© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und einigen Chlorophyllinseln. Am Rande und an der Spitze ist der Gehalt am stärksten.

Stärke habe ich nur ganz vereinzelt in der Spreite in den Chlorophyllinseln an der Oberseite des Mittelnerven gefunden. Doch habe ich das Blatt daraufhin nicht systematisch untersucht.

Göttingen, Pflanzenphysiologisches Institut.

---

18. P. Sonntag: Verholzung und mechanische Eigenschaften der Zellwände.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 12. März 1901.

Nachdem ich in meiner Arbeit über „Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Zellwände“ [1]) zuerst den Einfluss der Verholzung auf die mechanischen Eigenschaften der Zellwand klar zu legen versuchte und zwar auf Grund einer grösseren Anzahl experimentell erhaltener Daten, hat sich mit demselben Thema SCHELLENBERG [2]) beschäftigt. Er ist dabei zu Resultaten gelangt, welche in den wesentlichsten Punkten von den meinigen abweichen, und habe ich daraus Veranlassung genommen, meine früheren Untersuchungen, sowohl wie die SCHELLENBERG's, einer eingehenden Nachprüfung zu unterziehen, wobei ich gleichzeitig zu einigen neuen und überraschenden Bestätigungen meiner früher schon ausgesprochenen Ansichten gekommen bin, durch die also gleichzeitig die SCHELLENBERG'schen Ansichten völlig widerlegt werden.

Es handelt sich hierbei in erster Linie um den Einfluss der Verholzung auf drei besondere Eigenschaften der Zellwand, nämlich auf Quellbarkeit, Festigkeit und Dehnbarkeit resp. Elasticität. Natürlich ist es von Wichtigkeit dabei, ein zuverlässiges Mass für den Verholzungsgrad zu besitzen. SCHELLENBERG beschränkt sich darauf, die Farbenintensitäten, welche die Membranen in Folge der Phloroglucin-Salzsäurereaction zeigen, zu vergleichen. Diese Farben-

1) Landw. Jahrb., Bd. 21 (1892).

2) Jahrb. für wiss. Bot. 1896. (Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembran.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

abstufungen stellen den Grad der Verholzung doch nur sehr unvollkommen dar; da das Lignin wahrscheinlich kein einheitliches chemisches Individuum ist, so verräth uns die rothe Farbe der oben genannten Reaction nur einen bestimmten Antheil der incrustirenden Substanzen[1]), der in verschiedenen Zellwänden in wechselnden Procenten enthalten sein kann.

Ich halte es daher vorläufig immer noch für sicherer bei der Beurtheilung des Gehalts von incrustirenden Substanzen sich auf die chemische Analyse zu stützen[2]). Diese ergiebt z. B. für *Cocos*-Fasern 58,4 pCt., für *Caryota* 59,01 pCt. incrustirende Substanzen, während die häufig und irrthümlich auf Grund der Farbenreaction als das Maximum der Verholzung angesehenen Hölzer unserer Waldbäume nach SCHULZE[3]) nur 41,99 pCt. (*Pinus silvestris*) bis 54,01 pCt. Incrustation (*Quercus sessiliflora*) erreichen. Es kommt hinzu, dass bei manchen braun gefärbten Zellwänden (*Caryota*) die Farbenreactionen überhaupt nicht anwendbar sind. Die Hölzer unserer Waldbäume, für welche eine Anzahl Analysen vorliegen, sind jedoch für unsere Zwecke nur mit grösster Vorsicht zu gebrauchen, da die Zellelemente, welche das Holz bilden, zu verschiedenartig sind; während nämlich für die Zugfestigkeit allein das Libriform wesentlich in Betracht kommt, resp. bei Coniferen die Herbsttracheïden, nimmt die Analyse alles mit. Analysen des reinen Libriform liegen nicht vor; wahrscheinlich ist ein geringerer Gehalt an incrustirenden Substanzen. Die Nichtbeachtung dieser Dinge kann zu groben Irrthümern führen, worauf später zurückzukommen sein wird. Die Untersuchung der Textilfasern zur Entscheidung des Einflusses der Verholzung hat den Vorzug, dass man hier ein (einigermassen) gleichartiges Material in Bezug auf den Bau der zusammensetzenden Zellelemente vor sich hat, was bei den Hölzern nicht der Fall ist (Gefässe, Markstrahlen).

I. Quellbarkeit.[4])

Eine Abnahme der merkwürdigen Fähigkeit der Membranen in Wasser gelegt aufzuquellen mit der Zunahme der Verholzung ist schon von vielen Autoren behauptet worden (WIESNER, SACHS), und meine dahin gerichteten Untersuchungen bestätigten diese Ansicht. Natürlich ist damit nicht ausgeschlossen, dass auch noch andere Factoren einen Einfluss auf diese Eigenschaft der Membran auszuüben im Stande sind. Im Gegentheil, nachdem von SCHWENDENER[5])

1) cfr. E. NICKEL, Die Farbenreactionen der Kohlenstoffverbind. Berlin 1890.
2) cfr. Bezieh. zwischen Verholz. etc., Landw. Jahrb. 1892, S. 866.
3) Chem. Centralblatt, 1857, S. 321.
4) cfr. Landw. Jahrb., Bd. 21, S. 841.
5) Sitzungsber. der Berl. Ak. 1887.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und ZIMMERMANN[1]) festgestellt, dass die Achsen der Quellungs- und Polarisationsellipsen gleiche Lage haben, aber in ihren Grössen reciprok sind, ist es klar, dass die Micellarstructur, die Richtung der Micellarreihen dabei berücksichtigt werden muss. Deshalb wurden von mir eben die in dieser Beziehung fast gleichartigen mechanischen Zellen allein zur Untersuchung genommen, so dass nur Fasern mit gleich gerichteten Micellarreihen unter einander verglichen wurden, wie SCHELLENBERG es verlangt. Dennoch zeigten sich die erheblichsten Unterschiede bei verholzten und unverholzten Zellwänden.

SCHELLENBERG führt als Beweis, dass auch verholzte Zellen einer bedeutenden Quellung fähig sind, die von meinem Freunde O. KLEIN[2]) zuerst beobachteten dynamischen Fasern der Infloreszenzachsen der Umbelliferen an. Die wirksamen Zellen erweisen sich mit Phloroglucin und Salzsäure stark verholzt, die grösste Quellung zeigt sich hier in der Längsrichtung, die Poren stehen quer. Entsprechend dem Satze, dass die Quellung senkrecht zur Richtung der Poren am stärksten ist, erhielt KLEIN folgende Resultate:

Verlängerung durch Befeuchten:

Daucus Carota	4,9 pCt.
Daucus Balansae	5,1 „
Daucus polygamus	5,2 „
Caucalis hispida	5,6 „
Tordylium maximum	10,3 „
Tordylium apulum	8,0 „

Ich habe diese Resultate KLEIN's für *Tordylium maximum* in sofern bestätigt gefunden, als ich durch mikroskopische Messungen (KLEIN untersuchte makroskopisch) an herauspräparirten Zellen 4,4 pCt. Verlängerung fand.

Auf Grund dieser Thatsachen stellt SCHELLENBERG die Behauptung auf: „Man kann daher die Verholzung der Membranen nicht mit der Quellungsfähigkeit in Zusammenhang bringen und die geringe Quellbarkeit vieler verholzten Membranen rührt nicht davon her, dass sie stark verholzt sind.“

Ich muss diese Behauptung als voreilig bezeichnen. Sehen wir uns doch erst einmal die Quellungsgrösse unverholzter Membranen gegenüber diesen 5 pCt.[3]) bei Umbelliferenachsen-Elementen an.

Ich gebe zunächst die Tabelle wieder, welche ich in meiner oben angeführten Arbeit veröffentlicht habe. Hier ist die Querschnitts- (also Flächen-) Zunahme angegeben:

1) Jahrb. für wiss. Bot., Bd. II.

2) Beitr. zur Anat. der Infloreszenzachsen. Jahrb. des bot. Gart., Berlin 1887.

3) Auch KLEIN giebt im Durchschnitt 5 pCt. an.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bast (resp. Tracheïden)	Zunahme des lufttrockenen Querschnitts pCt.	Incrustirende Substanz[1]) pCt.
Linum usitatissimum .	55,5	14,29
Cannabis sativa . . .	53,3	15,05
Phormium tenax . . .	34,6	—
Abies pectinata	14,8	42,0
Agave americana . . .	7,5	46,22
Cocos nucifera	1,02	58,4

Zum Vergleich mit den Umbelliferenzellen mussten lineare Ausdehnungen gemessen werden. Besonders leicht zu demonstriren ist die Quellung in der Querrichtung der Hanffaserzellen, weil hier die Messungen an einer einzigen grossen Bastzelle leicht anzustellen sind.

Cannabis.

	trocken (in abs. Alkohol) Theilstr.	in Wasser	lineare Zunahme pCt.
a) Breite	3	4	$33^1/_3$
Länge	54	54	0
b) Breite	4	5	25
Länge	73	73	0

Bei meinen früheren Untersuchungen hatte ich mein Augenmerk besonders auf die Flächenzunahme des Querschnittes gerichtet. Nachdem ich meine damaligen Zeichnungen jetzt auf die Zunahme des Durchmessers von Neuem controllirt, ergab sich linear für *Linum* 25,5, für *Cannabis* 26 pCt. durchschnittliche Verbreiterung der Faser[2]).

Die lineare Zunahme in der Richtung senkrecht zu den Poren der verholzten Fasern der Umbelliferen-Doldenstiele durch Quellung beträgt durchschnittlich 5 pCt. (die von KLEIN bei *Tordylium* an-

1) Nach eigenen Bestimmungen; nur für *Abies* ist der von F. SCHULZE für *Pinus* ermittelte Werth eingesetzt.

2) Durch eine einfache Rechnung kann man sich überzeugen, dass einer linearen Verlängerung von 25 pCt. eine Flächenvergrösserung von 56 pCt. entspricht, vorausgesetzt, dass die Quellung nach zwei senkrechten Richtungen der Fläche gleich gross.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gegebene Grösse von 10,3 pCt. konnte nicht bestätigt werden, wohl aber die von demselben Autor angegebene Durchschnittszahl).

Dagegen findet sich bei den unverholzten resp. sehr schwach incrustirten Fasern von *Linum* und *Cannabis* 25 pCt. lineare Zunahme in derselben Richtung zum Porenverlauf.

Damit ist von Neuem die Abhängigkeit der Achse grösster Quellung von der Stellung der Poren (Verlauf der Micellarreihen) constatirt, andererseits aber auch bei gleichem Porenverlauf die grösste Abhängigkeit vom Incrustirungsgrade, wofür übrigens das noch zu erörternde Verhalten gebleichter Zellwände einen weiteren Belag bieten wird.

Wenn die Pflanze so bei den Umbelliferendolden Krümmungen hervorruft durch verschiedenartige Lagerung der Micelle in zwei Zellschichten und dadurch verursachtes verschiedenartiges Quellungsvermögen, so sind auch Fälle bekannt, wo Verholzung dasselbe leistet. Dafür liefern uns nämlich einige Grasblätter (*Macrochloa tenacissima* etc.) ein durch Tschirch[1]) bekannt gewordenes Beispiel. Auf dem Querschnitt dieser Blätter legen sich in dem zusammenhängenden Bastbelag der Unterseite die verholzten Partien nach aussen an die Epidermis der Unterseite, die unverholzten nach innen. Das Oeffnen geschieht wie beim Metallthermometer in Folge stärkerer Ausdehnung des Innenbelags unverholzter Bastzellen durch Wasseraufnahme. Während bei den Umbelliferen-Doldenstrahlen die Krümmung (um eine zur Längsrichtung senkrechte Achse) durch Orientirung der Poren (Micelle) in gewissen Zellen erreicht wird, ist bei *Macrochloa* die Krümmung (um die Längsachse) durch Verschiedenheit der Verholzung der Bastelemente begründet.

Verhalten gebleichter Zellwände.

Es liegt hier die Frage nahe, wie sich dieselbe Faser verhält einmal im natürlichen Zustande, wenn sie stark incrustirt ist, andererseits nach Auslaugung der incrustirenden Substanzen durch den Bleichprocess.

Die Versuche wurden mit der stärkst verholzten Cocosnussfaser und mit Holzwolle aus Coniferenholz angestellt. Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Lösung der incrustirenden Substanzen wurde durch ein Gemisch von chlorsaurem Kali mit Salzsäure, deren specifisches Gewicht 1,05 nicht übersteigt, meist aber bedeutend schwächer war. Nach zehntägiger Behandlung, Auswaschen mit warmem, ganz schwachem Ammoniakwasser und

1) Beitr. zu der Anat. und dem Einrollmechanismus einiger Grasblätter. Pringsheim's Jahrb., Bd. XIII, 1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

reinem Wasser[1]) zeigte die Faser keine Holzreaction mehr mit Phloroglucin und Salzsäure. Das Quellen im Wasser erreicht erst nach ca. 1 Stunde sein Ende.

Cocos nucifera.

I. Rohe Faser.

Querdurchmesser eines Faserbündels.

Nummer	In Alkohol abs. Theilstr.	In Wasser Theilstr.	Procentuale Zunahme
1.	40	41	2,5
2.	91	95	4,4
3.	67	68,5	2,1
4.	58	59	1,7
		Mittel . . .	**2,7** pCt.

II. Gebleichte Faser.

Querdurchmesser eines Faserbündels.

Nummer	In Alkohol abs. Theilstr.	In Wasser Theilstr.	Procentuale Zunahme
1.	64	70	9,4
2.	78,5	90	14,6
3.	56	65	16,0
4.	42	48	14,2
5.	68	78	14,7
6.	61	71	16,4
7.[2])	34	41	20,6
		Mittel . . .	**15,1** pCt.

(Holzwolle feine).

I. Rohe Faser (mit Phloroglucin + HCl roth).

Breite des flachen Bandes (radialer Stammschnitt).

Lfd. Nr.	in Alkohol abs.	in Wasser	Zunahme pCt.
1	20	22	10
2	44	50	13,4
3	47	51½	9,6
		Mittel . . .	**11,0**

1) Dieses Auswaschen ist absolut nöthig zur Entfernung der Incrustation.
2) Letztere Faser hatte mehrere Wochen gebleicht, die übrigen nur 1½ Woche.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

II. Gebleichte Faser (mit Phloroglucin + HCl nur an dickeren Stücken noch Rothfärbung).

Breite des flachen Bandes (radial).

Lfd. Nr.	in Alkohol abs.	in Wasser	Zunahme pCt.
1	21	25	19,0
2	45	$52^1/_2$	16,7
		Mittel . . .	$\frac{35,7}{2}$ = **17,85**

Durch das Entfernen der incrustirenden Substanzen wurde bei Cocosfaser die Quellungsfähigkeit von 2,7 pCt. auf 15,1 pCt., bei Holzwolle von 11,0 pCt. auf 17,85 pCt. erhöht.

Ich glaube nicht nöthig zu haben, diesen Zahlen weitere Erläuterungen hinzuzufügen, sie beweisen im Gegensatz zu SCHELLENBERG nach meiner Ansicht klar, dass die Verholzung[1]) der Membranen in untrennbarem Zusammenhang mit der Quellungsfähigkeit derselben steht und dass die geringe Quellbarkeit vieler Membranen von ihrer Verholzung herrührt.

Es sei hier noch bemerkt, dass ein Controllversuch mit gebleichtem Hanf keine Steigerung der Quellungsfähigkeit zeigte, dieselbe betrug nach 14tägiger Bleichung 24,4 pCt., also ebenso viel wie bei der ungebleichten Faser.

Festigkeit.

Frühjahrs- und Herbstholz.

Will man den Einfluss der Verholzung auf die Festigkeit der Zellwände untersuchen, so muss man alle übrigen Factoren, welche das Tragvermögen beeinflussen, in Rechnung ziehen oder, falls das nicht geht, dafür sorgen, dass dieselben überall in gleicher Grösse auftreten. Dass die Verholzung als alleiniger Factor in Betracht käme, bei der Verminderung des Tragvermögens, ist von mir nie behauptet worden, ich habe vielmehr schon in meiner früheren Arbeit beim Coniferenholze die Wirkung der Poren (Tüpfel) nachgewiesen, welche durch die Verschiedenheit ihrer Grösse und Zahl das Tragvermögen auf die Hälfte und mehr herabsetzen können. So zeigt:

1) Dieselbe wird charakterisirt durch das Vorhandensein der durch den Bleichprocess ausziehbaren Stoffe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Herbstholz mit kleinen Poren von

Pinus silvestris	*Abies pectinata*
F = 35,6	F = 32,6
F = 50,4	F = 49,1
F = 50,9	F = 54,9
F = 45,5	Durchschnitt = 45,5
F = 44,6	
Durchschnitt = 45,4	

Frühjahrsholz mit vielen grossen Poren:

Pinus silvestris	*Abies pectinata*
F = 19,8	F = 20,0
F = 19,5	—
Durchschnitt = 19,65	F = 20,0

SCHELLENBERG hat bei der Querschnittsbestimmung zwar die verschiedene Dick- resp. Dünnwandigkeit berücksichtigt, aber nicht die Schwächung der Zellwände des Frühjahrs- und Sommerholzes durch die Poren.

Bei gleich starker Verholzung zeigen sich eben die Herbsttracheïden ungefähr doppelt so zugfest als die Frühjahrstracheïden, wie ich schon früher nachgewiesen, aber nicht aus Gründen des zum Aufbau verwendeten Materials, sondern aus Gründen der Construction der Zellwände.

Daraus ergiebt sich, dass Zahlen, welche die Unterscheidung von Frühjahrs- und Herbstholz unterlassen, überhaupt unbrauchbar sind, um den Einfluss der Verholzung festzustellen.

So lange nicht der Antheil von Frühjahrs-, Sommer- und Herbstholz bei allen Versuchen derselbe ist, was offenbar[1]) nicht der Fall war, kann das constatirte geringe Tragvermögen bei *Pinus*, *Picea* und *Larix* einfach durch Ueberwiegen von Frühjahrs- und Sommerholz bei den untersuchten Streifen verursacht sein. Alle an diese Zahlen geknüpften Schlüsse sind also, was den Einfluss der Verholzung betrifft, hinfällig, im Besonderen der Schluss, „dass die Festigkeit einer Membran unabhängig von ihrer Verholzung ist.“ Wenn also SCHELLENBERG sagt (S. 243): „Aus meinen Zahlen geht deutlich hervor, dass die Grösse der Festigkeit unabhängig ist von dem Grad der Verholzung“, so hat er in sofern recht, als für die untersuchten Zellmembranen die Festigkeit in erster Linie abhängig von der Grösse und Vertheilung der Poren ist.

Hat man jedoch zwei Zellmembranen von annähernd gleichem Bau, dann kann der Einfluss des Factors der Verholzung deutlich werden, und dann zeigt sich eine Schwächung der Festigkeit, wie

1) Bei SCHELLENBERG's Versuchen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das bei den übereinstimmend gebauten mechanischen Zellen der Faserstoffe zu constatiren ist. Hierauf soll im Folgenden noch etwas näher eingegangen werden.

Einfluss der Zellconstruction und des Zellverbandes.

Um nun den Umstand der Schwächung der Zellwände durch die grossen behöften Poren zu vermeiden, wurde nur Herbstholz der Arten *Pinus silvestris*, *Larix decidua* und *Picea excelsa* einer Prüfung auf Festigkeit unterzogen[1]). Für *Abies pectinata* werden die schon früher von mir gefundenen Zahlen gegeben werden.

Die Resultate waren folgende:

Abies pectinata	*Pinus silvestris*
1. F = 32,6	1. F = 45,5
2. F = 49,1	2. F = 44,6
3. F = 54,9	[2]) 3. F = 35,6
	[2]) 4. F = 50,4
	[2]) 5. F = 50,9
Durchschnitt = **45.5**	Durchschnitt = **45,4**

Larix decidua	*Picea excelsa*
1. F = 27,0	
2. F = 25,6	
3. F = 35,1	1. F = 18,2
4. F = 24,0	2. F = 25,4
5. F = 27,0	3. F = 24,2
6. F = 22,1	
Durchschnitt = **26,8**	Durchschnitt = **22,6**

Zum Vergleich seien hier die von SCHELLENBERG gefundenen Zahlen gegeben:

Abies pectinata	32 315 *kg*
Pinus silvestris	13 755 „
Larix decidua	18 945 „
Picea excelsa	18 424 „

Es ergiebt sich also bei Unterscheidung von Herbstholz[3]) und Frühjahrsholz ein ganz anderes Bild, als es die SCHELLENBERG'schen Zahlen zeigen. Allerdings wurde die erwartete Uebereinstimmung nur bei *Abies* und *Pinus* gefunden, während *Larix* und *Picea* starke Schwächung zeigten, deren Gründe noch zu suchen waren und später aus einander gesetzt werden sollen.

Was zunächst *Abies* und *Pinus* anbetrifft, so stimmen sie in den meisten Factoren, welche Einfluss auf den Festigkeitsgrad haben,

1) Nach der bekannten Methode (cfr. Landw. Jahrb. 1892, S. 844) des Einspannens in Klemmschrauben, Belastens mit Gewichten resp. Schrot bis zum Bruch und Zeichnens des Querschnittes mittelst Camera auf Carton, der ausgeschnitten und gewogen wird.

2) Nach früheren Bestimmungen cfr. Landw. Jahrb. 21, S. 854.

3) Richtiger wohl Sommerholz nach RUSSOW.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

überein. Die Verholzung (Gehalt an incrustirenden Substanzen) ist auch nach der Analyse bei beiden annähernd dieselbe[1]). Die Quellungsfähigkeit des Herbstholzes, welche in Folge ihrer Abhängigkeit von der Verholzung einen Gradmesser für dieselbe abgeben dürfte, ist von mir in mehrfachen Versuchen für die genannten Arten bestimmt worden; sie sind in Anbetracht der schwierigen und mit Fehlern behafteten Methode des Zeichnens auf Cartonpapier, des Ausschneidens und Wiegens von ziemlicher Uebereinstimmung für *Pinus*, *Abies* und *Larix*. Nur *Picea* zeigt bedeutende Abweichung.

	Gewicht des Cartons, gezeichnet trocken in abs. Alk.	Gewicht des Cartons, gezeichnet in Wasser	Zunahme des Querschnitts
Picea	0,74 *g*	0,79 *g*	6,7 pCt.
	0,59 „	0,61 „	3,4 „
			Durchschn. **5,05** pCt.
Larix	1,10 *g*	1,20 *g*	9,1 pCt
	0,80 „	0,93 „	16,2 „
			Durchschn. **12,65** pCt.
Pinus	0,37 *g*	0,42 *g*	13,5 pCt.
	0,80 „	0,925 „	15,5 „
			Durchschn. **14,5** pCt.
Abies	0,58 *g*	0,63 *g*	7,8 pCt.
	0,47 „	0,52 „	10,64 „
	0,135 „	0,155 „	14,8 „
			Durchschn. **11,08** pCt.

Aus der geringen Quellungsfähigkeit würde sich ergeben, dass bei *Picea* eine stärkere Verholzung vorhanden ist. Der stärkere Grad von Incrustation bei *Picea* ist auch in der That mikrochemisch leicht nachweisbar. Phloroglucin und Salzsäure lassen hier an dünnen Schnitten eine sehr starke Mittellamelle oder Mittellamelle und angrenzende äusserste Zellschichten hervortreten (Fig. 2), während bei *Pinus* sich nur ein linienförmiges Netz von stärker gefärbten Mittellamellen ergiebt (Fig. 1). Wie *Pinus* verhalten sich auch *Larix* und *Abies*. Während aber *Pinus* und *Abies* im Herbstholze sehr selten Intercellularräume zeigen, finden sich dieselben bei *Picea* und *Larix* in grosser Zahl. Bei *Larix* kann man oft auf dem Querschnitt Tracheïden finden, die in jeder Ecke ihres polygonalen Querschnittes Lücken zeigen. Dass durch eine grosse Zahl solcher Lücken das Gefüge der Zellen gelockert wird, ist wohl klar. Die Möglichkeit der Trennung der Zellen aus ihrem Verbande ist dadurch gegeben

1) Stackmann, Studien über die Zusammensetzung des Holzes. Dorpat, 1878, Diss. angeführt von Wieler, Landw. Vers.-Station 32, S. 350.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

resp. erleichtert. Man kann auch an den Zerreissungsstellen ein solches Herausziehen einzelner Tracheïden aus dem Verbande fast stets beobachten, wenn auch die Mehrzahl schliesslich quer durchgerissen erscheint. Dass die Verschmelzung oder Verkittung der einzelnen mechanischen Elemente bei Untersuchungen der Festigkeit stets zu beachten ist, zeigt z. B der Bast von *Daphne Mezereum*, welcher in Folge des Lösens der Bastelemente von einander nur geringes Tragvermögen hat. Wir kommen also zu dem Resultate, dass das Herbstholz von *Picea* in seinem Tragvermögen (22,6) durch starke Verholzung und Intercellularen, das von *Larix* (26,8) nur durch Intercellularen geschwächt wird im Vergleich zu *Pinus* (45,4) und *Abies* (45,5).

Eine Verschiedenheit in der Grösse und Vertheilung der Poren, welche ebenfalls von Einfluss sein könnte, ist bei *Picea*, *Abies* und *Larix* nicht zu beobachten. Dagegen zeigt *Pinus* in dieser Hinsicht ein interessantes Verhalten. Diejenigen Poren nämlich, welche hier zu Markstrahlen führen, sind ganz besonders gross, nach mikrometrischen Messungen über doppelt so gross und vor Allem auch breiter wie bei *Abies*, *Larix* und *Picea*[1]). (5 : 2, Fig. 3). Um die damit verbundene Schwächung der Zellwand wieder auszugleichen, ist aber dieselbe hier ausserordentlich verdickt, fast bis zum Verschwinden des Lumens an vielen Stellen. Diese spindelförmigen Verdickungen im Herbstholze sind so charakteristisch, dass sie ein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal des Kiefernholzes von dem Holze der anderen genannten Coniferen bildet; man kann das Kiefernholz ebenso gut daran erkennen, als an den zackenartigen Vorsprüngen der sogen. Quertracheïden. Nur *Larix* zeigt mitunter ebenfalls ganz schwache Andeutungen ähnlicher Verdickungen, jedoch sind dieselben kaum bemerkbar.

Nach alledem tritt also auch hier der Einfluss der Verholzung deutlich hervor, wenn man nur alle wirksamen Factoren gehörig berücksichtigt, nämlich Material, Bau der Zellwände (Poren) und Verkittung oder Zusammenhang der Zellen. Das Material der Zellwände wird in allen untersuchten Fällen durch die Incrustation minderwerthig für Festigungszwecke. Für andere Aufgaben des pflanzlichen Organismus mag die Verholzung Vortheile bringen, die sich aus der verminderten Quellungsfähigkeit der Membranen ergeben. Ich denke da an die Beobachtungen, welche man mitunter über den Wassergehalt der Bäume im Winter gemacht hat[2]). Die Zweige von Laubhölzern zeigten z. B. in Folge der langen trockenen und kalten Witterung des Winters 1890/91 einen bedeutend geringeren Wasser-

1) Bei *Picea* am kleinsten.

2) R. Hartig, Forstl. naturw. Ztg. 1892 S. 85—88.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gehalt als im folgenden Frühjahre. In viel höherem Masse soll dies nach HARTIG's Angaben noch bei den Nadelhölzern der Fall sein. Eine ganze Reihe von Beobachtungen werden mitgetheilt, in denen Kiefernzweige im Winter vertrocknet sind, weil sie den bei Erwärmung gesteigerten Transpirationsverlust aus dem Stamme und dem gefrorenen Boden nicht zu ersetzen vermochten.

Bei so starkem Wassermangel könnte nun sicher ein Reissen des Holzkörpers eintreten, wie wir es an Holzscheiben von Stämmen beim Trocknen derselben beobachten, wodurch natürlich eine starke Schädigung des Stammes hervorgerufen würde. Für gewöhnlich dürften wohl die Schwankungen des Wassergehaltes der lebenden Bäume nur geringe sein, in den oben angeführten Ausnahmefällen würde aber sicher verminderte Quellungsfähigkeit resp. vermindertes Vermögen zu schwinden von Nutzen für den Organismus der Pflanze sein.

Erklärung der Abbildungen.

Für sämmtliche Figuren Vergr. 500.

Fig. I. Querschnitt von Herbsttracheïden von *Pinus silvestris* mit linienförmiger Mittellamelle.

„ II. Dieselben Zellen von *Picea excelsa* mit starker Mittellamelle resp. Verholzungsschichten.

„ III Spindelförmige Wandverdickungen von Tracheïden von *Pinus* an der Berührungsstelle mit Markstrahlen.

„ IV. Dieselben Zellen von *Abies pectinata*. (Zum Vergleich).

---

19. Hans Molisch: Ueber ein neues, einen carminrothen Farbstoff erzeugendes Chromogen bei Schenckia blumenaviana K. Sch.

Eingegangen am 13. März 1901.

Schenckia blumenaviana K. Sch. ist eine in Brasilien bei Blumenau in der Provinz S. Catharina vorkommende Rubiacee aus der Abtheilung Cinchonoideae-Cinchoninae-Rondeletiae. Ich hatte Gelegenheit diese Pflanze längere Zeit im Gewächshause meines Instituts zu beobachten. Ihre Blätter erscheinen dunkelgrün ohne jede Spur eines rothen Farbstoffs. Stirbt aber ein Stengel oder ein Blatt im Gewächshause langsam ab, so färben sich beide roth. Auch wenn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

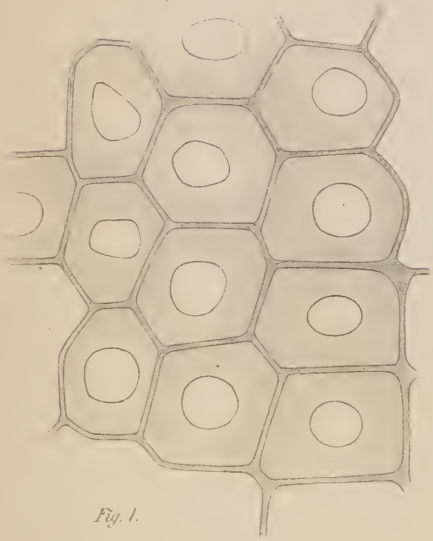

Fig. 1.

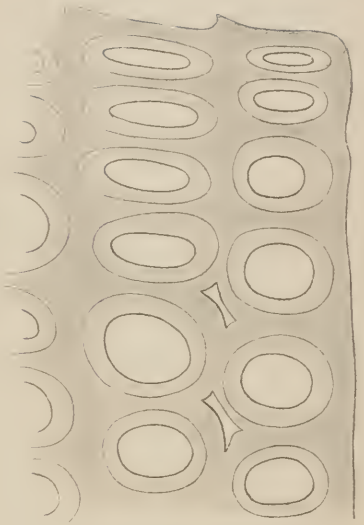

Fig. 2.

Fig. 3.

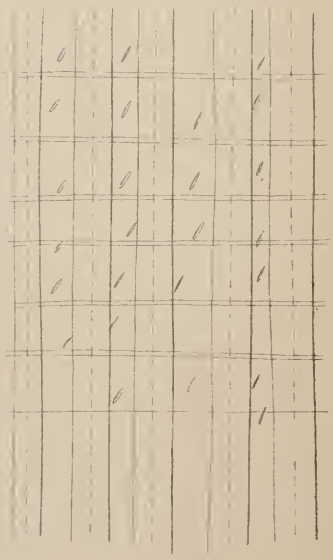

Fig. 4.

E. L. s. e lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 19

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

Artikel/Article: Verholzung und mechanische Eigenschaften der Zellwände. 139-149