Die duktilen Pflanzenfasern, der Bau ihrer mechanischen Zellen und die etwaigen Ursachen der Duktilität.

Von **P. Sonntag.**

(Mit 8 Abbildungen im Texte.)

„Der normale Bast zerreißt sogleich, sobald die Spannung an der Elastizitätsgrenze merklich überschritten wird. Es kam mir öfters vor, daß ein Riemen bei 10 kg Belastung trotz mehrmaliger Wiederholung des Versuches und selbst bei längerem Hängenlassen des Gewichtes keine bleibende Verlängerung zeigte, aber bei 12—13 kg Belastung augenblicklich entzwei riß."

„Die Natur hat offenbar ihre ganze Sorgfalt auf das Tragvermögen verwendet. Und mit Recht, denn das Festigkeitmodul kommt bei Konstruktionen tatsächlich gar nicht in Betracht, da jede Überschreitung der Elastitätsgrenze durchaus unstatthaft ist. Der größeren Sicherheit wegen wird nicht einmal das Tragmodul in seinem vollen Wert in Rechnung gebracht. So ist z. B. beim Bau eiserner Brücken nur eine Maximalspannung von 6—8 kg pro Quadratmilimeter, also ungefähr die Hälfte des wirklichen Wertes, als praktisch zulässig erkannt worden. So viel dürfte man den besseren Bastsorten jedenfalls auch zumuten."

Diese Schwendener's klassischen Werke „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen" (pag. 15) entnommenen Sätze weisen darauf hin, daß die meisten untersuchten Fasern, Stränge mechanischen Gewebes und auch das Holz der Bäume sich in seinen elastischen Eigenschaften von den Metallen wesentlich dadurch unterscheidet, daß eine Verlängerung über die Elastizitätsgrenze hinaus ganz unstatthaft ist. Es tritt sofort Bruch ein, ohne daß eine bleibende Verlängerung zu bemerken ist. Wie ganz anders sind da die Metalle, die man zu beliebig langen Drähten ausziehen kann, die sich walzen und strecken lassen, ohne ihre Kohäsion zu verlieren. Man denke nur an die ungeheure Geschmeidigkeit des Platins und des Goldes. Wenn nun auch fast alle untersuchten Pflanzenfasern diese Eigenschaft vermissen lassen, so sind dennoch im Laufe der Zeit auch einige Fasern bekannt geworden, deren mechanische Eigenschaften in gewissem Grade einem ausziehbaren Eisen- oder Kupferdrahte gleichen. Auch sie lassen sich durch starke Belastung ausziehen und gehen nicht mehr auf ihre ursprüngliche Länge zurück, also Überschreitung der Elastizitätsgrenze, ohne daß sofortiger Bruch eintritt. Tragmodul und Festigkeitsmodul fallen nicht zusammen.

In meiner Arbeit „Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände“[1]) fand ich experimentell ein solches Verhalten bei den bekannten Fasern von Agave americana, Cocos nucifera und Caryota urens. Wie verschieden sich diese Fasern von dem „normalen“ Bast verhalten zeigen folgende zwei Tabellen, die uns einen normalen Bast von Cannabis sativa und einen abnormalen von der Kokosnußfaser vorführen. Dieselben sind meinen oben zitierten Untersuchungen entnommen (pag. 859 u. 864).

Cannabis sativa.

Nr.	Belastung kg	Länge mm	Nr.	Belastung kg	Länge mm	Verlängerung
1.	0,2	227,46	2.	0,7	227,87	0,41
3.	0,3	227,54	4.	0,8	227,90	0,36
5.	0,2	227,47	6.	1,0	—	0,385 Durchschn.
7.	0,2	227,41	8.	1,1	—	
9.	0,2	227,38	10.	1,2	—	
11.	0,2	227,38	12.	1,3	—	
13.	0,2	227,41	14.	1,4	—	
15.	0,2	227,40	16.	1,5	—	
17.	0,2	227,45	18.	1,6	gerissen!	

Cocos nucifera.

Nr.	Belastung kg	Länge mm	Nr.	Belastung mm	Länge mm	Verlängerung mm	Streckung gesamte	Streckung vorübergeh.
1.	0,2	205,30	2.	0,5	208,30	3,00		
3.	0,2	205,75					0,45	—
4.	0,3	206,55	5.	0,6	213,65	8,35		
6.	0,2 (nach 20 Min.)	209,92					4,65	—
			7.	0,7 (45 Min.)	220,00	14,70		
8.	0,2 (20 Min.)	215,25					9,95	—
			9.	0,8 (45 Min.)	223,50	18,20		
10.	0,2 (20 Min.)	218,20					12,90	0,20
10a.	0,2 (20 Stdn.)	218,00						
			11.	0,9 (1 St. 30 M.)	237,70	32,40		
12.	0,2 (20 Min.)	230,80					25,50	6,90
			13.	1,0 (nach 4 Min.)	gerissen!			

Die Spalte 2 der beiden Tabellen läßt das verschiedenartige Verhalten der Bastfasern vom Hanf einerseits und Kokos andererseits so recht deutlich hervortreten. Während erstere bis unmittelbar vor dem Bruche vollständig elastisch bleibt und nach Abnahme der Gewichte sogleich wieder die ursprüngliche Länge annimmt (von den kleinen Abweichungen in der zweiten Dezimalstelle kann hier abgesehen werden),

1) Landw. Jahrb. 1892.

kann man bei letzterer sofort dauernde Verlängerungen beobachten, die vor dem Bruche ganz erhebliche (10 % übersteigende) Werte erreichen. Hier ergibt sich für den Festigkeitsmodul ungefähr ein doppelt so großer Wert wie für den Tragmodul (0,5 : 1 kg). Das Verhalten der Faser erinnert ganz an das der Metalle, sie ist duktil, d. h. sie kann auch über die Elastizitätsgrenze hinaus deformierenden Kräften nachgeben ohne zu zerreißen. Diese Eigenschaft ist auch als Geschmeidigkeit in rein physikalischem Sinne zu bezeichnen.

Wie die Faser der Kokosnuß so verhält sich auch diejenige von Caryota urens und Agave americana, natürlich mit Abweichungen in den größten Werten der Verlängerung. Für Agave hatte ich dies schon für den ausgetrockneten Zustand gefunden; und Schwendener[1]) konstatierte dann für die frische, wasserhaltige Faser 20/30 % Verlängerung.

Diese drei Fälle von duktilen Fasern standen bisher ziemlich isoliert da (vgl. Schwendener, l. c. pag. 244) und es ließ sich daher auch kein sicherer Schluß ziehen auf irgend einen Zusammenhang zwischen der Dehnbarkeit dieser Fasern und ihrer sonstigen Eigenart, besonders der Verholzung. In der Tat sind ja die drei Fasern sehr stark verholzt und ihr Gehalt an inkrustierenden Substanzen beträgt nach makrochemischen Bestimmungen, die ich früher ausführte, für Agave, Kokos und Caryota entsprechend 46,22 : 58,4 : 59,01 %. Auch ist bisher keine einzige unverholzte Faser bekannt geworden, die ein derartiges Verhalten, nämlich Duktilität, zeigte. Die größte Dehnbarkeit zeigte von unverholzten Fasern nach Schwendeners Untersuchungen (l. c.) immer noch Urtica (Laportea) canadensis mit 2,98/3,6 % im frischen Zustande, was zu den 20/30 % von Agave jedenfalls ein riesiger Abstand bleibt.

Aber die Hölzer unserer Waldbäume, deren physikalische Eigenschaften durch die Untersuchungen der Techniker genau bekannt sind, und die doch auch sehr stark verholzt sind, widersprechen hier der Meinung, daß die Duktilität von dem chemischen Prozeß der Verholzung in einfacher Weise abhängig ist. Es bleibt nur noch die Vermutung bestehen, da nämlich bei der Verholzung sehr verschiedenartige Stoffe in die Membran eintreten, daß es ein ganz spezieller Stoff aus der Menge der inkrustierenden Substanzen ist, der hier eine Rolle spielt. Ich habe diese Möglichkeit näher untersucht und es sollen die Resultate, welche, wie hier schon bemerkt werden mag, völlig negativ ausfielen, später mitgeteilt werden.

---

1) Ber. d. D. bot. Ges. 1894, pag. 243.

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: Die duktilen Pflanzenfasern, der Bau ihrer mechanischen Zellen und die etwaigen Ursachen der Duktilität 203-205