

Die Sprunglinien in nativen Bastfasern und ihre Bedeutung

Autor(en): **Haller, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **58 (1948)**

PDF erstellt am: **17.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-41313>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

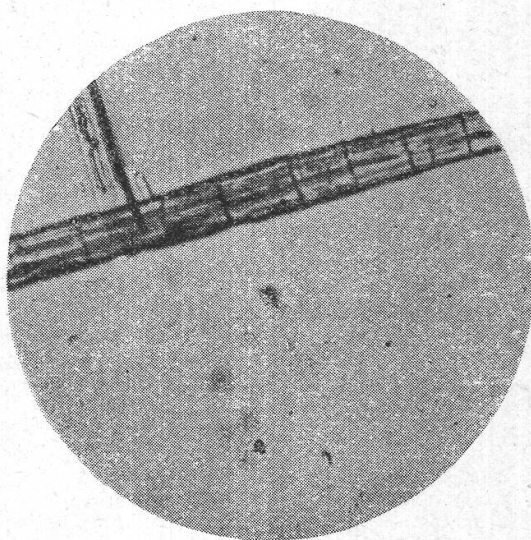
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Sprunglinien in nativen Bastfasern und ihre Bedeutung

Von Prof. Dr. R. Haller, Riehen

Eingegangen am 17. April 1948

Bei der mikroskopischen Untersuchung von nativen Bastfasern wird man neben den charakteristischen « Verschiebungen » feine Linien beobachten können, welche in der Querrichtung verlaufen, sich oft über das ganze Faserbündel hinziehen, oft aber auch nur bis zur Faserachse,



Figur 1

Jutefaser nach Carbonisation
in HCl in Wasser

oft auch nur auf kurze Strecken gegen die Mitte der Achse verlaufen. Diese Linien sind schon lange bekannt¹, ohne daß man sich über deren Wesen bisher klar geworden wäre. In der einschlägigen Literatur scheint es, als ob diese Linien auch als Poren angesehen würden (loc. cit.)², welche die respektable Dicke von bis zu 2μ erreichen können, in anderen Fällen sich aber an den Grenzen mikroskopischer Sichtbarkeit bewegen. Diese Sprünge in den Wandungen der Bastfaserzellen erstrecken sich vielfach über den ganzen Umfang der Faserbündel und treten im polarisierten Licht bei x Nicols besonders eindrucksvoll in Erscheinung; man kann sie unter diesen Bedingungen scharf von den sogenannten Verschiebungen unterscheiden.

¹ Vgl. Der Flachs, Technologie der Gespinnstfasern, Herzog'sche Sammlung, Berlin, 1930, S. 156. Vgl. auch Lüdtkke Zellulosechemie XIV (1933), S. 3—4.

² Nodder, A study of flax and kindred Fibres, II. J. Text. Inst., Bd. 12, S. 213.

Untersucht man nun diese scheinbaren Sprünge unter Anwendung von stärkeren Vergrößerungen, so kann man beobachten, daß dieselben keineswegs gleichmäßig gegen die Achse der Faserbündel fortschreiten, sondern einen recht unregelmäßigen, gebrochenen Verlauf nehmen. Ein gewisser regelmäßiger Rhythmus in der Anordnung der Linien ist unverkennbar; die Abstände zwischen denselben sind nahezu gleich.

Schon bei den sogenannten « Verschiebungen » beobachtet man, daß bei Behandlung mit Chlorzink-Jod dieselben intensiver gefärbt sind als die übrigen Partien der Zellwand. Auch bei den Sprunglinien zeigt sich dieselbe Erscheinung. Wenn diese höhere Intensität der Färbung bei den « Verschiebungen » sicherlich auf nichts anderes als auf die höhere Substanztiefe, infolge Übersichtung einzelner Bastfaserzellen, zurückzuführen ist, so kann hier die kräftigere Färbung der Sprunglinien wohl kaum auf derselben Ursache beruhen, da dazu die bei den « Verschiebungen » geltenden Voraussetzungen nicht zutreffen.

In Beziehung zu diesen Sprunglinien scheint auch der chemische Angriff der Fasern einerseits durch Oxydation, anderseits durch Säuren zu entstehen. Werden Fasern, auch Baumwolle, welche zwar keine derartigen Linien zeigt, mit Oxydationsmitteln, beispielsweise Hypochlorit oder dann mit Säuren, behandelt, letzterer Vorgang ist unter dem Namen von « Karbonisierung »¹ bekannt, so wird man einen Zerfall des Fasermaterials in kurze Bruchstücke beobachten, von denen aber jedes noch durchaus den Charakter der ursprünglichen Faser zeigt. Wir wissen, daß durch diese Behandlungen die Fasern zum Teil in Oxyzellulose, bzw. Hydrozellulose übergeführt werden. Diese Substanzen sind keineswegs einheitlicher Natur, sondern bestehen aus heute noch nicht genügend untersuchten, stark reduzierend wirkenden Abbauprodukten der Zellulose, gemischt mit noch offenbar unveränderter Zellulose², wenn man als « unveränderte » Zellulose eine Substanz bezeichnet, der ein Reduktionsvermögen in alkalischer Lösung fehlt und welche mit Chlorzink-Jod, dann mit Jod + Schwefelsäure die bekannten Farbenreaktionen zeigt und zuletzt in Äthylendiamin-Kupfer löslich und in substantiven Farbstoffen färbbar ist.

Behandelt man nun diese durch die gekennzeichneten chemischen Eingriffe modifizierten Fasern unter dem Mikroskop mit konzentrierter Natronlauge, so beobachtet man, daß diese Fragmente an der Oberfläche beginnende Sprünge aufweisen, welche sich rasch ausweiten und kräftige, in die Fasersubstanz eindringende, klaffende Lücken bilden. Es macht also entschieden den Eindruck, als ob im Verlaufe dieser Sprünge der Angriff des Oxydationsmittels, bzw. der Säure, besonders intensiv erfolgt sei, daß also diese Stellen tatsächlich so etwas wie « loci minoris

¹ Vgl. Wiesner, Elementarstrukturen, Wien, 1892, S. 160.

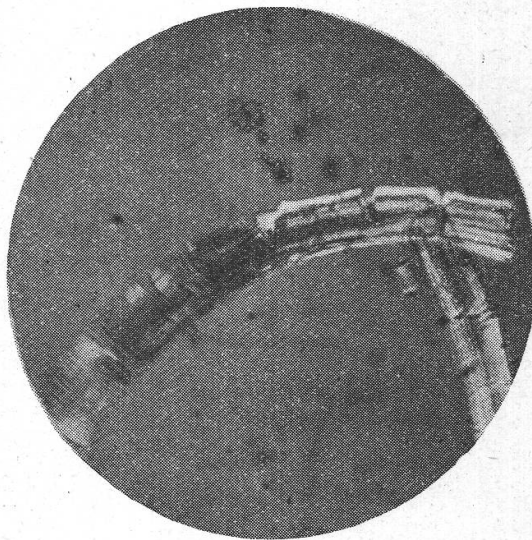
² Koll. Zeitschrift 94 (1941), S. 310.

resistentiae » der Fasern darstellen. Das ist um so wahrscheinlicher, als wir ja wissen, daß die oben gekennzeichneten chemischen Modifikationen niemals die genannte Substanz der Faser gleichmäßig erfassen, sondern daß nur bestimmte Anteile der Umwandlung in Oxyzellulose, bzw. Hydrozellulose anheimfallen. Die topographische Anordnung dieser Anteile in der Faser ist aber im allgemeinen unbekannt.

Es läßt sich nun durch direkte Beobachtung der Einwirkung der Natronlauge auf die Faserfragmente feststellen, daß die klaffenden Spalten in der Fasermasse ihren Ausgang eben bei den gekennzeichneten Spalten nehmen. Damit die direkte Beobachtung möglich wird, muß man die Fragmente auf dem Objektträger fixieren, da dieselben sonst von der unter das Deckglas strömenden Lauge in ihrer Lage verschoben und aus dem Gesichtsfeld verschwinden würden. Es geschieht dies durch Aufstreuen der zu beobachtenden Fragmente auf eine sehr dünne, auf

Figur 2

Dieselbe Faser wie Figur 1 nach
Behandlung in $\text{NaOH } 20^\circ \text{ Bi.}$
polarisiertes Licht bei $\times$ Nicols.
Die Querspaltan stimmen voll-
kommen mit den Querstreifen
überein



den Objektträger gestrichene Schicht einer Lösung von arabischem Gummi. Die Fixierung der Faserpartikel ist dann nach Trocknen der Gummischicht ausreichend, um ein ungestörtes Beobachten zu ermöglichen.

Die oben beschriebenen Vorgänge beobachtet man vorzugsweise bei Bastfasern, und zwar sowohl bei Flachs, Hanf und besonders ausgeprägt bei Jute, während Baumwolle nach der Behandlung mit Oxydantien und Säuren zwar ebenfalls in Faserfragmente zerfällt, bei der Einwirkung von Lauge aber bei weitem keine so intensive Bildung von klaffenden Spalten in der Zellwand zeigt wie die Bastfasern.

Welches ist aber nun der Verlauf dieser Sprünge innerhalb der Fasersubstanz? Zunächst glaube ich, daß « Sprünge » für diese Strukturen nicht die richtige Bezeichnung sind. Eingehende mikroskopische Untersuchung wird vielmehr scheinbar feine Kanäle feststellen, welche

sich oft über größere Bereiche der Bastfaserzellen erstrecken. Stehen nun dieselben allenfalls mit der Lumina der Bastfaserzellen in irgendeiner Beziehung? Eine Feststellung ist schon bei oberflächlicher Beobachtung zu machen: der Verlauf dieser Linien, die man zunächst als Kanäle ansehen könnte, ist streng senkrecht zur Faserachse.

Sollten diese scheinbaren Kanäle tatsächlich als Verbindung zwischen einzelnen Bastfaserzellen anzusehen sein, so müßte man nach Isolierung derselben, beispielsweise durch Behandlung mit konzentrierter Natronlauge, doch gewisse Tüpfelchen in der Wand der Bastfaserzellen beobachten müssen, welche als Einmündungsöffnungen in das Innere der Zellen aufgefaßt werden könnten. Da die Kanäle rund erscheinen, würde vermutlich eine solche Öffnung ebenfalls rundlich sein. Derartige Öffnungen sind aber nicht zu beobachten. Auch bei der Quellung in Äthylendiamin-Kupfer lassen sich keine solchen Poren in der Zellwand feststellen. Quillt man in konzentrierter Schwefelsäure, so verschwinden diese Querstreifen, und nach der Auflösung der Zellmembran bleibt lediglich die vollkommen unveränderte Mittellamelle zurück, wobei von den früher deutlich in Erscheinung getretenen Querstrukturen keine Spur zu beobachten ist.

Wenn man diese Querstreifen andernorts¹, allerdings besonders für Hanf, als Reste von aufgelagerten Parenchymzellen ansieht, so ist dies für Jute sicher nicht der Fall. Hier kann man auch mit den stärksten Vergrößerungen keine Spur irgendeiner Auflagerung feststellen, man hat besonders bei der Anwendung von polarisiertem Licht bei $\times$ Nicols den entschiedenen Eindruck von freien, quer durch die Bastzellenbündel verlaufenden Kanälen. Mir scheint auch, daß eine Auflagerung von Parenchymzellenrelikten kaum in so beschränkter Weise und in so regelmäßigem Rhythmus erfolgt wäre, und ich kann mich mit dieser Erklärung schon mangels des Nachweises dieser Auflagerungen nicht befrieden.

Übrigens braucht man diese Querstreifen nur einmal bei tiefer Einstellung, ein andermal bei hoher Einstellung zu beobachten, um zur Überzeugung zu gelangen, daß es sich hierbei nicht um Residuen irgendeiner Substanz handelt. Bei hoher Einstellung besonders machen diese Querstreifen durch ihre starke Lichtbrechung durchaus den Eindruck von feinen Kanälen.

Gegen die Existenz von solchen Kanälen spricht aber eine andere Beobachtung. Behandelt man die nativen Jutefasern mit konzentrierter Schwefelsäure 1,6 spezif. Gewicht, so wird die Zellwand der Bastzellen langsam gelöst, und es hinterbleibt zuletzt die Substanz der Mittellamelle in Form von längsorientierten, noch völlig zusammenhängenden Mem-

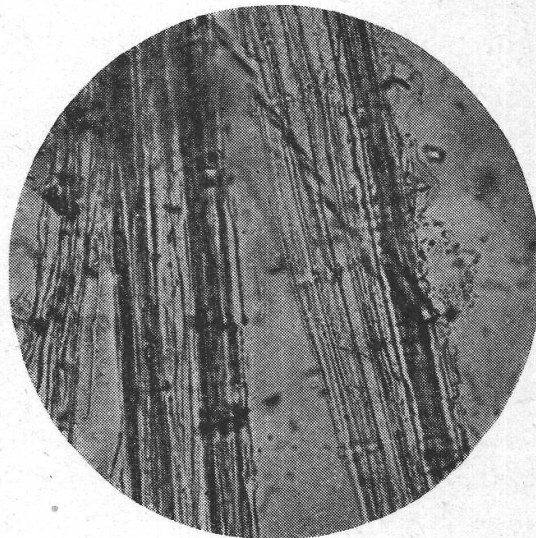
¹ Hanf und die Hartfasern, Technologie der Textilfasern. Sammlung Herzog, V, 2. Teil, S. 40.

branen. Würden aber die oben gekennzeichneten Querstreifen Kanäle darstellen, welche die Faser quer durchziehen, so müßten dieselben die Mittellamelle auf ihrem Verlauf quer durch die Faser perforieren, und es müßten also an diesen Stellen Poren in dieser Membran zu sehen sein. Davon ist aber keine Spur zu erblicken; die Mittellamellenmembranen sind absolut kontinuierlich, ohne jede Unterbrechung.

Mechanische Einflüsse, wie sie bei der Freilegung und der Reinigung der Jutefaser unvermeidlich und beispielsweise bei den Leinen- und Hanffasern die Ursache der sogenannten « Verschiebungen » sind, können hier deswegen kaum in Frage kommen, da die große Regelmäßigkeit in den Intervallen, ferner der vollkommen geradlinige Verlauf der Querstreifen, absolut senkrecht zur Faserachse, niemals von mechanischen Einflüssen herrühren können.

Wie aus dem Vorausgegangenen mit Deutlichkeit hervorgeht, sind

Figur 3
Jutefaser mit Querstreifen nach
Acetylierung in Benzol



weder anatomische noch morphologische Anhaltspunkte gefunden worden, welche auf die Entstehung und den Charakter der gekennzeichneten Querstreifen mit ausreichender Sicherheit schließen lassen würden.

Ich habe mir nun über die Bedeutung dieser sich regelmäßig wiederholenden Querzonen folgende Anschauung gebildet. Ich halte dafür, daß dieselben durch das Wachstum der Faser bedingt, also « nativ » sind. Aus der bemerkenswerten Lichtbrechung bei hoher Einstellung, welche besonders bei der Untersuchung der Fasern im polarisierten Licht bei $\times$ Nicols in Erscheinung tritt, schließe ich auf einen von der übrigen Zellwand abweichenden Zustand im Mizellargefüge, und zwar nehme ich an, daß dieses Mizellargefüge lockerer ist als jenes der übrigen Zellwand. Ich erkläre mir auf Grund dieser Anschauung die bekannten, durch Behandlung karbonisierter Jutefasern mit konzentrierter Natronlauge entstehenden Querrisse in den Faserwandungen, welche nachge-

wiesenermaßen ihren Ausgang immer an diesen Querzonen nehmen, dadurch, daß ich annehme, daß eben infolge des lockeren Gefüges des mizellaren Aufbaus in den Querzonen einwirkende flüssige Reagentien zunächst den Weg des geringsten Widerstandes nehmen und daher zuerst in die Substanz der Querzonen eindringen und sich dann wohl von dort in die weitere Umgebung derselben ausbreiten. So denke ich mir den Verlauf der Karbonisation mit Salzsäure oder Phosphorsäure, wobei die chemische Beeinflussung der Substanz der Faserwand in diesen Querzonen zuerst und wohl infolge der dort wegen des lockeren Gefüges geringeren Konzentration an Fasersubstanz besonders intensiv ist. Ebenso wird dann die konzentrierte Natronlauge in diese schon chemisch modifizierten Faserpartien zuerst eindringen, gewisse Substanzpartien rasch lösen, wobei durch die dann eintretende Quellung der Faser das Auseinanderweichen der zwischen den Querzonen befindlichen Faserpartien, die klaffenden Lücken in der Oberfläche der Bastfaserbündel, gebildet werden.

Auf einen Umstand, welcher für den « locus minoris resistentiae » spricht, möchte ich hinweisen, welcher im Resultat der Azetylierung von Jutefasern in einem Medium (Benzol) liegt, also unter Bedingungen, in denen der Faserzustand erhalten bleibt. Die mikroskopische Untersuchung solcher azetylierter Jute ergibt nun an den Stellen der Querstreifen überall vorstehende Wulstbildungen deswegen, weil dort der Azetylierungsprozeß vor allem eingesetzt hat. Diese Beobachtung steht nun vermutlich doch in irgendeiner Beziehung zu den Beobachtungen, welche Kanamaru¹ bei der Azetylierung von Ramiefasern gemacht hat.

Alle diese Anschauungen suchen das eigentümliche Verhalten der karbonisierten Bastfasern in konzentrierter Natronlauge zu erklären, geben aber naturgemäß keinen Aufschluß über die Entstehung dieser in rhythmischer Folge in vielen Fasern, nicht in allen, gebildeten Querzonen. Hier müßte wohl die biologische Untersuchung einsetzen und untersuchen, ob derartige regelmäßig orientierte Zonen schon während des Wachstums und der Entwicklung der Fasern gebildet werden und auf welche Ursachen deren Entstehung zurückzuführen sind.

¹ Helv. Chim. acta 17 (1934), S. 1429.