

Wessolly, L.: Baumstatik-Baumdynamik: Dynamische Kronensicherung

Technische Systeme sollten kritisch hinterfragt und weiterentwickelt werden. Insofern ist der Aufsatz von G. SINN zu begrüßen. Allerdings sollte ein solcher Beitrag **1.** nachvollziehbar und **2.** verständlich sein und **3.** sollte man nicht „Apfel mit Birnen“ vergleichen.

1. In einem wissenschaftlichen Beitrag ist Auskunft darüber zu geben, **welche Prüfstelle** untersucht hat und **welche Randbedingungen** eingehalten wurden, ob die **Modellbildung mit der Wirklichkeit** der Kronensicherung übereinstimmt. Denn zur Nachgiebigkeit einer dynamischen Kronensicherung tragen bei: a) das **Seilmaterial**, b) seine **Länge zwischen den Ankerpunkten** die c) jeweiligen **Umschlingungszonen** und die immer **wiederkehrende Nachgiebigkeit der Einspleißung**, d) der eventuelle **Ruckdämpfer**, sowie e) die **Nachgiebigkeit des Ankerpunktes** (biegsamer Ast) selbst. Es genügt nicht, nur das Seilmaterial zu untersuchen.

Es ist nicht zulässig, das Produkt eines Herstellers zu testen und das Ergebnis ohne Kontrolluntersuchung auf das Produkt von dessen Wettbewerber zu übertragen. Oft sieht man bei Plagiaten die gleiche optische Anmutung, ohne dass die Qualität des Originals eingehalten wäre. Bei boa z.B. ist das **Gleichkomponentenkonzept** (GKK) für alle Hohltastärken 2, 4 und 8 to so aufeinander abgestimmt, dass der sog. Ruckdämpfer seine Wirkung auf die Selbstverstärkung des Baumes mittels Niedriglastschwingbreite entfalten kann. Das Prinzip des Gummizylinders im Hohltau beruht darauf, durch den Innenkanal das Seiles so aufzuweiten, dass es sich dabei **automatisch verkürzt**. Diese Verkürzung wird dem Seil auf niedrigem Lastniveau zurückgegeben. Entlastet, verkürzt sich das Hohltau durch den Gummi wieder. Damit dieses Verhalten nicht nachlässt, wird das langlebigste Gummimaterial EPDM als Werkstoff verwendet. Die Nachgiebigkeit haben wir **Niedriglastschwingbreite** genannt. Ist der Ruckdämpfer dagegen zu dünn, passt er zwar immer noch ins Hohltau, sein weggebender Effekt ist nicht vorhanden (siehe Abb. 2). Der Wettbewerber hat, anscheinend ohne das Prinzip zu verstehen, kopiert. Ob ein Ruckdämpfer bezüglich der Niedriglastschwingbreite etwas bewirkt, kann man leicht dadurch prüfen, wenn man am Hohltau 1 m markiert, dann den Ruckdämpfer einführt und die Verkürzung misst. Das ist dann genau die Länge, die das Hohltau bei niedriger Last neben der Anfangsweichheit des Spleißes „freiwillig“ der Astbewegung zur Verfügung stellt. Die Verkürzungen sind: boa 2 to: 26 cm, boa 4 to: 18 cm, boa 8 to: 13 cm. Rechnerisch als wirksam ermittelt wurden 9, 14 und 19 cm. Das bedeutet, bei boa 8 to empfiehlt sich der Einsatz von 2 Gummizylindern.

2. Die **Dimension „tm“** ist in der Mechanik nicht gebräuchlich. Unpräzise ist auch folgende Aussage: Bei **höheren Belastung verlieren gewendelte Gurtbänder ihre Elastizität**. Bei der Prüfstelle GL 22 des Germanischen Lloyd wurde schon im Jahr 2004 ermittelt, dass das gewendelte 4 to Gurtband bei 1,5 to Belastung (mit einer bleibenden Dehnung von 20 %) unwiederbringlich seine Weichheit verloren hat (siehe Abb. 3). Seit dieser Zeit liegt das Diagramm Herrn SINN vor.

In Tabelle 2 führt SINN (nach seiner Einteilung) **statische 4 to Systeme** auf. Richtig und schon immer bekannt ist, dass sich die grundlegenden Dehnungseigenschaften der für Kronensicherung verwendeten PES und PP Hohltäue kaum unterscheiden (Bruchdehnung so 17-21 %) und schon bei geringen Bewegungen deutlich Last aufbauen. Für die Bewegungsfreiheit bei leichten sommerlichen Winden muss somit **eine zusätzliche Dehnfähigkeit** mitgegeben werden. SINN sah vor, das durch eine Wendelung eines Gurtbandes zu ermöglichen und hat das auch patentieren lassen. Die Lösung eines anderen Anbieters war die Verwendung von Polyamid PA als Seilmaterial. Beide haben zuerst einmal den Nachteil, dass die Beweglichkeit **von der Seillänge abhängig** ist. Eine andere Lösung ist der o.a. ins **Hohltau einführbare Gummizylinder** aus langzeitstabilem EPDM. Dessen Nachgiebigkeit ist **unabhängig von der Ankerentfernung**. Nicht nachvollziehbar ist, dass SINN beim Vergleich der sog. dynamischen Kronensicherungssystemen in Tab. 3 die **Ruckdämpfersysteme nicht aufführt**. Richtig ist, dass die **PA Hohltäue** (mit blauem Kennfaden im Handel), zwar eine Bruchdehnung von über 30 % aufweisen, aber bei Regen versuchen, sich um 10 % zu verkürzen. Hat es vor dem Sonnenschein geregnet, gibt **es keine Bewegungsfreiheit** für die Krone. Für eine richtige dynamische Kronensicherung ist das ist kein akzeptables Verhalten. Deshalb hat SINN diese Lösung zu Recht verworfen. Der ins (PP oder PES) **Monofil-Hohltau** leicht einzuführende Gummizylinder erfüllt dagegen die Aufgabe, bei leichten sommerlichen Winden, mit oder ohne Regen, auf niedrigem Lastniveau und unabhängig von der Seillänge, eine Bewegung der Stämmlinge zu ermöglichen. Dabei spürt der **Baum die Sicherung nicht** und baut sie auch nicht in sein System ein. (Die Bezeichnung Ruckdämpfer wurde gewählt, weil es für die vorgesehene Aufgabe keinen Begriff gab). Die Krone **soll natürlich schwingen, wachsen und kompensieren können**. Der Beitrag zur Ruckdämpfung steht

nicht im Vordergrund, senkt nach vorgenommenen Fallversuchen bei EDELRID, Isny am 16.11.2006 aber immerhin die Stoßlast bis zu 20 %.

3. In seiner Tabelle 1 führt SINN **a)** 14 Stämmlinge auf, (statistisch zu wenig) für die er über die Kronenfläche eine „statische“ Windlast ermittelt. **b)** reflektiert er dabei nicht die Tatsache, dass damit die in Kronen auftretenden Kräfte **in Windrichtung** erfasst werden. In Windrichtung wird die gesamte Krone zuerst einmal in gleicher Richtung ausgelenkt und somit die Sicherung **eher entspannt als gespannt**. Die Belastung der Sicherung tritt beim stärkeren **Rückschwingen** des auch vorher stärker ausgelenkten windseitigen Stämmlings auf. Würde ein Sturm über einen längeren Zeitraum, wie ein Föhn gleichmäßig wirken und irgendwann sanft nachlassen, gäbe es dieses Rückschwingen nicht. Aber ein Orkan steckt, besonders wegen der Bodenrauigkeit, voller Böen mit kurzzeitig anschwellenden Stärken und dann aber auch kurzen Zeitabschnitten ohne jeglichen Winddruck. In diesen Phasen schwingt die Baumkrone insgesamt zurück.

Wie beim Bungee – Springen verbietet sich in diesem Fall die Verwendung von Stahlseilen von selbst: Wegen der geringen Nachgiebigkeit steigt nach dem Energieerhaltungsgesetz bei Stahl die Kraft exorbitant an. Daher war **wegen des dynamischen Verhaltens der Baumkronen** die Verwendung weicherer Kunststoffseile im Ersatz der Stahlseile der Schritt in die richtige Richtung.

Zur einmaligen Schwingung addiert sich ein zusätzlicher Effekt: Jedem schwingungswilligen System wohnt eine typische Eigenschaft inne: die Verstärkung der Auslenkung durch Eigenschwingung in der Resonanz. Das zutreffende Bild hierzu ist das Kind auf der Schaukel. Die Aufgabe des dynamischen Kronensicherungssystems ist zuerst einmal, das **Aufschwingen** und damit die gallopiierende **Energieaufnahme** des Systems, und das entstehen hoher Kräfte durch Wegbegrenzung **von vornherein zu verhindern**. Dieser Zusammenhang hat sich dem Autor G. SINN nicht erschlossen.

SINN wünscht sich den ruckfreien Bremseffekt. Die Bewegungsenergie wird nach der Formel Energie gleich Kraft mal Weg abgebaut wird. Je weicher das Seil ist, umso geringer ist die auftretende Kraft. Mit dem Ersatz der Stahl- durch achtmal dehnfähigere Kunststoffseile konnte das Schlagen im Baum **erheblich abgemildert** werden. Das wurde in den Publikationen zur ZTV Baumpflege 2006 aufgezeigt und fußt auf der Durchrechnung von 380 Stämmlingen. Das hat dann auch zur **anerkannten Bemessung in der ZTV Baumpflege 2006** geführt.

Die Kunststoffhohltaue sind ein hervorragender Kompromiss. Denn es kann nicht erwartet werden, dass ähnlich einem Fahrzeugfahrwerk progressive Stoßdämpfersysteme in Bäumen eingebaut werden könnten. Vom Aufwand und den Anforderungen her betrachtet, wäre ein solches Projekt von vornherein zum Scheitern verurteilt. **Es kommt auf machbare, kostengünstige Kompromisse an**, die dem Baumpfleger helfen, unter minimalstem Eingriff einen Baum sicher zu machen. Und dabei haben sich die jetzt verwendeten Monofilhohltaue aus PP (und inzwischen bei 8 to Hohltau zur Reduktion der Dicke auch PES) mit weltweit mehr als 500 000 ausgeführten Sicherungen bewährt. Es waren in der Hauptsache Sicherungssysteme mit Ruckdämpfern wie boa.

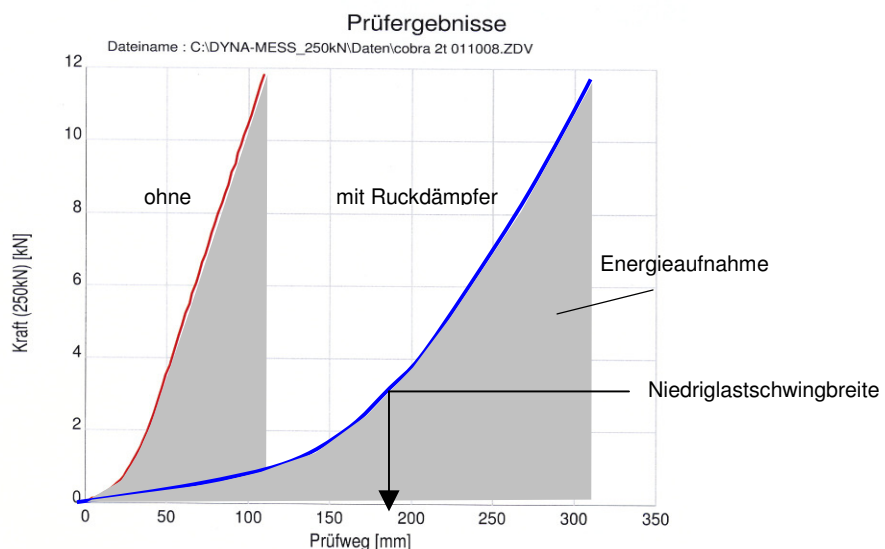


Abb. 1: Arbeitslinien eines 2 to Hohltaus ohne und mit Ruckdämpfer. Die Wirksamkeit eines Ruckdämpfers für die **Niedriglastschwingbreite** ist deutlich gegeben. Der Abbremsvorgang ist weicher und die Energieaufnahme (Fläche unter der Kurve) ist größer. Prüfstelle des GERMANISCHEN LLOYD Nr. 119. Einspannlänge mit 2 Spleißen 2400 mm (prüfmaschinenbedingt).

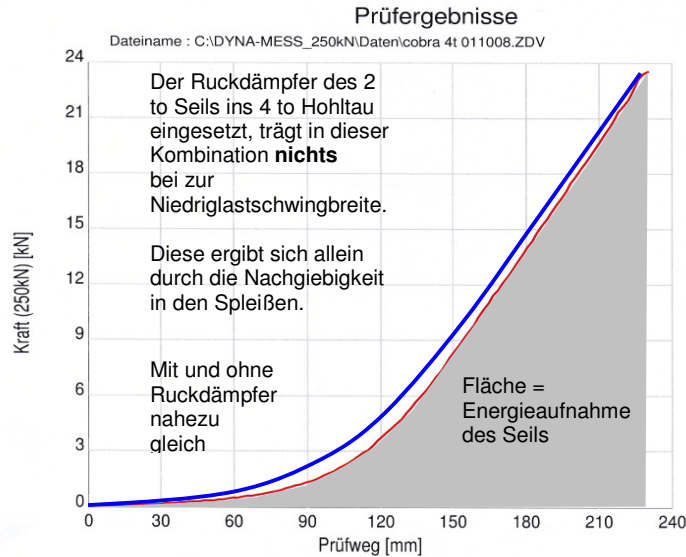


Abb. 2: Die Arbeitslinien sind nahezu gleich: Die Fläche unter den Kurven, die Energieaufnahme, ist gleichgroß. Der Ruckdämpfer des 2 to Systems in **diesem** 4 to Hohltau ist völlig wirkungslos. Prüfstelle des GERMANISCHEN LLOYD Nr. 119. Mit **diesem** Beispiel hätte SINN recht, dass ein Ruckdämpfer nichts bringt. Ob SINN weitere untersuchen ließ, ist seinem Artikel nicht zu entnehmen..

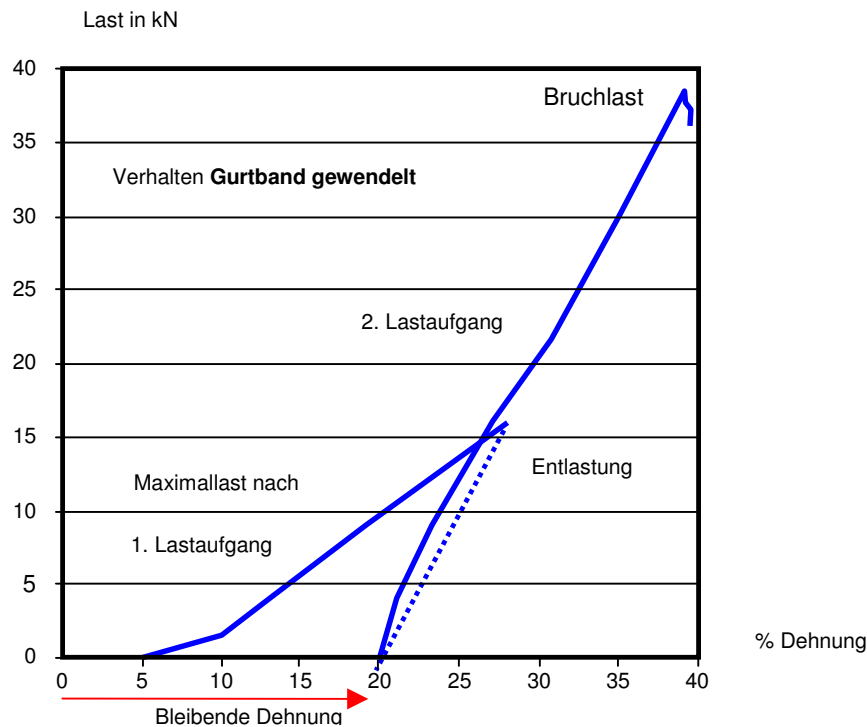


Abb. 3: Gurtband gewandelt: Die **einmalige** Belastung des gewandelten Gurtbandes auf 1,5 to = 37 % der Bruchlast, verändert das Verhalten der Sicherung grundlegend: **20 % bleibende Dehnung** und

danach **absolut steifes Verhalten**. Ergebnis bei der Prüfstelle des germanischen Lloyd Nr. GL 22 vom 1.12.2004. 20 % bleibende Dehnung wären bei einer Länge von 5 m (1,5 m durchhängend) einen **ganzen Meter Bewegungsfreiheit** ohne Sicherung und danach ein absolut abruptes Verhalten. SINN hat in seinem Beitrag eingeräumt, dass gewendelte Gurtbänder keine Lösung für eine dynamische Kronensicherung sind.



Abb. 4: So etwas geschieht durch „Stimmgabelschwingen“ der Stämmlinge in ihrer Eigenfrequenz: Sie schwingen aufeinander zu und voneinander weg. Dazu ist noch nicht einmal eine hohe Windgeschwindigkeit erforderlich. Es entsteht eine hohe Kerbspannung im Nahtpunkt des V-Zwiesels. Wie ein Reißverschluss öffnet sich der Spalt bis zum entgültigen Kollaps. Dieses Aufschwingen mit immer größerer Amplitude (Galopping) wird durch eine **dynamische Kronensicherung verhindert**. Das ist auch ein gutes Beispiel dafür, dass G. SINNS Modellbildung nicht zutrifft.

Zusammenfassung

Der Beitrag SINNS hat wesentliche Aspekte der Kronendynamik nicht erfasst. Er ignoriert, dass schon der Übergang zwischen Stahl und 8 mal weicheren Kunststoffseilen ein wesentlicher Fortschritt für die Kronendynamik war. Richtig ist, dass er herausgefunden hat, dass sein eigener Beitrag, die Wendelung von Gurtbändern kein Schritt in die richtige Richtung war. Das darzustellen, ist über die Maßen honorig. Dass auch das PA Hohltau wegen seiner Feuchteabhängigkeit keine Lösung ist, ist ebenfalls zutreffend. Deshalb der Einteilung in **statische und dynamische Kronensicherung** die Berechtigung abzuspochen, ist gewagt. Zit. „*Unter diesen Gesichtspunkten gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung dynamischer und statischer Sicherungssysteme*“. Hohltäue mit integrierbaren Ruckdämpfern gleich mit zu desavouieren, schädigt sein Anliegen. Auch geht nicht an, die Unwirksamkeit eines Nachbaus (des 4 to Systems mit 2 to Ruckdämpfern) zu verallgemeinern und dann dem Original anzulasten. Die Ruckdämpfer genannten **Gummizylinder** in den Monofil-Hohltäuen haben zuerst einmal die Aufgabe, längenunabhängig vom Seil **Dehnungen auf niedrigem Lastniveau** zu ermöglichen, **damit der Baum kompensieren kann**. Und das tun sie auch. Die Ruckdämpfung selbst spielt mit maximal 20 % niedriger Last bei der Abbremsung einer Astbewegung ist ein erwünschter Nebeneffekt. Diese Art der dynamischen Kronensicherung hat sich auch weltweit an über 500 000 Sicherungen bewährt.

SINNS Ansatz greift zu kurz, seine Modellbildung ist unzutreffend. So führt er **statische** Lastanalysen **in Windrichtung** an 14 Stämmlingen auf, um die maximale Seillast abzuleiten. Das ist weder von der

Probenmenge, noch vom Prinzip selbst her zulässig. **Denn erst beim Rückschwingen** wird das Seil **dynamisch beansprucht**, wenn der Leestämmling weniger rückschwingt als der LUV Stämmling und das Seil straff wird (siehe Abb. 4). Prinzipbeispiel: Ein Glas, aus 1 m Höhe fallengelassen, zerspringt nicht wegen der Fallhöhe, sondern ob es auf Stein oder ins Gras fällt. Die Fallhöhe selbst spielt zwar auch eine Rolle, entscheidend ist jedoch der Abbremsvorgang. Somit ist die von SINN in Tab. 1 ermittelte Seillast nicht entscheidend.

Zudem lässt er außer Acht, das es für das absolut steife Festhalten zur **statischen Sicherung** angerissener V-Zwiesel **Dyneema-Hohltaue** mit 3 % Bruchdehnung oder eine **höhere Seildimensionierung** mit gleichzeitigem Wegfall des Ruckdämpfers eingesetzt werden können. So sieht es auch die ZTV Baumpflege 2006 vor.

G. SINN bleibt das Verdienst, vor 20 Jahren als erster den Übergang von Stahlseilen mit verletzenden Gewindestäben auf baumfreundlichere umschlingende Kunststoffsysteme in Form von Industriegurtbändern eingeleitet zu haben. Dabei stand allerdings die Vermeidung verletzender Bohrungen, die für die Gewindestangen nötig waren, im Vordergrund. Die Einteilung in dynamische und statische Kronensicherungssysteme war da noch nicht Kenntnisstand. Der ergab sich erst bei den 5 Jahre währenden Diskussionen bei der Neuformulierung der ZTV Baumpflege 2006.

FLL Herausgeber ZTV - Baumpflege 2006

SINN, G./WESSOLLY, L.: Messungen an Bäumen: Ermittlung der Sicherheiten gegen Kippen oder Bruch, D. GA 38, 7 + 8, 89

WIEBE, ST./WESSOLLY, L.: Kronensicherung an Bäumen - ein Überblick, Neue Landschaft 7/93 S. 502

WESSOLLY, L.: Vorgespannte Seilnetzkonstruktionen - Zur Sicherheit gegen Weiterreißen, Diss. Universität Stuttgart 1983

WESSOLLY, L.: Einfluß des Baumschnittes auf die Statik: Tagungsband Westdeutsche Baumpflege 1996

WESSOLLY, L./ERB, M.: Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle, Patzer-Verlag, Berlin/Hannover 1998

WESSOLLY, L./MANG, W.: Die Tübinger Platanenallee, Stadt und Grün 7/98 S. 500

WESSOLLY, L./VETTER, H.: Tips und Tricks bei der Kronensicherung, Neue Landschaft 10/98, S. 747

WESSOLLY, L./VETTER, H.: Kronensicherung in Bäumen - Neuester Stand, Stadt und Grün 7/99, S. 469

WESSOLLY, L.: Neue ZTV Baumpflege, Kronensicherungen. Pro Baum 4/2005, S. 2 – 10

WESSOLLY, L.: Kronensicherung nach der neuen ZTV-Baumpflege 2006, Baumzeitung, Februar 2006, S. 23

WESSOLLY, L.: Kronensicherung in der ZTV 2006, BI Galabau 1+2 März 2006, S. 26-28

WESSOLLY, L.: Kronensicherung in der neuen ZTV – Baumpflege 2006, AFZ 8/2006 S.399

WESSOLLY, L.: Dynamische und Statische Kronensicherung- Einbau und Kontrolle, Jahrbuch der Baumpflege 2007, S. 252

WESSOLLY, L.: Baumschnitt vs. Kronensicherung, Tagungsband der BaumtageSüd Oktober 2009