

Ueber Bau und Wachsthum des Gras- und Getreidehalmes

Autor(en): **Cramer, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr ...**

Band (Jahr): **91 (1889)**

PDF erstellt am: **23.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-386831>

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.

Ueber

Bau und Wachstum

des

Gras- und Getreidehalmes

von

Dr. C. Cramer, Professor.

Mit einer Tafel.



ZÜRICH.

Druck von Zürcher & Furrer.

1889.

Ueber

Bau und Wachstum

des

Gras- und Getreidehalmes.

So lautete der Titel eines Vortrages, den ich vor circa einem Jahr vor practischen Landwirthen gehalten habe.

Wenn ich hiemit der an mich ergangenen Einladung, jenen Vortrag als Neujahrsblatt der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft zu veröffentlichen, Folge leiste, so sind die Beweggründe die nämlichen, die im Vorjahre bei der Wahl eines Gegenstandes den Ausschlag gaben: Ob meist noch so klein und unscheinbar, der Gras- und Getreidehalm ist ein solches Wunderwerk von Zweckmässigkeit, dass sich nicht leicht ein anderes botanisches Thema finden liesse, dessen wissenschaftliche Betrachtung Geist und Gemüth gleich sehr zu befriedigen im Stande wäre, und dieses Object daher mehr als andere dem Verständniss weitester Kreise zugänglich gemacht zu werden verdient*).

*) Selbstverständlich ist das Nachfolgende keine erschöpfende Darstellung des Gegenstandes; auch brachte die gedrängte populäre Darstellung hie und da kleine Ungenauigkeiten mit sich. Wer sich mit der Frage einlässlicher befassen will, dem sei daher unter anderm »Nowacki, Anleitung zum Getreidebau« und »Schwendener, das mechanische Princíp im anatomischen Bau der Monocotyledonen« bestens empfohlen.

Sehen wir uns zunächst den fertigen Halm etwas näher an!

Der ausgewachsene Gras- und Getreidehalm ist bekanntlich im allgemeinen lang und dünn, von Strecke zu Strecke knotig angeschwollen und zwischen zwei Knoten in der Regel hohl (Fig. 1).

Er trägt ferner abwechselnd zwei-zeilige, an den Knoten eingefügte Blätter mit scheidiger Basis, langer, schmaler, streifig-berippter Spreite (Fig. 2).

Die Grasblätter sind ohne Zweifel so wenig umfangreich, weil der schlanke Halm bei stärkerer Belastung leicht zusammenbräche.

Da die Blätter im allgemeinen die Assimilation der Kohlensäure zu besorgen haben, gereichen kleine Blätter den Ernährungszwecken nicht zum Vortheil. Dieser Uebelstand wird bei den Gräsern compensirt durch Chlorophyllreichthum der Blattscheiden, sowie der Halme selbst.

Daraus entspringen indessen wieder neue Conflictte. Sie werden alsbald sehen, worin dieselben bestehen und wie sie corrigirt werden.

Der Grashalm, wurde bemerkt, ist knotig und in der Regel zwischen zwei Knoten hohl. Auch dies beruht auf keiner unüberlegten Laune der Natur, wenn ich so sagen darf. Wir begegnen hohlen Stengeln vorwiegend bei kleinern Pflanzen, d. h. Pflanzen, die über wenig Baumaterial verfügen (die meisten Gräser, viele Lippenblümler und Doldengewächse). Solche Stengel sind hier wohl angebracht. Nehmen Sie an, das Baumaterial, woraus ein Weizen- oder Roggenhalm besteht, würde auf Bildung eines soliden Stengels verwendet, was müsste die Folge sein? Entweder wäre die Pflanze, bei gleicher Stärke, viel kürzer und in Gefahr von allerlei Unkräutern leicht überwuchert und erdrückt zu werden. Oder der Stengel fiel, bei gleicher Länge, weit dünner aus und würde an Trag- und Biegefestigkeit erheblich einbüßen. Denn bei gleich bleibender Querschnittsgrösse der wirksamen Substanz leisten bekanntlich solide Stütz- und Tragbalken viel weniger als hohle*). Die soliden Scheidewände (Dia-

*) Ein circa 4 Gramm schweres Quartblatt guten Schreibpapiere, hohlylindrisch zusammengerollt, und mit den Rändern verklebt, trägt, senkrecht auf den Tisch gestellt, mit Leichtigkeit ein Buch von 1—1½ Kilo; wogegen, wie Jedermann einsieht, ein aus ebenso viel Papiermasse (4 Gramm) dargestelltes solides Papierstäbchen derselben Länge bei Belastung mit 1—1½ Kilo sich sofort biegen und zusammen brechen würde.

phragmen) in den Knoten des sonst hohlen Grashalmes (*d. d.* Fig. 1) sind als zweckmässige Querverspannungen zur Erhaltung der Querschnittsform zu betrachten. Sie erschweren das Einknicken des Halmes bei Verbiegungen im Wind.

Allein die Natur geht noch weiter. Untersuchen wir den Grashalm unter dem Microscop, so sehen wir, dass

1. die Zellen nach aussen immer kleiner werden, mit andern Worten, auf die bei Biegungen natürlich am stärksten beanspruchte Peripherie verhältnissmässig mehr Trockensubstanz fällt, als auf die innern Schichten,
2. die peripherischen Gewebeschichten ausserdem durch mechanisch besonders leistungsfähige Gewebemassen verstärkt werden.

Zu den mechanisch wirksamsten pflanzlichen Gewebeformen gehört der sogenannte Bast*), hat doch Schwendener, der Begründer einer wissenschaftlichen Festigkeitslehre der Pflanzen, gezeigt, dass die Zugfestigkeit des Pflanzenbastes innerhalb der Elasticitätsgrenze oft derjenigen von Eisen und Stahl gleich kommt (*l. c.*).

Mit gutem Grund wird daher der Pflanzenbast nicht bloss vom Menschen zur Darstellung feinerer und gröberer Fäden, von Schnüren und Stricken, sowie künstlicher Gewebe aller Art benutzt, sondern auch von der Natur beim Aufbau des Pflanzenkörpers im Interesse der Gewinnung grösserer Festigkeit mannigfach verwerthet, ganz besonders beim Aufbau des Stengels grasartiger Pflanzen und zwar, indem

entweder unmittelbar unter der Epidermis der Länge nach verlaufende Bastrippen angebracht werden (Fig. 4),

oder etwas weiter innen glatte oder gerippte Bastmäntel (Hohl-cylinder) zu Stande kommen (Fig. 5),

oder auch die auf dem Querschnitt durch den Halm unregelmässig vertheilten Gefässbündel, zumal die äussersten, der Versteifung dienende, sichelförmige Bastbelege erhalten (Fig. 4 und 5).

*) ein aus meist sehr langen und dickwandigen, an den Enden spitz zulaufenden Zellen bestehendes Gewebe.

Das zwischen den subepidermalen Bastrippen, respective ausserhalb der nach innen gerückten Bastmäntel befindliche zartwandige Parenchym pflegt alsdann reich an Chlorophyll zu sein. (Fig. 4 und 5 nebst Erläuterung.)

Es leuchtet ein, dass alle diese eben erwähnten, oft mannigfach variirten und combinirten, anatomischen Besonderheiten Trag- und Biegungsfestigkeit des Gras- und Getreidehalmes ausserordentlich erhöhen müssen.

Ebenso klar ist aber auch, dass die Anbringung eines fortlaufenden Bastringes zu aller äusserst mechanisch noch vortheilhafter sein müsste. Allein wie vermöchte sich alsdann der Gras- und Getreidehalm an der Assimilation zu betheiligen?

Hiemit bin ich bei jenem bereits berührten weitem Conflict angelangt und Sie werden leicht einsehen: der factische Bau des Gras- und Getreidehalmes, wie er oben skizzirt wurde, ist nichts anderes als ein Compromiss, den Festigkeits- und Assimilationsprincip mit einander eingehen. Im gleichen Mass auf die Stengeloberfläche angewiesen, theilen sich die beiden Principien in den disponibeln Raum an der Oberfläche, sei es dass Streifen bastartiger und chlorophyllhaltiger Zellen unter der Epidermis mit einander abwechseln, oder sämtliches Bastgewebe vom assimilatorischen etwas nach innen gedrängt wird.

Dabei verdient ebenfalls Beachtung, dass bei Bildung subepidermaler Bastrippen, oder nach aussen in Rippen vorgezogener Bastringe, die über diesen Rippen liegenden Epidermiszellen meist in den Dienst des Festigkeitsprincipes gezogen zu werden pflegen. Während nämlich über den grünen Gewebestreifen zahlreiche Spaltöffnungen zur Entwicklung kommen und die Epidermiszellen zart gebaut erscheinen, um Gaswechsel und Transpiration zu erleichtern, fehlen Spaltöffnungen über den Bastrippen gänzlich und sind die Epidermiszellen hier stark verlängert und dickwandig. Es hätte ja in der That die Anbringung von Spaltöffnungen über den Bastrippen keinen Sinn, da bis zu diesen eingedrungene Kohlensäure von den chlorophyll-losen Bastzellen doch nicht assimilirt werden könnte.

Und nun, wie wächst der Gras- und Getreidehalm?

Gehen wir vom Samen, z. B. einem Weizenkorn aus! Dasselbe ist bekanntlich mit einer Längsfurche versehen und besteht aus der bräunlichen, lederigen Frucht- und Samenschale, dem Keimling (am untern Ende) und dem sogenannten Eiweisskörper oder Endosperm, einer stärke- und kleberreichen Gewebemasse, welche den Keimling während der Keimung mit Nahrung versorgt (vgl. Fig. 6 nebst Erläuterung). An dem der Längsfurche schief gegenüber liegenden Keimling kann man auf gut gelungenen Längsschnitten durch das Samenkorn leicht das Wurzel- und Knospene (*w* und *ks* Fig. 6), ferner das Schildchen (*sch* Fig. 6) unterscheiden. Mit dem letztern Namen wird eine fleischige Ausbreitung des ersten Keimblattes bezeichnet*), welche dem Eiweisskörper dicht angeschmiegt ist und die Aufsaugung der in diesem aufgespeicherten Nährstoffe zur Zeit der Keimung besorgt.

Bringen wir ein solches Weizenkorn in feuchte Erde, so schwillt es an und keimt nach einiger Zeit. Allerlei Détail auf der Seite lassend, hebe ich an dieser Stelle bloss hervor, dass zuerst das Würzelchen, erst später auch das Knöspchen aus der Frucht- und Samenschale hervorbricht. Dabei dringt, wie immer das Samenkorn in der Erde liegen mag, das Würzelchen stets abwärts, das Knöspchen aufwärts (Fig. 7).

Das Licht hat hiebei keine Bedeutung. Es ist ja in der That in Folge der Bodenbedeckung meist mehr oder weniger ausgeschlossen; auch bleiben die Erscheinungen die nämlichen, wenn dasselbe absichtlich gänzlich eliminirt wird, indem man die Keimung z. B. in einem dunkeln Schrank vor sich gehen lässt.

Vielmehr ist ein Empfindungsvermögen des Keimlings für die Richtung, in welcher die Schwere wirkt, massgebend. Gibt man bereits gekeimten Samen eine andere Lage im Raum, so schlagen Würzelchen und Knöspchen bei fortschreitendem Wachstum wieder ihre spezifische Richtung ein, wobei es abermals gleichgültig ist, ob das Licht Zutritt habe oder nicht. Befestigt man hingegen am grossen Zeiger einer Schwarzwälderuhr oder

*) Manche halten das Schildchen für das erste Keimblatt (den Cotyledon) selbst.

eines Weckers in geeigneter Weise einen feuchten Torfwürfel und auf diesem an seinen verschiedenen Seiten und in verschiedener Lage keimfähige Weizenkörner, so wachsen deren Würzelchen und Knöspchen einfach in der Richtung weiter, die sie jeweilen im einzelnen Samen hatten. Indem der Zeiger sich dreht, der Torfwürfel und die daran befestigten Samen somit stets andere Seiten dem Erdcentrum zukehren, wird eben den Keimlingen die Möglichkeit zu empfinden, in welcher Richtung die Schwere wirkt, entzogen, oder viel mehr: die zu verschiedenen Zeiten gerade entgegengesetzten Schwerewirkungen heben sich auf*).

In der Folge vergrössert sich Würzelchen und Knöspchen. An der Basis jenes brechen Seitenwürzelchen hervor (Fig. 8), das Knöspchen aber, respective dessen Achsentheil erzeugt oben neue Blättchen, unten Seitenknöspchen für secundäre Halme. — Auch die Blättchen der Keimpflanze stehen abwechselnd zweizeilig und umfassen den Keimstengel, und, weil dessen Knoten zunächst sehr genähert sind, auch sich selbst scheidig. Die Seitenknöspchen sitzen im innern Winkel der untersten Blättchen.

Die Vergrösserung dauert fort, über dem ersten Kranz von Seitenwürzelchen entsteht ein zweiter (am nächstfolgenden Knoten), später über diesem ein dritter, sogar vierter, und am Ende, mindestens des Haupttriebes, über den jüngsten Blättchen wird alsbald die Aehre angelegt.

Sie sehen: Die Entwicklung des Halmes schreitet von unten nach oben fort. Die Pflanze verfährt mithin wie der Architect, der seine Häuser auch nicht beim Dach anfängt. Das Verfahren ist rationell, es wird Kraft gespart. Indessen besteht doch ein grosser Unterschied. Während der Architect seine Bauten von Anfang an nach Umfang und innerer Gliederung in der definitiven Grösse ausführt, tritt der Gras- und Getreidehalm zuerst nur ganz klein und von einfachem Bau in die Erscheinung, um erst später ausgebildet, im Innern sorgfältiger eingetheilt, und, entsprechend den mehr und mehr zunehmenden Dimensionen, gefestigt zu werden. Es hängt diese Differenz damit zusammen, dass der Architect nur todtes Baumaterial zur Disposition hat, die Pflanze dagegen über wachsthums- und vermeh-

*) Eigens für solche Rotationsversuche construirte Instrumente heissen: Klinostaten.

rungsfähige Bausteine (Zellen) verfügt. Wie beträchtlich die berührte nachträgliche Dehnung etc. beim Grashalm sein muss, ergibt sich daraus, dass letzterer zur Zeit, wo die endständige Aehre bereits angelegt ist, oft erst eine Höhe von wenigen Centimetern besitzt.

Doch das ist alles nichts besonderes, denn die Stengeltheile zahlreicher andern Pflanzen werden ebenfalls von unten nach oben fortschreitend und anfangs ganz klein angelegt, um erst später zur definitiven Grösse heranzuwachsen.

Auch in der Art und Weise wie die nachträgliche Streckung, anfangs wenigstens, sich gestaltet, stimmt der Grashalm mit den Stengeltheilen zahlreicher andern Gewächse überein. Immerhin mag schon die Streckung des Keimstengels hier noch mit einigen Worten etwas besser beleuchtet werden. Bekanntlich ist die Bodenbedeckung nicht unwichtig. Sie sei stark. Alsdann entstehen relativ lange, dünne Stengelglieder. Sie sei schwach. In diesem Falle bilden sich kurze, etwas dickere, immerhin zunächst auch dünne Glieder.

Wir haben es hier mit einer von den Lichtverhältnissen (dem längere oder kürzere Zeit dauernden Lichtmangel) bedingten äusserst zweckmässigen Anpassung zu thun.

Die stark bedeckte Pflanze hat ein Interesse daran rasch in die Höhe, an's Licht zu kommen, um assimiliren zu können; der Vorrath an Reservahrung im Samenkorn ist ja begrenzt. Zur Erreichung genannten Zweckes sind lange, dünne Triebe geeignet.

Der schwach bedeckten Pflanze ist die Erreichung von Luft und Licht relativ leicht gemacht; dagegen hat sie sich zu schützen gegen die Gefahr einmal: mangelhafter Bewurzelung, wenn sie nicht lange genug im feuchten Boden verweilte, dann aber auch: später ihr Eigengewicht nicht tragen zu können, wenn sie gar zu dünnstengelig aus der Erde hervorbräche. Für sie ist es also vortheilhaft, dass ihre dünnen Erstlingsglieder unter dem Einfluss des, wenn auch nur spärlich in den Boden eindringenden Lichtes kurz bleiben und damit Zeit zu ausreichender Bewurzelung und Erstarkung der Halmbasis gewonnen werde.

Mehr weniger eigenthümlich und von äusserst interessanten Consequenzen begleitet ist hingegen der Modus der Streckung des Grashalmes nach beendigem Keimstadium:

Die Organisation zumal der höhern Pflanzen lässt im Allgemeinen eine ausgesprochene Neigung zu weit getriebener Arbeitstheilung erkennen. Dem entsprechend werden denn auch beispielsweise Zellen und Zellgewebe, welche lebhaftes Wachstum zu vermitteln haben, nicht oder thunlichst wenig für Assimilationszwecke herangezogen. Nun soll aber, wie früher gezeigt worden, der Gras- und Getreidehalm sich möglichst bald und ausgiebig an der Assimilation betheiligen. Dies verträgt sich schlecht mit seiner gleichzeitigen Aufgabe vor allem auch zu wachsen.

Wir stehen hier wieder vor einem Conflict. Die Graminee löst denselben, indem sie die Besorgung des Wachsthum auf gewisse Punkte am Halm beschränkt. Dass es die für das Assimilationsgeschäft am wenigsten geeigneten Stellen sind, welche dafür ausersehen werden, kann Sie nicht überraschen, nachdem Sie schon so viele Belege für die staunenswerthe Zweckmässigkeit des Gras- und Getreidehalmes kennen gelernt haben. Es sind die Zeitlebens von den Blattscheiden bedeckten und daher dem Licht mehr weniger entzogen bleibenden Basaltheile der einzelnen Halmglieder. Man überzeugt sich davon leicht, wenn man aus einem noch nicht völlig ausgewachsenen Getreidehalm so viele circa 4 Centimeter lange Stücke, jedes in der Mitte mit einem Knoten versehen, herausschneidet, als jener Knoten besitzt, und diese Stücke der Art in feuchten Sand oder Wasser steckt, dass die bescheidete Hälfte nach oben schaut. Schon im Verlauf von ein- bis zweimal 24 Stunden schiebt sich in diesem Fall der Halm der obern Hälfte in Folge nachträglicher Streckung seines über dem Knoten befindlichen Basaltheiles aus der Scheide heraus, während das unterhalb des Knotens befindliche Halmstück keine Verlängerung erfährt.

Befähigung zu andauerndem Wachstum verlangt aber andauernd zarte Beschaffenheit im Interesse möglichster Ersparniss an Kraft.

Andauernd zarte Beschaffenheit hat hinwiederum zur Folge: geringes Resistenzvermögen, geringe Trag- und Biegungsfestigkeit, erheischt somit eventuell besondere Schutzvorrichtungen.

Der zarten, das erste Wachstum besorgenden Stengelspitze unserer Holzgewächse gewährt die selten fehlende Hülle aus Knospenschuppen (Fig. 11), der fortwachsenden Wurzelspitze der Gefässpflanzen die sogenannte Wurzelhaube (Fig. 12 *wh*) den nöthigen Schutz. Die lange Zeit streckungsfähig bleibenden Basaltheile der einzelnen Halmglieder der Gräser aber verdanken denselben den Blattscheiden, zumal diese sehr frühe ausserordentlich fest construiert, mit kräftigen peripherischen Bastbündeln*) versehen werden (Fig. 13).

Die Blattscheiden sind es zugleich, die den noch nicht ausgewachsenen Halm befähigen aufrecht zu stehen. Wir erkennen das letztere, sobald wir einen noch nicht ganz ausgewachsenen Gras- oder Getreidehalm sorgfältig nicht bloss der Blätter, sondern auch der Blattscheiden berauben. Es stellt sich dann nämlich die überraschende Thatsache heraus, dass, während der unversehrte Halm, am untern Ende gehalten, selbst in horizontaler Lage gerade bleibt oder doch nur in sanftem Bogen überhängt, der entscheidet, horizontal gehalten, über jedem Knoten einknickt, manchmal sich sogar um den Finger wickeln lässt, weil eben das Gewebe daselbst lange Zeit ganz weich und zart bleibt.

Doch ist die Bedeutung der Grasblattscheide hiemit noch nicht erschöpft. Wie jeder Landwirth weiss, vermögen noch nicht völlig ausgewachsene Gras- und Getreidehalme, wenn sie vom Wind oder Regen nicht geknickt, aber doch niedergelegt wurden, sich wieder aufzurichten und beruht diese Erscheinung darauf, dass die Basilarknoten, d. h. die untersten Halmknoten im Lauf einiger Stunden eine Krümmung aufwärts erfahren. Man kann die Erscheinung auch an einzelnen Bruchstücken nicht zu alter Halme beobachten: Schneidet man aus einem solchen Halm ein oder mehrere circa zwei Zoll lange, in der Mitte mit Knoten versehene Stücke heraus und steckt dieselben in der Weise in feuchten Sand oder Lehm, dass die von der Blattscheide umgebene Hälfte horizontal aus dem Sand heraus ragt, so krümmt sich letztere in 1—2 Tagen unter Verlängerung der Unterseite des Knotens stumpf- oder selbst rechtwinklig nach oben (Fig. 14 *a* und *b*, nebst Erläuterung).

*) respective Collenchymbündeln (an der jeweiligen Basis). Vergl. Schwendener.

Das Licht ist hiebei nebensächlich, die Aufwärtskrümmung erfolgt auch in absoluter Dunkelheit.

Es ist vielmehr ein auch jedem Halmknoten innewohnendes Vermögen, die Richtung, in welcher die Schwere wirkt, zu empfinden und sein Wachsthum darnach einzurichten, d. h. bei horizontaler Lage unten zu beschleunigen, im Spiel. Auf geeignete Weise in horizontaler Lage in den Klinostaten (siehe Anmerkung Seite 8) gebracht, oder, in Ermangelung eines solchen, so auf dem grossen Zeiger eines Weckers befestigt, dass das Halmstück beim Kreisen des Zeigers continuirlich um die Verlängerung der Achse beider Zeiger und dieser parallel rotirt, krümmen sich solche Halmstücke nicht aufwärts, weil in diesem Fall die zu verschiedenen Zeiten gerade entgegengesetzten Schwerewirkungen sich aufheben.

Die Fähigkeit bei Ablenkung von der natürlichen senkrechten Lage sich aufwärts zu krümmen, und zwar der ganzen Länge nach, kommt ausserordentlich vielen noch wüchsigen Stengeln zu. Sie ist ungemein wichtig und steht ausnahmslos mit der Gravitation in Beziehung. Die Pflanzenphysiologen bezeichnen dieselbe als negativen Geotropismus, auch Apogeotropismus.

Im vorliegenden und einigen andern Fällen ist es aber keineswegs der Stengel, resp. der central gelegene Halmknoten, der die Aufwärtskrümmung besorgt, sondern die Blattscheide und zwar die knotig angeschwollene Basis derselben, der sogenannte Blattknoten (Fig. 13 *bk*). Es erhellt dies am besten aus folgendem Versuch: Halbt man ein gerades, circa zwei Zoll langes, nicht zu altes, in der Mitte mit einem Knoten versehenes Halmstück möglichst genau der Länge nach und steckt die beiden Hälften mit dem scheidenlosen Ende horizontal in feuchten Sand, so jedoch, dass die frei aus dem Sand hervorragende Scheide bei der einen Hälfte nach oben, bei der andern nach unten schaut, so hebt sich im Verlauf eines bis zweier Tage dort nur die Scheide, hier auch der Stengel, aber nicht aus eigener Kraft; denn, sobald die nach unten gekehrte Scheide entfernt wird, senkt sich der Stengel auch hier sofort. Er war also vorher bloss passiv, durch die allein activ aufwärts gekrümmte Scheide, in die Höhe gehoben. (Siehe Fig. 15 und 16, nebst Erläuterung.)

Dass aber hier die den Stengel umfassende Scheide zum Bewegungs- oder Krümmungsorgan wird, muss wiederum als eminent zweckmässig bezeichnet werden; denn es kommt ja hiedurch die wirksame Kraft auf einen längern Hebelarm zu stehen, wird also Kraft gespart.

Und so lehrt uns denn der Grashalm, auf welchem Entwicklungsstadium und von welchen Gesichtspunkten aus wir ihn betrachten mögen, immer das eine: Halte Mass mit dem, was Dir gegeben und setze Stoff und Kraft stets am rechten Orte ein.



Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Stück eines Grashalmes im Längsschnitt, mit 2 Diaphragmen *d. d.*
- Fig. 2. Stück eines Grashalmes von aussen, mit 3 Knoten (*k k k*) und 2 Blattscheiden (*sch sch*). — *sp. sp.* Spreitenbasis, *h h* die sog. Blatthäutchen.
- Fig. 3. Querschnitt durch einen hohlen Grashalm, schwach vergrössert. Der nach aussen zunehmende Randschatten soll andeuten, dass die Zellen nach aussen kleiner werden, das Gefüge also daselbst fester ist.
- Fig. 4. Stück eines Querschnittes durch den hohlen Halm eines Binsengrases, *Scirpus Holoschoenus*. (30 f. Vergröss.), *ep.* Epidermis oder Oberhaut. Unter dieser zahlreiche auf dem Querschnitt keilförmig aussehende Bastrippen, dazwischen (schattirt) chlorophyllreiche Parenchymzellen. Weiter innen zahlreiche unregelmässig zerstreute Gefässbündel (*g g*), jedes nach aussen und innen mit einem sichelförmigen Bastbeleg.
- Fig. 5. Stück eines Querschnittes durch den hohlen Halm des Timotheegrases, *Phleum pratense* (80 f. Vergröss.), *ep.* Epidermis. Weiter innen ein mit bis an die Epidermis reichenden Rippen versehener Bastring, dem drei kleinere Gefässbündel (*g g g*) eingesenkt, vier andere innen angelehnt sind. Noch weiter innen vier grössere isolirte Gefässbündel, jedes aussen mit einer Bastsichel. Der gerippte Bastring, sowie die sichelförmigen Bastbelege der vier isolirten Gefässbündel wurden durch eine feine Punktirung, die chlorophyllreichen, zwischen Epidermis und Bastring befindlichen Gewebepartien aber durch nach aussen zunehmende Schattirung kenntlich gemacht,
- Fig. 6. Längsschnitt durch ein Weizenkorn, schwach vergrössert; *h* Frucht und Samenhaut; *eiv.* Eiweisskörper oder Endosperm. Am Grund desselben der Keimling mit der Wurzelanlage *w*, dem Knöspchen *ks*, und dem sogenannten Schildchen *sch*.

- Fig. 7 und 8. Keimende Weizenkörner, 7 mit erst einem, 8 mit bereits 3 Würzelchen.
- Fig. 9 und 10. Vorgeschrittenere Keimungsstadien, 9 bei stärkerer, 10 bei schwächerer Bodenbedeckung. s. Samenkorn.
- Fig. 11. Längsschnitt durch eine herbstliche Laubknospe der Tanne, das zarte Knospenherz und die darüber gewölbten Knospenschuppen zeigend, nach Schacht. 6 f. Vergröss.
- Fig. 12. Spitze einer zarten Wurzel mit der Wurzelhaube *wh*, schwach vergrössert.
- Fig. 13. Ein Grashalmknoten der Länge nach halbiert, schwach vergrössert; *hk* der eigentliche Halmknoten, *bk* der sogenannte Blattknoten.
- Fig. 14 a. Ein mit Knoten versehener Grashalmabschnitt horizontal in feuchten Sand gesteckt.
- Fig. 14 b. Dasselbe Object zwei Tage später. Die frei aus dem Sand hervorragende Hälfte hat sich geotropisch gehoben und zugleich der zugehörige eigentliche Halm (*h*) in Folge nachträglicher Streckung seiner an den Knoten grenzenden Basis aus der Scheide herausgeschoben. Vergl. Seite 10.
- Fig. 15 und 16. ad Seite 12 Zeile 11 v. u. : *sch* Scheide, *h* Halm. Der letztere hat sich in beiden Fällen während der geotropischen Hebung der Scheide etwas verlängert.
-

