Bisher vorliegende Untersuchungen und weitere Fälle von duktilen Fasern.

Bevor näher auf die etwaigen Ursachen der Duktilität eingegangen werden kann, soll zunächst eine Übersicht über alle bisher bekannt gewordenen, genauer auf ihre Dehnbarkeit untersuchten Pflanzenfasern gegeben werden. Es ist das eine immerhin nicht unbeträchtliche Anzahl von Fasern, die sich aus langgestreckten, prosenchymatischen, verdickten Zellen, sog. Stereïden zusammensetzen, deren mechanische Eigenschaften nach den grundlegenden ersten Untersuchungen Schwendener's von einigen Schülern des verdienten Forschers weiter verfolgt wurden. Sodann soll eine ganze Zahl von weiteren Fällen von Duktilität bei Fasern bekannt gegeben werden. deren Feststellung mir gelungen ist.

Von älteren Untersuchungen, welche hier in Betracht kommen, sei erwähnt, daß schon durch die Untersuchungen von Weinzierl's[1]) bei einer Anzahl von Monokotylenfasern eine mehr als gewöhnliche Dehnbarkeit konstatiert wurden. Auch von einem Zusammenfallen der Werte für Tragmodul und Festigkeit kann in diesen Fällen keine Rede sein. Da aber bei v. Weinzierl's Versuchen die Epidermis der betr. Blätter mit ihrer mechanischen Wirkung unberücksichtigt bleibt und dieselbe doch, wie der Verfasser selbst nachweist, von bedeutendem Einfluß ist, so können die gewonnenen Zahlen nicht ohne weiteres für unsere Zwecke benutzt werden.

Schwendener selbst fand ferner für unverholzte Bastzellen von Urtica canadensis im frischen Zustande 2,98—3,6 % Verlängerung. Dagegen bei den verholzten Fasern von Agave 20—30 %.

Für diese Faser hatte ich bereits im trockenen Zustande früher starke Duktilität nachgewiesen, die sich aber natürlich für den trockenen Zustand bedeutend niedriger stellt. In der Regel aber beträgt die maximale Dehnung auch für verholzte Bastfaserstränge unmittelbar vor dem Zerreißen etwas mehr als 1 %, aber weniger als 2 %[2]). Lindenbast ergab nach Schwendener (l. c.) 1,3 %, Althaea officinalis 1,3 und Cannabis sativa 1,5 % Verlängerung. Etwas höhere Werte zeigten Rindenriemen von Pirus malus, nämlich 2,6—3 %.

---

1) Beitr. zur Lehre von der Festigkeit und Elastizität vegetabil. Gewebe und Organe. Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. Wiener Akad., LXXVI, Bd. I.

2) Vergl. hierzu Schwendener, Über die „Verschiebungen" der Bastfasern im Sinne v. Höhnels. Ber. d. D. Bot. Ges. 1894, XII, pag. 244.

Es sind von unverholzten bzw. sehr schwach verholzten Bastfasern folgende Fälle auf ihre Dehnbarkeit untersucht:

	Bruchdehnung	Autor	Gehalt an inkrust. Substanz
Nerium Oleander (frisch) . .	1,07 %	Schwendener	unverholzt
Urtica[1]) canadensis (frisch) .	2,98/3,6 %	ders.	,,
Morus alba (frisch)	1,52 %	ders.	,,
Boehmeria tenac. (lufttrocken)	1,1/1,4 %	Sonntag	16,27 %
Linum usitat. (lufttrocken). .	1,02 %	ders.	14,29 %
Cannabis sativa (lufttrocken) .	1,27 %	ders.	15,05 %
Apocynum sibir. (lufttrocken) .	1,0 %	ders.	9,89 %
Musa textilis (lufttrocken) . .	1,45 %	ders.	29,20 %

Keine einzige unverholzte Faser ist duktil.

1) = Laportea canadensis Wedd.

Von verholzten Bastfasern und sonstigen mechanischen Geweben wie Libriform und Tracheïden sind folgende Resultate bekannt geworden, bzw. durch neue Untersuchungen von mir festgestellt worden.

A. **Nicht duktile Fasern.**

	Bruchdehnung	Autor	Inkrustierung	Bemerk.
Tilia (Rindenbast) . .	1,3 % (mittel)	Schwendener	verholzt	frisch
Pirus malus (Rindenbast)	2,6—3 %	ders.	,,	,,
Althaea offic. (Rindenbast)	1,33 %	ders.	,,	,,
Phormium tenax (Blattfasern)	1,36 %	Sonntag	50,7 % (?) [1])	lufttrocken
Picea excelsa (trockenes Rotholz)	1,4—2 %	ders.	62,14/67,7 %	ganz geringe dauernde Verläng. vor dem Bruche bemerkbar
Picea excelsa (trockenes Weißholz)	1,6—1,9 %	ders.	48,8/48,9 %	
Picea excelsa (ganz junger Ast, frisch) .	1,26—1,69 %	ders.	—	
Clematis Vitalba (Rindenbast)	2,3—2,4 %	ders.	verholzt	frisch
Chamaerops humilis (Blattfaser)	1,25 %	ders.	,,	lufttrocken
Aspidium spinulos. (Bast des peripher. Ringes, Blattstiel)	0,7—0,78 %	ders.	,,	frisch

1) Wegen der großen Menge von Gefäßen, Holzparenchym usw., welche diese Faser stets begleiten, kann der Gehalt an inkrustierter Substanz durch die quantitative Analyse nicht sicher bestimmt werden.

B. **Duktile Fasern.**

	Bruchdehnung	Autor	Inkrustierung	Bemerkgn.
Agave amer.	20—30 %	Schwendener	46,22 %	frisch
„ „	4,35—5,87 %	Sonntag	46,22 %	lufttrocken
Monstera (Blattstiel) . .	3,9—5,1 %	ders.	verholzt	frisch
Arenga sacchar. . . .	4,1—8,8 %	ders.	„	lufttrocken
Cocos nucifera	16 %	ders.	58,4 %	„
Caryota urens	27,6 % (Max.)	ders.	59,01 %	„
Chlorogalum pomeridianum	6,7—10 %	ders.	verholzt	„
Fourcroya gigantea . .	3—3,37 %	ders.	„	„
Vinca minor (Stengel) .	3,45—4,3 %	ders.	„	frisch
Clematis Vitalba (Holz)	14,5—18,6 %	ders.	„	frisch
„ „ . . .	3,3—3,4 %	ders.	„	lufttrocken
Pseudotsuga Douglasii (Rotholz)	3,7—7,0 %	ders.	„	frisch
Borassus flabell. . . .	12,1 % (Durchschnitt aus drei Vers.)	ders.	„	lufttrocken
Dictyosperma fibrosum	18,6 %	ders.	„	„
Attalea funifera . . .	8,7 %	ders.	„	„
Leopoldinia Piacaba . .	3,18 %	ders.	„	„
„ „ . .	24,85 %	ders.	„	wassergetränkt

Unter den in diesen Tabellen zusammengestellten Resultaten befindet sich eine Anzahl von Fällen, die nicht früheren Veröffentlichungen entnommen sind, sondern durch eigene neue Untersuchungen festgestellt wurden. Zur näheren Erläuterung des Verhaltens dieser Fasern mögen hier noch für einige besonders bemerkenswerte Fälle die ausführlichen Angaben folgen.

Vinca minor.

Hier haben wir ein interessantes Beispiel dafür, daß auch ein typischer Holzverdickungsring sich stark geschmeidig zeigt. Es handelt sich um frische zweijährige Stengel von Vinca, nicht um Bast aus der Rinde. Letzterer ist wegen seiner geringen Entwicklung zu den Versuchen nicht brauchbar, da er sich nicht in starken Strängen isolieren läßt. Spannt man aber einen ganzen kriechenden Stengel der frischen Pflanze ein (mit Rinde oder auch nach Entfernung derselben; sie kommt hier wegen ihrer im Vergleich mit dem Holzring mechanisch wenig wirksamen Gewebe kaum in Betracht), so erhält man folgende Resultate.

1. 28,2 cm . . . 0,0 kg
   28,4 „ . . . 0,5 „
   28,2 „ . . . 0,0 „
   28,8 „ . . . 1,0 „
   28,3 „ . . . 0,0 „
   29,3 „ . . . 1,0 „ (sich allmählich verlängernd)
   28,6 „ . . . 0,0 „
   29,4 „ . . . 1,5 „ gerissen!

   $1{,}2 \cdot 100 : 28{,}2 = 4{,}26\ \%$ Bruchdehnung.

2. Von 26,1 cm auf 27,0 cm gedehnt $= 3{,}45\ \%$.

Clematis Vitalba.

Noch bei weitem erheblicher als bei Vinca ist die Duktilität des Holzes von Clematis Vitalba im frischen Zustande. Man präpariert am besten Riemen aus einjährigen, ausgewachsenen Stengelgliedern zwischen zwei Knoten, erhalten durch Vierteilung des von der Rinde befreiten Stengels.

1. Ein solcher Riemen von 14,5 cm ließ sich ausziehen auf 17,2 cm, also eine Verlängerung von 18,6 %.

2. Ein Riemen von 13,4 cm.

Von 13,4 cm gedehnt auf 13,9 cm,
„ 13,5 „ (unbetastet) „ 14,9 „
„ 13,9 „ „ „ 15,4 „
Maximaldehnung 14,9 %.

3. Von 13,1 cm auf 14,1 cm gedehnt,
„ 13,5 „ (unbelastet) „ 15,0 „ (vor dem Bruche).
Maximaldehnung 14,5 %.

Um übereinstimmende Resultate zu erhalten, ist große Vorsicht bei der Präparation der Riemen anzuempfehlen. Ist nämlich eine Verletzung des Riemens vorhanden, so reißt er an dieser Stelle, ohne daß die übrigen Teile bis zum Maximum gedehnt sind. Man muß daher dann die Versuche wiederholen.

Es wurden auch ältere Internodien geprüft und ebenfalls duktil befunden. Ein fünf Wochen lang durch Liegen im Zimmer getrockneter dreijähriger Stengel zeigte folgende Verlängerung:

1. Ein Holzstreifen wurde von 9,0 cm auf 9,3 cm gedehnt, ehe er zerbrach = 3,3 % Maximaldehnung.
2. Ein Holzstreifen von 17,7 cm ließ sich bis 18,3 cm vor seinem Bruche dehnen = 3,4 % Maximaldehnung.

Dagegen verhielt sich die primäre Rinde, welche unterhalb der Epidermis und der dünnen, braunen Kollenchymschicht Bastbeläge aufweist, selbst an frischen einjährigen Stengelinternodien ganz anders, nämlich spröde und nicht ausziehbar. Ihre Maximaldehnung wurde durch zwei Versuche auf 2,3 und 2,4 % ermittelt.

Dieses verschiedenartige Verhalten des Holzes und der Rinde befördert das Ablösen von Rindenschichten in langen Streifen, wie es oft an den Stengeln von Clematis zu beobachten ist.

Was die Anatomie des Holzes betrifft, so besteht es außer den großen Gefäßen, welche getüpfelt oder leiterförmig sind, nebst spärlichem begleitenden Holzparenchym aus engeren, spiralfaserig verdickten Gefäßen und Tracheïden. Dazu treten erhebliche Mengen von typischem

Libriform mit zugespitzten Zellenden, stark verdickten Zellwänden und verhältnismäßig reichlichen, linksschiefen, kleinen, spaltartigen Poren.

Pseudotsuga Douglasii.

Auffallend groß ist die Dehnbarkeit des Rotholzes von der Unterseite ganz dünner Äste dieses Baumes. Man spaltet die etwa bleifederstarken Äste der Länge nach auf und befreit sie von der Rinde. Durch einen Schnitt wird das Rotholz von dem oben gelegenen Weißholze getrennt und durch weiteres Spalten in beliebig dünne, gleichmäßige Stäbchen zerlegt, die eingespannt und geprüft werden.

Rotholz (frisch).

1. Ein Stäbchen von 8,5 cm verlängerte sich vor dem Bruche bei steigender Belastung um 0,4 cm = 4,7 %.
2. Ein Stäbchen von 7,85 cm verlängerte sich vor dem Bruche um 0,55 cm = 7,0 %.
3. Ein Stäbchen von 11,85 cm verlängerte sich um 0,65 cm, bevor Zerreißung eintrat = 5,5 %.
4. 4,8 % und
5. 3,7 %.

Weißholz (frisch).

1. Ein Stäbchen von 13,3 cm hatte sich vor dem Bruche um 0,15 cm verlängert = 1,1 %.
2. Ein Stäbchen von 6,55 cm hatte sich vor dem Bruche um 0,15 cm verlängert = 2,4 %.
3. 7,05—7,25 cm = 2,8 % Verlängerung.
4. 2,3 % Verlängerung.

Picea excelsa (frisch).

1. Rotholz von einem dünnen federkielstarken Aste abgespalten: 11,4 cm erreichten vor dem Bruche eine Verlängerung von 0,25 cm = 2,1 %.
2. Weißholz desselben Astes: 12,2 cm verlängerten sich bis zum Bruche belastet um 0,2 cm = 1,6 %. Bei einem zweiten Versuche wurde eine Bruchdehnung von 0,2 cm von einem 12,1 cm langen Stäbchen erreicht = 1,6 %.

Piassave-Arten.

Gewisse Piassave-Sorten (mit Ausnahme der von Raphia abstammenden) erwiesen sich als sehr stark duktil. Ich erhielt diese Proben durch die Güte des Hamburger Botanischen Museums.

1. Borassus flabelliformis ergab bei drei Dehnungsversuchen 12,5, 7,5 und 16,3, im Durchschnitt 12,1 % Bruchdehnung.

2. Dictyosperma fibrosum ebenso 19,1, 20,9 und 15,9 %, durchschnittlich 18,6 % Bruchdehnung.
3. Attalea funifera entsprechend 8,8, 9,9 und 7,27 %, durchschnittlich 8,7 % Bruchdehnung.
4. Leopoldinia Piaçaba zeigt das gleiche Verhalten wie Agave; im lufttrockenen Zustande nämlich ist die Bruchdehnung nur 3,18 % im Durchschnitt von drei Proben, dagegen steigt im feuchten Zustande die Duktilität auf 24,85 %.

Alle vier Fasern werden aus den Blattscheiden von Palmen gewonnen.

Kann die Ursache der Duktilität in der chemischen Beschaffenheit der Zellwände liegen?

A. Verholzung.

In einer früheren Arbeit über die Elastizitäts- und Festigkeitsverhältnisse von Fasern [1]) hatte ich die Meinung ausgesprochen, daß die starke Verholzung dieser Fasern eine Rolle spiele bei der Erscheinung ihrer geschmeidigen Dehnbarkeit. Ergab sich doch, daß der Gehalt an „inkrustierenden Substanzen“ hier bei weitem den aller andern untersuchten Zellgewebe ähnlicher Art übertrifft, sogar den des Holzes. Ich fand für Agave, Kokos und Caryota entsprechend 46,22 : 58,4 : 59,01 %, während Kiefernholz (nach Schulze) nur 41,99 % verholzende Substanzen aufweist.

Ich bin jetzt geneigt, den Einfluß der Verholzung geringer einzuschätzen. So viel steht aber jedenfalls fest, daß die Verhältnisse hier durchaus nicht so einfach liegen, daß ein einziger Faktor die mechanischen Eigenschaften der Zellwände beherrscht. Die Einwürfe Schwendener's [2]), daß die aus den Untersuchungen der Techniker bekannten Eigenschaften der Hölzer niemals eine duktile Dehnbarkeit wie bei Metallen erkennen ließen und daß deshalb die Verholzung keine Rolle spielen könnte, sind als zutreffend anzuerkennen. Allerdings wird man gut tun, wenn man sich darauf beschränkt, zu sagen, daß sie nicht die einzige Rolle spielt. Ich werde das im Verlaufe dieser Untersuchung noch näher zu begründen versuchen. Es sei vorerst nur darauf hingewiesen, daß es in der Tat Hölzer gibt, die mindestens die gleiche prozentische Inkrustierung mit Holzsubstanzen zeigen wie die oben er-

1) Vergl. Landw. Jahrbücher 1892, Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetab. Zellw., pag. 839 ff.

2) Ber. d. D. bot. Ges. 1894.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 99

Autor(en)/Author(s): Sonntag P.

Artikel/Article: Bisher vorliegende Untersuchungen und weitere Fälle von duktilen Fasern 206-211