

19. Ernst Schilling: Zur Morphologie, Physiologie und diagnostischen Bewertung der Bastfasern von *Cannabis sativa*.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 16. November 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die Bastfasern von *Cannabis sativa* bilden seit 70 Jahren den Gegenstand einer alten Streitfrage, welche trotz zahlreicher Untersuchungen nicht zum Abschluß gebracht werden konnte. Es handelt sich dabei um die sogenannten „Gabelenden“ der Hanffaser. Während die Mehrzahl der Bastfasern in lang ausgezogene, an der Spitze meist etwas abgerundete, selten scharf zugespitzte Enden verläuft, sollen gleichzeitig konstant solche Fasern auftreten, deren Ende sich in mehrere kurze Zinken oder auch längere Aeste teilt und demnach als deutlich verzweigtes ~~ist~~ gabelförmiges Gebilde zu erkennen ist. Dieser Befund war für die Vertreter der angewandten Botanik und der Warenkunde deshalb von besonderem Interesse, weil er die Möglichkeit bot, mit seiner Hilfe die technisch verwertete Hanffaser von der ähnlich gebauten, aber der Gabelenden entbehrenden Flachsfaser zu unterscheiden. So zahlreich jedoch die Arbeiten über diese Gabelenden sind, so widersprechend sind die Angaben der Untersucher. Auf der einen Seite stehen Autoren wie SCHACHT (1853), V. HÖHNEL¹⁾, SAITO (1901), HANAUSEK (1901), KORN (1909), SONNTAG (1911), BEAUVÉRIE (1913), REIMERS (1919) und weitere, die Gabelenden beobachtet haben und sie als Erkennungsmerkmal der Hanffaser ansprechen. Auf der anderen Seite wird dies bekämpft von CRAMER (1881), WIESNER (1867 und 1921), VETILLARD (1876), LECOMTE (1892), BRIOSI und TOGNINI²⁾, SELLEGER (1904), A. HERZOG (1908) und anderen: sie finden entweder überhaupt keine oder nur so selten Gabelenden, daß sie dieselben als diagnostisches Merkmal ganz verwerfen oder nur sehr vorsichtig bewertet wissen wollen. Am weitesten geht auf der einen Seite V. HÖHNEL, der aus dem Auftreten der Gabelenden sogar die Herkunft des Hanfes be-

1) Zur Mikroskopie der Hanf- und Flachsfaser. Ztschr. f. Nahrungsmitteluntersuchung, Hygiene und Warenkunde 1892. — Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, 1906, p. 48.

2) Anatomia della Canapa. Mailand 1896, Bd. II, p. 148.

stimmen will: je südlicher die Heimat der Pflanze, desto mehr Gabelenden werden gebildet. Indischer Hanf weist starke Verzweigung der Enden auf, nordischer Hanf seltene Gabelbildung, spanischer Hanf steht etwa dazwischen. Ganz entgegengesetzt äußern sich auf der anderen Seite BRIOSI und TOGNINI in ihrer

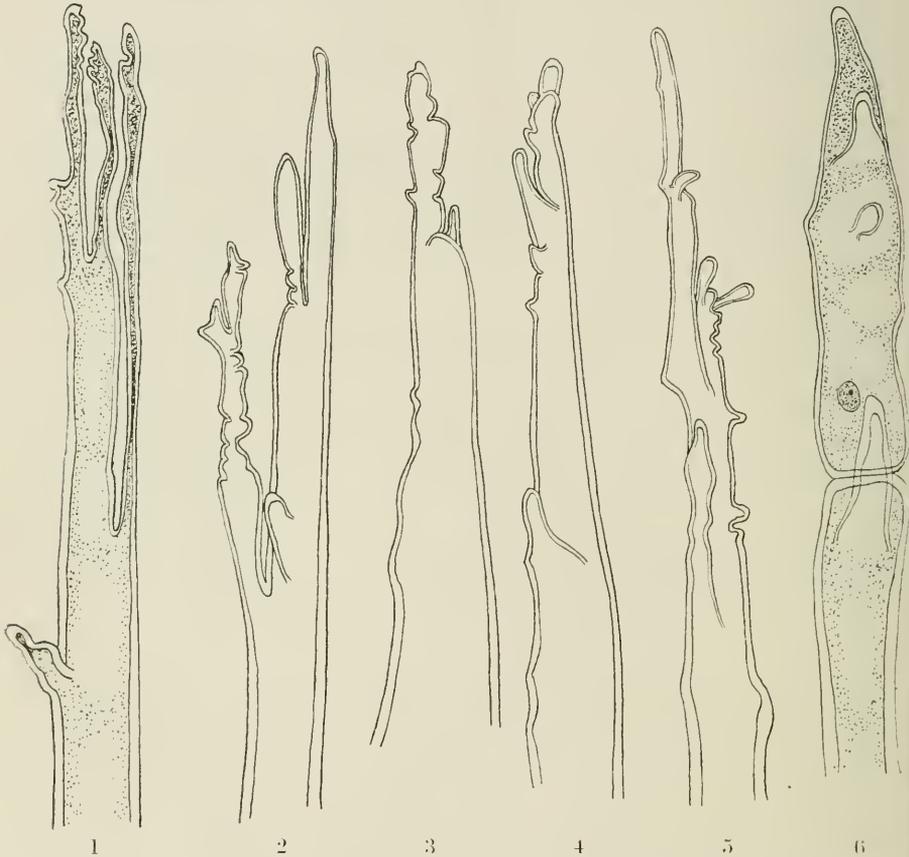


Abb. 1. Bastfaserspitzen von *Cannabis sativa* nach 10tägiger Stengelknickung. Vergr. etwa 330.

umfangreichen anatomischen Monographie des Hanfes: Sie haben niemals die von V. HÖHNEL beschriebenen verzweigten Enden beobachtet. Die letzte Untersuchung stammt von W. MÜLLER¹⁾, der zu folgendem Resultate kommt: Gabelenden kommen so selten vor oder fehlen ganz, daß sie als Kennzeichen der Hanffaser nicht

1) Über die Gabelenden der Hanffaser. Faserforschung 1921. p. 246.

angesehen werden dürfen, ebenso ist es ausgeschlossen, nach Zahl und Form der Gabelenden die geographische Herkunft des Hanfes zu bestimmen.

Meines Erachtens muß die Behandlung der Frage, um zu Fortschritten zu gelangen, auf einer ganz anderen Basis aufgebaut werden: es ist sehr auffällig, wie wenig sich die bisherigen Autoren mit der lebenden Pflanze beschäftigt haben! Sie haben zu wenig berücksichtigt, daß, wie in jeder lebenden Zelle, so auch in den Bastfasern eine ganze Reihe von Entwicklungsmöglichkeiten schlummert, die nicht in die Erscheinung zu treten brauchen, wenn die Entwicklung normal verläuft, die aber sichtbar werden können, sobald das wohlgeordnete System der Korrelationen eine Störung erfährt. Von dieser Erwägung ausgehend, habe ich keine Handelsfasern untersucht und auf „Gabelenden“ hin abgezählt, sondern die lebende Pflanze geprüft und mit ihr experimentiert. Als Versuchsobjekte dienten Hanfpflanzen, die feldmäßig angebaut waren; in der Hauptsache bestanden sie der Herkunft nach aus der zweiten Absaat einer italienischen Originalsaat, ferner auch aus deutscher Originalsaat. Daneben kamen noch tote Pflanzen eines in Finnland gewachsenen und eines als „Russischer Hanf“ bezeichneten Musters zur Untersuchung. Dabei bin ich zu folgenden Ergebnissen gelangt:

1. Den Bastfasern wohnt ganz allgemein die Fähigkeit inne, auf geeignete Reize hin mit lokal begrenztem Flächenwachstum zu reagieren.

2. Als reaktionsfähig erweist sich das Faserende, sowohl das basale als auch das apikale. (Nur die „lokalen Anschwellungen“ wurden bisweilen auch im mittleren Faserteil gefunden.)

3. Als Folge davon treten auf: papillenähnliche Ausstülpungen der Membran, größere Höcker und Zinken, Verzweigung der Faser, lokale Anschwellungen der Faser.

4. In seltenen Fällen tritt Querwandbildung und Abschnürung eines kernhaltigen Spitzenteils auf.

5. Der Reizanstoß läßt sich durch mechanische Beeinflussung vermitteln:

a) Experimentell: Künstlich geknickte Stengel reagieren an den Knickstellen nach 5—10 Tagen mit der Bildung von Gabelenden usw.

b) In der freien Natur: Durch Wind oder andere Faktoren geknickte, oder sich durch gegenseitige Berührung wundscheuernde Stengel weisen an den Knick- bzw. Wundstellen hervorragend viele abnorme Fasern auf.

6. Auch keine gesunde Pflanze ist ganz frei von „Gabelenden“ und anderen abnormen Formen ihrer Bastfasern.

7. Diese sind in der (normalen) Pflanze so verteilt, daß sie jeweils an den Stellen stärkerer mechanischer Beanspruchung am häufigsten auftreten. (Hypokotyl, Ansatzstellen der Seitenäste!)

8. Zwischen Weibchen und Männchen bestehen keine Unterschiede.

Diskussion.

1. Zur Physiologie.

Wenn auch das lokale Flächenwachstum entweder in der normalen Pflanze vorzugsweise an mechanisch stark beeinflussten Stellen des Stengels auftritt oder sich im Experiment durch mechanische Eingriffe anregen läßt, so ist damit natürlich noch nichts ausgesagt über den oder die eigentlich wirksamen Reize. An und für sich wäre zwar vorstellbar, daß der mechanische Eingriff als solcher eine Rolle spielt, indem er auf die perzipierende Hautschicht des Protoplasten infolge Änderung der Kohäsionsspannung als Formreiz wirkt. (Im Hypokotyl wäre die Rindenspannung in Betracht zu ziehen!)

Jedoch werden bei so groben Verwundungen, wie sie Knickung und Abscheuern des Stengels vorstellen, mannigfaltige andere Faktoren und schwerwiegende Korrelationsstörungen auftreten. Die Leitung des Wassers, der anorganischen und organischen Nährstoffe wird sich, zum mindesten zeitweilig, quantitativ und qualitativ stark verändern, ebenso die Transpirationsverhältnisse bloßgelegter Gewebeflächen. Die Gewebe der Konkavseite werden bei einer Knickung unter erhöhter Zugspannung, die der Konkavseite unter erhöhtem Drucke stehen, ihre geotropische Lage ist anfangs abnorm. Infolge Zerrung und Lockerung von Gewebepartien könnten die Nachbarzellen als gestaltbestimmender Faktor direkt mechanisch, werden sie verletzt oder getötet, dann außerdem durch die damit verbundene Änderung im chemischen oder osmotischen System eine Rolle spielen. Bleiben sie erhalten, so können sie, besonders bei Stengelknickung, umfangreiche hypertropische und hyperplastische Gewebewucherungen bilden¹⁾ und damit wieder in verschiedener Weise Reizwirkungen ausüben. — Gestaltungsanomalien fadenförmiger Zellen infolge eines abnorm lokalisierten Wachstums sind bekanntlich weiterverbreitet: Wurzel-

1) Dabei fand ich eigenartige sekundäre Wachstumsvorgänge an Zellen des Holzkörpers, worauf ich in einer besonderen Abhandlung demnächst eingehen werde.

haare, Pollenschläuche, Pilzhyphen, Algenfäden liefern Beispiele, und wir wissen in vielen Fällen, daß sie sich durch Giftwirkung, Änderung des osmotischen Druckes, der Temperatur etc. erzeugen lassen. Jedoch liegen bei den allseits vom Nachbargewebe umschlossenen Bastfasern die Verhältnisse bei weitem nicht so durchsichtig wie bei den eben genannten, zweifelsohne viel weniger korrelativ beeinflussten Objekten. Sind die mit Hilfe der „Knickmethode“ beim Hanf erzielten Störungen der Regulationen anderer Art als die beim Flachs auf die gleiche Methode erzielten, oder bestimmt allein die innere Disposition der Zelle darüber, daß der Hanf vornehmlich mit verzweigten Spizen etc., der Flachs stets mit lokalen Anschwellungen antwortet?¹⁾ Warum sind es nur eng begrenzte Felder der Membran, die Flächenwachstum zeigen, und was entscheidet über ihre so unregelmäßige Verteilung? Sehen wir uns unter den Bastfasern anderer Familien um, so finden wir zunächst solche Vertreter, die — soweit bisher bekannt — stets „normale“ Zellen aufweisen (z. B. viele Leguminosen), dann aber stoßen wir wieder auf die eben erwähnten Unterschiede: auf der einen Seite die bekannten lokalen Anschwellungen (Asclepiadaceen, Vincaceen, Apocynaceen), auf der anderen Seite unregelmäßige Formung der Spitze (Malvaceen, Thymelaeaceen etc.). Beiden Erscheinungen ist gemeinsam, daß sie infolge lokalen Flächenwachstums auftreten, sie unterscheiden sich darin, daß es im ersten Fall auf eine kurze Zone allseitig die Membran ergreift und ober- und unterhalb dieser Zone langsam und regelmäßig abklingt (oft ist damit eine Einkapselung des Plasmas und die Bildung von neuen Membranen verknüpft), während im zweiten Fall engbegrenzte, unregelmäßige und einseitig orientierte Wachstumfelder der Membran ausgestülpt werden (ohne Plasmaeinkapselung und Membrannenbildung). Soll man in dieser Erscheinung den Ausdruck für zwei verschiedene Wachstumspotenzen erblicken? Das bis jetzt in der Literatur niedergelegte Beobachtungsmaterial ist noch zu gering, um hier sichere Schlüsse zu gestatten, außerdem finden sich ja, wie erwähnt, beide Wachstumsvorgänge beim Hanf kombiniert, und auch beim Flachs kommen, allerdings sehr selten und nur im Hypokotyl, hanfähnliche Bastfasern mit verzweigten Spitzen vor. Wenn wir uns vorläufig damit begnügen, hier von „unharmonischer Ausbildung“ zu sprechen, so ist damit allerdings nicht viel gewonnen — späterer experimenteller Prüfung

1) SCHILLING, Über die lokalen Anschwellungen der Bastfasern. — Diese Berichte, XXXIX, 1921, p. 379.

bliebe es vorbehalten, die genannten Wachstumsvorgänge kausal als Chemomorphosen, Mechanomorphosen usw. zu erklären — und es fordert zum Widerspruch heraus, daß z. B. für die Thymelaeaceen ähnliche Gestaltungsanomalien der Bastfasern als ständig vorhanden und geradezu als typisch für die Familie angegeben werden. Hier ist es also sicherlich nicht angängig, sie schlechtweg unter den Begriff des Abnormalen und Pathologischen einzureihen, vielmehr scheinen sie den Rang eines Organisationsmerkmals beanspruchen zu können. Eine Nachprüfung und weitere Versuche sollen angestellt werden, wobei ich mich u. a. des früher¹⁾ genannten Apparates bedienen werde, der die intermittierende Biegung von Stengeln gestattet.

2. Zur diagnostischen Bewertung.

Wir gehen davon aus, daß jede Hanfpflanze \pm abnormale Bastfasern, darunter solche mit Gabelenden, aufweist. Der Sitz dieser diagnostisch für wertvoll angesehenen Fasern ist vornehmlich am Basalteil des Stengels, insbesondere am Hypokotyl, ferner an den Ansatzstellen von Seitenästen. Das Problem, weshalb nun in der Handelsfaser bald Gabelenden vorhanden sind, bald fehlen, verschiebt sich somit von der Pflanze weg auf die Gewinnung der Faser, die wir in Ernte, Röste und weitere maschinelle Verarbeitung zerlegen wollen.

1. Ernte. Hierbei wird meist so verfahren, daß die Stengel entweder mit Handsicheln oder mit Maschinen über dem Erdboden abgemäht werden; die Wurzel samt Hypokotyl und untersten Internodien bleibt im Erdboden stecken, d. h. die an Gabelenden reichen Fasern kommen nicht in die Handelsfaser. Im Gegensatz hierzu kommt es aber auch vor, daß der Hanf gerauft, d. h. mit Wurzeln ausgezogen wird: hier gelangen also die an Gabelenden reichen Stengelteile noch zur weiteren Verarbeitung! —

2. Röste. Diese erfolgt (unter der Mitwirkung von pektinverzehrenden Mikroorganismen) teils in Wasser (Wasserröste), teils auf dem Felde (Tauröste, seltener). Hierbei wird so verschieden verfahren, daß es wohl möglich erscheint, daß in einem Fall restlos alle Bastfasern, auch die der basalen und apikalen Stengelteile, gewonnen werden, während im anderen Fall dies nicht zu geschehen braucht. —

3. Weitere Verarbeitung. Auf das Trocknen der Stengel folgt Trennung der Faser vom Holzkörper, entweder maschinell durch das „Brechen“ oder mit der Hand durch Abziehen der Faser („Schleißhanf“), darauf das Schwingen, und

1) SCHILLING, a. a. O.

schließlich das Hecheln. Alle diese Prozesse entfernen, auch aus der Faser, bestimmte Abfälle, deren Menge sowohl vom Arbeitsgang selbst wie auch von der Beschaffenheit der Faser (Röste, Verholzung usw.) abhängig ist: vielleicht spielt dies auch für unsere „Gabelnden“ eine Rolle. Wenn sie in der so spinnfähig gemachten Faser noch erhalten sein sollten, so werden sie nunmehr, soweit sie den basalen und apikalen Stengelteilen angehören, z. T. entfernt, indem für die Bindfadenfabrikation die Mitte der Langfaser („Herz“) herausgenommen wird, während die Wurzelenden gesondert für sich zu gröbereren Erzeugnissen verarbeitet werden. Ebenso werden die „Kopfbenden“ für sich verarbeitet. Die Verarbeitung zu Seilen, bei der die ganze Faser benutzt werden kann, schaltet hier wohl aus, da ja im Grunde die ganze Frage nur Interesse bietet, wenn es sich um die Verfälschung von Flachsgespinnsten mit Hanffaser handelt. Jedenfalls haben die Gabelnden normaler Pflanzen nicht viel Aussicht, in diese Faser zu gelangen; am ehesten noch solche von gerauften, gut gerösteten und kurzen Pflanzen. Mehr Aussicht dürften die Gabelnden haben, die von windbeschädigten, geknickten (und dann wieder orthotrop gewachsenen), wundgescheuerten Stengeln stammen, in denen sie gerade am häufigsten sind. Welche Rolle die Gabelnden von den Ansatzstellen der Seitenäste spielen, ist mir unklar; Faserhanf zeichnet sich bekanntlich durch herabgesetzte Verzweigung aus. Hier wäre die Möglichkeit, daß entweder stärker verzweigte Exemplare zur Verarbeitung kommen und so Gabelnden liefern, oder daß dies die Faser der „Kopfbenden“ tut, die z. T. schon dem Fruchtstande entstammt. Eine restlose Lösung der Frage ist also gar nicht so einfach, wie es bisher den Anschein hatte; jedenfalls hoffe ich durch die vorliegenden Ausführungen einen neuen Gedankengang in das alte Problem getragen zu haben!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Schilling Ernst

Artikel/Article: [Zur Morphologie, Physiologie und diagnostischen Bewertung der Bastfasern von Cannabis sativa. 121-127](#)