ARCHIV DER PHARMACIE.

25. Band, 13. Heft.

A. Originalmittheilungen.

Beiträge zur Kenntniss pharmaceutisch wichtiger Gewächse.

Von Arthur Meyer, Münster i. W.

IX. Ueber die Bedeutung des eigenthümlichen Baues der Senegawurzel.

Die eigenthümlichen Unregelmässigkeiten des anatomischen Baues der Wurzeln von *Polygala Senega* L., welche in Europa schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts eine wichtige Stelle unter den Drogen einnimmt, haben verschiedene Forscher veranlasst, diese Wurzel näher zu untersuchen und zu beschreiben. Berg (Handbuch der pharmac. Botanik II. Th. 1850—52, S. 75 und Botanische Zeit. 1857, S. 59), Walpers (Bot. Zeit. 1851, 16. Stück), Wigand (Flora 1856, No. 43, S. 675 und Archiv d. Pharm. 1862, S. 238) und zuletzt Otto Linde in seiner Promotionsschrift (O. Linde, Beiträge zur Anatomie der Senegawurzel, Dissertation aus Rostock, 1886, auch Flora 1886) haben es versucht, den richtigen wissenschaftlichen Ausdruck für die Abweichungen zu finden, welche der Bau der Senegawurzel bei Vergleichung mit dem Baue der meisten dicotyledonen Wurzeln aufweist. Meinem Erachten nach hat jedoch keine der bisherigen Untersuchungen zum Verständniss der Anomalie wesentlich beigetragen. Es gilt dies auch von der Arbeit Linde's, welche, wie mir scheint, in der Absicht unternommen war, die physiologischen oder biologischen Ursachen der Anomalie zu ergründen. Linde sagt am Schluss seiner Arbeit: „Den abnormen Bau der Senegawurzel mit besonderen Lebensbedingungen der Pflanze in Verbindung zu bringen, ist bis jetzt nicht möglich; man wird zunächst nur sagen können, dass durch die Bildung der breiten Markstrahlen und des Kieles das Reservestoffe speichernde Wurzelparenchym verstärkt wird.“

In dem Folgenden möchte ich nun eine Hypothese über die Bedeutung des abnormen anatomischen Baues der Senegawurzel mittheilen, von der es mir nicht unwahrscheinlich erscheint, dass sie das Richtige trifft oder ihm nahe kommt. Eine solche deutende physiologische Erklärung anatomischer Thatsachen, wie ich sie zu erbringen gedenke, hat allerdings an und für sich keinen grossen Werth, sie kann aber die Richtschnur für physiologische Versuche abgeben, welche allein zur Feststellung einer zwingenden Erklärung führen können. Ich veröffentliche diese Notizen, welche schon seit dem Jahre 1882 da liegen und mir jetzt bei Präparation der Vorlesung über Pharmacognosie wieder in die Hände fallen, in der That nur deshalb, weil ich den Wunsch habe, die amerikanischen Herren Collegen zu veranlassen, die Pflanze in ihrer Heimath an ihrem natürlichen Standorte zu beobachten und selbst einige physiologische Versuche zu machen oder mir keimfähigen Samen zu senden, damit ich die Pflanze hier einige Jahre beobachten kann. Verschiedene Herren hatten mir Samen der Pflanze versprochen, doch habe ich bisher vergeblich darauf gewartet.

Polygala Senega L. ist eine an trocknen Stellen der Wälder wachsende Pflanze. Der unterirdische Theil der perennirenden (die Droge ist, nach den Jahresringen zu schliessen, häufig über 6 Jahre alt) Pflanze besteht aus einer nicht gerade reich verzweigten, bis 25 cm langen Hauptwurzel, deren Zweige hauptsächlich nur an der Spitze ein büschelförmiges Zweigsystem zarter Wurzeln tragen. An die Hauptwurzel schliesst sich das, wie es scheint, kurze hypocotyle Glied an, welches übergeht in die äusserst kurz bleibende Hauptachse, welche in Verbindung mit zahlreichen Basalstücken über die Erde tretender Seitenzweige, den Basalstücken abgestorbener oberirdischer Achsen und jungen, noch mit Schuppenblättern besetzten Achsen den sogenannten „Wurzelkopf“ bildet. Die Droge zeigt dieses Verhältniss nach dem Aufweichen in Wasser sehr schön. Der Wurzelkopf ist oft bis 8 cm breit und sitzt bei alten Pflanzen, wie der Kopf einem Nagel, der höchstens 1 cm dicken Wurzel auf.

Die Wurzeln sind im primären Zustande ganz normal gebaut, besitzen ein diarches radiales Gefässbündel, welches von einer einfachen Endodermis umschlossen ist, eine dünne primäre Rinde und eine einfache Epidermis. In vielen Fällen ist auch der secundäre Bau der Wurzeln ein ganz normaler, häufig sind kürzere, meist

gerade Stellen in den Wurzeln normal, nicht selten sind ganze 10—20 cm lange, dann stets ungebogene, wie es scheint oft sehr üppig gewachsene Wurzeln völlig normal gebaut.

Derartige Wurzeln, von denen ein Querschnitt in Fig. 1 skizzirt ist, lassen zu äusserst eine etwa 4 Zelllagen dicke hellgelbe Korkschicht, *K*, erkennen. Unter der Korkschicht liegt eine Parenchymmasse, *R*, deren Elemente in tangentialer Richtung stark gedehnt sind, auf dem Radialschnitt der Wurzel jedoch isodiametrischen Querschnitt zeigen und deutliche Inter-cellularräume zwischen sich erkennen lassen.

Darauf folgt die jüngere Bastregion der Rinde mit vorwiegend längsgestreckten Elementen. Die Markstrahlen, welche die Rinde durchsetzen, Fig. 2 *m*, erscheinen auf dem Querschnitte der Wurzel meist ein- bis dreireihig und im Tangentialschnitte der Wurzel sehr verschieden, meist aber etwa

Fig. 1.

Normal gebaute Wurzel im Querschnitte, vergrössert.

- R* Aeussere Rinde.
- B* Innere Rinde.
- K* Kork.
- H* Holz.
- J* Jahresring.
- C* Cambium.

Fig. 3, 400fach vergrössert.

Partie aus dem Querschnitte des Holzes.
g Gefäss, *f* Faserzelle, *m'* *m* Markstrahlparenchym.

Fig. 2, 330fach vergrössert.

Partie aus dem Querschnitte der inneren Rinde.
s Siebröhre, *m* Markstrahl, *p* Parenchym, *c* Cambium, *H* Holz.

10 Elemente hoch. Das Markstrahlenparenchym ist dem übrigen Parenchym der inneren Rinde so ähnlich, dass man die Markstrahlen im Tangentialschnitte kaum aufzufinden vermag. Markstrahlenparenchym *m* und Rindenparenchym *p* (Fig. 2) sind in der Richtung der Längsachse der Wurzel gestreckt. Die Markstrahlenelemente der Rinde sind allerdings meist etwas kürzer und dünnwandiger. Die Wände beider Zellformen sind collenchymatisch und mit schräg stehenden, feinen, gestreckten Tüpfeln versehen. Die Siebröhrenstränge *s*, die im Querschnitt stark hervortreten, verschwinden unter diesen gestreckten Elementen im Radialschnitt und Tangentialschnitt fast völlig, da auch die Cambiformzellen den übrigen parenchymatischen Elementen im wesentlichen ähnlich sehen und die Siebröhren sehr eng sind.

Im Radialschnitt der Rinde sieht man sehr leicht, dass alle diese gestreckten Elemente der Rinde (mit Ausnahme der Siebröhren) um so mehr durch horizontale Querwände getheilt werden, je mehr sie nach aussen zu liegen, also je älter sie sind. Schliesslich resultirt eben aus ihnen das im Radialschnitt der Wurzel isodiametrisch erscheinende Parenchym der äusseren Rinde. Als Inhalt führen alle parenchymatischen Elemente der Rinde fettes Oel, welches in grossen Tropfen austritt, wenn man die Schnitte in Chloralhydratlösung legt.

Das Holz, Fig. 1 *H*, der Wurzel ist wie die Rinde dadurch ausgezeichnet, dass alle Zellen derselben mehr oder weniger in der Richtung der Längsachse gestreckt sind.

Die Markstrahlen, Fig. 3 *m*, verhalten sich bezüglich ihrer Breite und Höhe wie die der Rinde und es geht hier leicht aus der Fig. 3a. 140 fach vergrössert.

Markstrahlparenchym d. Holzes, aus einem breiten Markstrahle, im radialen Längsschnitte. *v* verholzte, *u* unverholzte Markstrahlzellen.

Ansicht des Tangentialschnitts hervor, dass die Höhe der Markstrahlen recht verschieden ist; so deutlich die Markstrahlen des Holzes häufig auf dem Querschnitte erscheinen, so wenig deutlich treten auch sie im Längsschnitte hervor, weil die Markstrahlzellen ebenfalls in der Richtung der Längsachse meist mehr oder weniger gestreckt sind und mit ihren Enden mehr oder weniger prosenchymatisch in einander greifen. Nur selten sind die Markstrahlzellen fast typisch gebaut, wie Fig. 3a zeigt, fast cubisch. Die Markstrahlzellen sind,

wie alle Elemente des Holzes, auch die Tracheen, mit spaltenförmigen, von rundem Hofe umgebenen Tüpfeln versehen.

Die Markstrahlen der normal gebauten Wurzeln erhalten ein sehr wechselndes Ansehen dadurch, dass erstens die Weite der Markstrahlzellen in den verschiedenen Markstrahlen sehr ungleich ist, dass Markstrahlen mit weiten und engen Elementen vorkommen, und dass zweitens die Wände der Markstrahlzellen stärker oder schwächer verdickt und mehr oder weniger, oft stark, oft gar nicht verholzt sind.

Gewöhnlich findet man, dass die zwei primären Markstrahlen aus weiteren, wenig verdickten und häufig auch unverholzten Elementen bestehen, doch treten auch daneben ähnliche, jüngere Markstrahlen hie und da auf. Manchmal, allerdings selten, sind die Markstrahlen der normal gebauten Wurzeln alle gleichartig und wenig hervortretend. Die Holzstrahlen enthalten die nur in ihrer inneren Lamelle stärker verholzten kurzgliederigen Gefässe *g* mit kreisförmig durchbrochenen Zwischenwänden und gestreckte prosemchymatische Zellen *f*. Mehr oder weniger deutlich treten Jahresringe, *J* Fig. 1, hervor, welche hauptsächlich durch eine Tangentialreihe dichterstehender Tracheen markirt werden.

Von den aufgezählten Eigenschaften der Wurzel von normalem Baue interessirt uns hier hauptsächlich die Eigenthümlichkeit derselben, in den Holzmarkstrahlen ohne erkennbaren Grund statt der normaler Weise verholzten Markstrahlzellen unverholzte Elemente zu produciren, und ferner die Eigenschaft, gerade die primären Markstrahlen durch Erweiterung der Markstrahlzellen relativ breit auszubilden.

Von dem Aussehen der normal gebauten Wurzeln (wir lassen absichtlich das hypocotyle Glied, die dicht unter dem Wurzelkopfe befindliche Partie der Wurzel, von etwa 1 cm Länge, ausser Betracht), welche im trocknen und frischen oder aufgeweichten Zustande drehrund und gerade erscheinen, weicht das Aussehen der anormal gebauten Wurzelstücke im trocknen Zustande auffallend ab. Die anatomisch normal gebauten Wurzeln sind stets gekrümmt und im trocknen Zustande

Fig. 4. Fig. 5.

Mit Kiel versehene gekrümmte, trockne Wurzelstücke.
K Kiel.

nicht cylindrisch, sondern mit dem oft beschriebenen Kiele *K*, Fig. 4 und 5, versehen.

Dieser Kiel liegt stets auf der concaven Seite der gekrümmten Stücke. Hie und da, bei dicken, stark gekrümmten Wurzeln, ist die convexe Seite der Krümmung wulstig und mit Querrunzeln versehen, wie es in Fig. 4 und 5 dargestellt ist, bei dünneren Stücken ist sie meist glatt.

Weicht man die trockenen Wurzeln in Wasser auf, so verschwindet der Kiel, die Wurzel wird fast regelmässig cyindrisch, die Krümmung bleibt jedoch erhalten.

Schält man von den gebogenen, anormal gebauten Wurzelstücken jetzt die parenchymatischen Elemente ab, so findet man, dass nicht

Fig. 6.

Von der Rinde befreiter Holzkörper der Wurzel.
f dem Kiel gegenüber abgeflachte oder vertiefte Stelle des Holzkörpers. *K* Kielseite.

etwa wie bei der normal gebauten Wurzel ein cylindrischer, im Querschnitt kreisförmiger Holzkörper zum Vorschein kommt, sondern dass vielmehr in der convexen Seite des gekrümmten Stückes eine Spalte (selten auch ein paar Spalten) sich zeigen.

Diese Spalten sind meist fast so lang als der gekrümmte Theil der Wurzel, können schmaler oder breiter sein, gehen aber meist fast bis zum Centrum der Wurzel und erscheinen so theils als scharfe Längsspalten (ähnlich wie Fig. 6 *f'*) theils als breite Ausschnitte (Fig. 6 *f*) in dem Holzkörper der Wurzel.

Schneidet man anormal gebaute Wurzeln quer durch, so findet man auf dem Querschnitte den Holzkörper danach selbstverständlich ähnlich wie in Fig. 7, 8 oder 9 gestaltet. Bei trocknen Wurzelstücken liegt an der concaven Seite des Holzkörpers der Kiel (Fig. 4 und 5 *K*; Fig. 7, 8 bei *B*). Ist die Wurzel aufgeweicht, so hat sich der Kiel verbreitert, der Querschnitt ist fast rund, wie es in Fig. 9 dargestellt ist. Bei näherer Betrachtung des aufgeweichten Querschnittes erkennt man meist, dass das Cambium nicht, wie in der normalen Wurzel, den Holzkörper völlig umgiebt, sondern dass es nur auf der Kielseite dem Holzkörper angrenzt (bei *c*), dass es an der entgegengesetzten Seite durch die parenchymatische Masse *m'* von dem Holzkörper getrennt verläuft

und dort als eine oft undeutliche Linie (c') erkannt werden kann. Dieses annähernd kreisförmige Cambium arbeitet nun nur auf der Kiesel Seite in gleicher Weise wie in der normal gebauten Wurzel,

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 7 u. 8. Querschnittfläche einer trocknen Wurzel.

Fig. 9. In Wasser aufgeweichte gekrümmte Wurzel quer durchschnitten (vergrössert). R Aeussere Rinde. R' Anomale Rinde. B Innere Rinde. H Holz. C und C' Cambium. m Markstrahlen. m' Acusseres Parenchym, welches an Stelle des Holzes vom Cambium erzeugt wurde.

indem es nach aussen Markstrahlen (m) und Baststrahlen bildet, welche die normale Rinde zusammensetzen, nach innen zu normal gebautes Holz (H) erzeugt. Dagegen bildet der Theil des Cambiums c' an der entgegengesetzten Seite der Wurzel nur parenchymatische Elemente, sowohl nach innen als nach aussen zu.

Da das Cambium dieselbe Thätigkeit (der Erzeugung von Parenchym nach aussen und innen zu) auch in der normal gebauten Wurzel überall da entfaltet, wo ein Markstrahl entsteht, so kann man vom morphologischen Standpunkte die ganze Parenchymmasse, welche dem Kiele gegenüber vom Cambium erzeugt wird, welche also die Spalten erfüllt, die wir beim Schälen der anormal gebauten Wurzel im Holzkörper fanden, als Markstrahlenparenchym, die Spalten als abnorm grosse Markstrahlen bezeichnen, wie es schon Linde that, welche allerdings bei den Wurzelstücken eine sehr grosse Höhe erreichen. Es gehört dann sowohl das Parenchym m' als R' (Fig. 9 und 7) dem anormalen Markstrahlgewebe an.

Genauere Untersuchung des die Spalten erfüllenden Gewebes zeigt jedoch auch in diesem relativ normal erscheinenden nicht gerade häufig vorkommenden Falle, dass dasselbe stets mehr oder weniger von dem Parenchym der gewöhnlichen Markstrahlen normaler oder anormaler Wurzeln abweicht. Leicht erkennt man diese Verschiedenheit, wenn man radiale Längsschnitte durch die Mark-

strahlen und das Gewebe der Spalten betrachtet, wie ein solcher in Fig. 10 dargestellt ist. Man sieht dann, dass alle Zellen im

Fig. 10. 140fach vergrössert.

Radialer Längsschnitt durch den Theil einer alten anormal gebauten Wurzel, welcher an der convexen Seite liegt (also Fig. 9 *R'* *C'* *m'* entspricht). *K* Periderm. *R'* Parenchym der anormalen Rinde. *c'* Cambium. *m'* Anormales Parenchym der Holzregion.

radialen Längsschnitte fast kreisrund erscheinen und relativ grosse Interzellularräume zwischen sich lassen, während, wie wir sahen, die normalen Markstrahlelemente mehr oder weniger, oft sehr stark, in der Richtung der Achse der Wurzel gestreckt sind und nur kleine Interzellularräume im radialen Längsschnitt zeigen. Oft sind auch die Zellen dieses Gewebes sehr weit, 4—6 mal weiter als die der normalen Markstrahlen. Gewöhnlich, vorzüglich bei jüngeren Wurzeln, ist ein Cambium, welches in relativ normaler Weise arbeitet, nicht zu finden. Entweder ist gar kein Cambium auf der dem Kiel gegenüber liegenden Seite zu sehen, so dass die geringe Zellvermehrung durch Theilung aller dort liegender Parenchymzellen erfolgte, oder es liegt das Cambium dem Holzkörper ringsum an. Es herrschen auch entschiedene Unterschiede zwischen alten und jungen Wurzeln, welche man am besten an der Hauptwurzel verfolgt.

Vergleicht man jüngere und ältere Hauptwurzeln der Pflanze mit einander, deren Alter man aus der Anzahl der Verzweigungen der oberirdischen Achse, hie und da auch aus den Jahresringen des hypocotylen Gliedes erkennen kann, so scheint der gewöhnliche Verlauf der Entwicklung der anatomischen Anomalie folgender zu sein. Wenn die Wurzel das Cambium entwickelt hat und die diarche primäre Gefässplatte von diesem mit einigen Lagen von verholzten Zellen und Tracheen umgeben ist, stellt das Cambium auf der einen Seite der Wurzel in einem Punkte, welcher in die Mediane der Gefässplatte fällt, seine Thätigkeit, also bei *c'* Fig. 11, ein, während es eine schwache Thätigkeit in den Punkten, welche rechts und links von letzterer Stelle liegen, eine kräftige an der entgegengesetzten Seite des diarchen Gefässbündels ausübt. Nach einigen Monaten hat dann der Holzkörper der Wurzel die in Fig. 11 *H*

skizzierte Gestalt angenommen. Ausserhalb c' liegt Rindenparenchym mit einigen obliterirten Siebröhren, ausserhalb c , in der Mediane der primären Gefässplatten das normale Rindengewebe, welches den Kiel bildet.

Bei weiterem Dickenwachsthum der Wurzel nimmt dann das Cambium der beiden Seiten des keilförmigen Holzkörpers, rechts und links von Punkte c' , die Thätigkeit mehr oder weniger auf, indem es nach innen zu Holz bildet, so dass dann der Holzkörper eine Form annehmen kann, wie sie in Fig. 9, 8 oder 7 dargestellt ist. Es entsteht dann aus dem Holzkörper, dessen scharfe Kante jetzt dem Kiel gegenüber liegt, ein abgeflachter oder rinnig ausgehöhlter Holzkörper, dessen flache Seite oder Höhlung dem Kiele gegenüber angeordnet ist. Die entstehende Vertiefung füllt sich dabei entweder durch Theilung der ausserhalb c' liegenden Parenchymzellen oder dadurch, dass das Cambium bei c' nur nach aussen oder (meist in späterem Alter der Wurzel) auch nach innen Parenchymzellen abscheidet, mit Parenchym an, von dessen Eigenschaften wir schon oben sprachen.

Die im Vorhergehenden kurz für die eigentliche Hauptwurzel und die Nebenwurzeln geschilderten Thatsachen lassen sich nun alle von einem physiologischen Gesichtspunkte aus recht gut verstehen und mit einander in Einklang bringen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die gestreckten Zellen der Rinde der Hauptwurzel und auch die Nebenwurzeln der Senegapflanze in gleicher Weise sich in einem gewissen Alter verkürzen, wie diejenigen anderer Pflanzen, und damit auch eine Verkürzung der ganzen Parenchymmassen der Wurzel veranlassen, welche auch den an und für sich passiven Holzkörper der Wurzel zu verkürzen strebt. Der schon in jungen Wurzeln sehr feste Holzkörper kann diesem Drucke nicht durch Bildung sehr kurzer Krümmungen nachkommen und entsteht dadurch eine starke Spannung der Gewebe in der Wurzel. Es entwickeln sich gleichzeitig die ersten zweizeilig alternirenden Nebenwurzeln in der Mediane der primären Gefässplatten. Auch diese verkürzen sich nach einiger Zeit und ziehen die dünne Hauptwurzel nach sich zu, so dass sie sich in ähnlicher Weise krümmt, wie es in der Fig. 12 rein schematisch dargestellt ist. Diese Krümmung des Holzkörpers wirkt nun sehr wahrscheinlich in Verbindung mit

Fig. 11.

Schema eines Querschnitts durch den oberen Theil einer zweijähr. Hauptwurzel.

dem Drucke, welchen das durch den festen Holzkörper an der Concentration gehinderte Parenchym ausübt, zerstörend auf die Siebröhrenapparate und das Cambium der convexen Seite der Wurzel, so dass das letztere seine Thätigkeit einstellt. Es sprechen für derartige Zerstörungen auch ziemlich häufig vorkommende kranke, mit gelben Massen erfüllte Partien im Holzkörper an der im Wachstum zurückbleibenden Seite.

Fig. 12.

Die weitere Folge dieser Störung der Thätigkeit des Cambiums ist dann eine weitere Krümmung der schon gebogenen Partien der Wurzel. In dem entstehenden Kiel liegen, wie der Augenschein lehrt, sehr viele gestreckte Parenchymelemente, welche sich successive verkürzen und die Wurzel auf der concaven Seite noch stärker zusammenziehen, während die Parenchymzellen auf der dem

Kiel entgegengesetzten Seite, welche später erzeugt werden, sogleich isodiametrisch sind und sich deshalb nicht contrahiren können. Als ein die Biegung begünstigendes Moment kommt dann noch die Abplattung oder Aushöhlung der convexen Seite des Holzkörpers hinzu. Dass das Cambium die letzteren kurzen, parenchymatischen, den Markstrahlen ähnelnden Elemente erzeugt und nicht stets wieder später zur Bildung von Siebröhren etc. schreitet, mag wohl zuerst mit der Lage des betreffenden Cambiumabschnittes zusammenhängen; denn die in der Mediane der Gefässplatte liegende Cambiumpartie ist thatsächlich diejenige, welche im normalen Falle einen primären Markstrahl erzeugt haben würde, und die Wurzel neigt ja so wie so dort zur Erzeugung besonders breiter und grosszelliger Markstrahlen. Ferner aber kann der durch die infolge der fortdauernden Biegung der Wurzel entstehende Zerrung ausgeübte Reiz dahin wirken, dass, wie bei anderen Verletzungen, gleichsam parenchymatisches Wundgewebe gebildet wird, und auch dadurch mag das so erzeugte Parenchym eine von Markstrahlenparenchym etwas abweichende Form erhalten.

Als Ursache für die Entstehung des abnormen Baues ist also das Zusammenwirken einiger Eigenschaften der Wurzel zu erklären, welche nochmals kurz zusammengestellt sein mögen.

- 1) Besondere Festigkeit des Holzkörpers;
- 2) leichte Verletzbarkeit des Cambiums und der die Nährstoffe leitenden Siebröhrenstränge;
- 3) besonders starke Contraction des Rindenparenchyms;
- 4) Tendenz, die primären Markstrahlen besonders breit, grosszellig und unverholzt auszubilden;
- 5) zweizeilige Stellung der primären Seitenwurzeln.

Die sehr starken Krümmungen der Hauptwurzeln und der Nebenwurzeln, welche durch die besprochenen Einflüsse zu Stande kommen können, haben nun wahrscheinlich eine besondere biologische Bedeutung für die Senegapflanze. Dieselbe besitzt zahlreiche zarte Knospen, welche sicher in der Erde verborgen sein müssen, wenn dieselben nicht zu Grunde gehen sollen; deshalb muss die Pflanze alljährlich tiefer in die Erde gezogen werden. Dieses Tieferziehen, welches stets die sich contrahirenden Wurzeln besorgen, muss bei der Senegapflanze wegen des breiten Wurzelkopfes besonders schwierig sein, und es ist deshalb leicht erklärlich, dass jede mögliche Einrichtung von der Pflanze erworben werden wird, welche eine energische Contraction der Wurzeln herbeiführt. Als eine derartige Einrichtung scheint nun in der That, wie schon aus obiger Auseinandersetzung einleuchten wird, der anormale Bau der Wurzeln zu betrachten zu sein.

Das oben Mitgetheilte bezieht sich auf alle Theile der Wurzel mit Ausnahme des obersten, dicht unter dem Wurzelkopfe sitzenden Theiles. Dieser ist wohl ursprünglich ein typisch ausgebildetes hypocotyles Glied gewesen. Ist dies der Fall, so ist es jetzt leicht verständlich, dass sich dieser Theil in Bezug auf die Anomalien, welche in Folge der Zerrungen und Biegungen entstehen müssen, etwas anders verhalten muss, als die diarche Wurzel. Dies ist nun in der That der Fall! Sehr häufig ist das hypocotyle Glied auch an ganz alten Wurzeln normal gebaut; ist es aber sehr krumm, so findet man auch dort auf der convexen Seite nach Entblössung des Holzkörpers in letzterem Spalten, aber immer zahlreiche kurze, oft breite, unregelmässige, im einfachsten Falle solche, wie sie hier nach Linde in Fig. 13 copirt sind.

Fig. 13.

Wie gleich im Anfang dieser Notiz bemerkt wurde, ist diese ganze Erklärung noch durchaus des experimentellen Beweises bedürf-

tig. Es wäre z. B. zu versuchen, ob eine langsame künstliche Krümmung der jungen Hauptwurzel zum anormalen Wachsthum führte, und ob das Abschneiden der Seitenwurzeln oder vielleicht besser das Anbauen der Pflanze in ganz lockerem Boden zur Erzielung normal gebauter Hauptwurzeln führen könnte. Ich erwähne vorzüglich das Letztere, da ich, wie gesagt, die amerikanischen Herren Collegen darauf hinweisen möchte, dass sie Beobachtungen darüber anstellten, ob Senegapflanzen, die an ihren natürlichen Standorten in ganz lockerem Boden wachsen, geringere Kielbildung aufweisen als solche, die in festem Boden wurzeln, welcher den Wurzeln Halt bietet und das Einziehen des Wurzelkopfes erschwert. Vielleicht findet sich dabei zugleich die einfache Erklärung für die geringen morphologischen Unterschiede zwischen der „westlichen“ und „südlichen“ Droge.

Auch diese Anomalieen ordnen sich dem für die Wurzeln entwickelten Prinzip vollkommen unter, wie man leicht einsehen wird, wenn man den primären Bau des normalen hypocotylen Gliedes in Betracht zieht.

Grundzüge zur Beurtheilung der Ableitung, Reinigung und Verwerthung der Abfallstoffe.

Von E. Reichardt in Jena.

Diese Fragen beschäftigen augenblicklich nicht nur die Behörden, sondern auch die Volksvertreter bald da, bald dort in grossem Maassstabe, und mit vollem Rechte, da es gilt, der immer mehr überhandnehmenden Verunreinigung des Bodens und des öffentlichen Wassers entgegenzutreten, damit dieses letztere nutzbare Gemeingut bleibe und zum Leben und Gedeihen der wichtigen Quelle für Nahrung, der Fische, noch weiter diene, beziehendlich wieder so rein hergestellt werde. Die Beurtheilung der Sachlage wird jedoch leicht einseitig gehandhabt und natürlich im höchsten Grade von den betheiligten Kreisen, welche mit möglichster Schnelligkeit die Abfallstoffe von sich auf Andere ableiten möchten.

Die Frage ist jetzt weit vielseitiger gestaltet, weil die so unendlich gesteigerte Gewerbtätigkeit eine Masse von Abfall der aller verschiedensten Art mit sich bringt, dessen Beurtheilung diesen Gegenständen entsprechend sich anders gestalten muss.