerWald 20/2004. [14] ROLOFF, A. (2004): Bäume – Phänomene der Anpassung und Optimierung. [15] GRÄFE, S. (2004): Vergleichende Untersuchung von gekappten und nicht gekappten Linden mithilfe visueller Kontrolle und Untersuchungen mit dem Picus Schalltomograph, Diplomarbeit Universität Dresden, Betreuer WEISS, H. ROLOFF, A. [16] LIPS, M. (2005): Gewichte von Kronenteilen – Eine Untersuchung zur Kronensicherung, Diplomarbeit FH Nürtingen, Betreuer WESSOLLY, L. [17] TESARI, I.; MUNZINGER, M.; MATTHECK, C. (2003): Untersuchungen zu Kronensicherungssystemen, TB VTA-Seminar 2003

Weiterführende Literatur:

DAVENPORT, A. G. (1965): The Relationship of Wind Structure to Wind Loading, Wind effects of Building and structures HMSO London. DUBBEL, H. (1981): Taschenbuch für den Maschinenbau. HÖFFER, R.; NIEMANN, H. J.; HÖLSCHER, N.; HUBERT, W. (2005): Sturmsicherheit: Den Spielraum immer wieder ausloten, Rubin 2/2005. PFISTERER, J. (2005): Geänderte Kronensicherung, Baumzeitung 2/2005. WESSOLLY, L. (1983): Vorgespannte Seilnetztragwerke – Zur Sicherheit gegen Weiterreißen. Dissertation Universität Stuttgart. WESSOLLY, L. (2001): Neuerungen bei der Kronensicherung, bi Galabau 12/2001. WESSOLLY, L. (2006): Die Kronensicherung in der ZTV Baumpflege 2006, Kletterblatt 2006. WESSOLLY, L. (2006): Kronensicherung in der ZTV 2006, biGalabau 1+2/2006. ZURANSKI, J. (1972): Windbelastung von Bauwerken und Konstruktionen.

ZTV-Baumpflege 2006

Die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege ZTV- Baumpflege 2006" liegen vor. Der Schwerpunkt der Überarbeitung lag bei der Kronensicherung. Für 18,- € ist die Broschüre bei der FLL erhältlich. Hinzu kommen 3,75 € Versandkosten. Erstmals wird die Broschüre auch als englische Version angeboten. Sie lehnt sich direkt an die überarbeitete deutsche Version an und ist ab Ende April ebenfalls für 18,- € als Broschüre oder als Download zu beziehen.

Bezug: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Colmantstr. 32, 53115 Bonn, Tel.: 0228/690028, Fax: 0228/690029, E-mail: info@fll.de, Internet: www.fll.de



arboa e.K. tree safety ▫ Dornhaldenstraße 5
D-70199 Stuttgart ▫ Tel. 0711 / 6 74 43 62
Fax 0711 / 6 74 43 63 ▫ boa@arboa.com
www.arboa.com