

Rad. gentianae rubr.

Enzianwurzel, Roter Enzian, Racine de gentiane, Gentian-root.

Die Enzianwurzel könnte ebensogut Enzianrhizom heißen, denn oftmals besteht bei den Stücken der Droge die reichliche Hälfte aus Rhizom, wenigstens bei den von *Gentiana lutea* L. stammenden Stücken. Die entsprechend der geringeren Größe der ganzen Pflanze erheblich kleineren Rhizome und Wurzeln von *Gentiana pannonica* Scop., *Gentiana purpurea* L. und *Gentiana punctata* L. zeigen zwar oftmals das gleiche Verhältnis, doch überwiegt bei ihnen bisweilen der Rhizomteil so stark, daß ich vorziehen würde, sie „Rhizoma gentianae“ zu nennen. Aber auch in der Droge von *lutea* habe ich Stücke gefunden, die fast ganz aus Rhizom bestanden. Was Rhizom ist und was Wurzel, ist leicht zu entscheiden, da das Rhizom deutliche Querringelung zeigt (Fig. 1, 4 u. 5).

Das Rhizom von *Gentiana lutea* L. (dies sei der Beschreibung zu Grunde gelegt) ist ein vertikal in der Erde stehender unterirdischer Sproß, der sich aus dem hypokotylen Gliede, sowie dem Epikotyl der Keimpflanze entwickelt und der eine sogar an der Droge der Regel nach noch gut zu erkennende Eigentümlichkeit besitzt. Die Hauptwurzel, in welche das hypokotyle Glied nach unten zu ausläuft, stirbt nämlich frühzeitig ab und an ihre Stelle tritt eine seitlich von der Ursprungsstelle derselben, also an der Basis des Rhizoms resp. des früheren hypokotylen Gliedes entspringende oder eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel. Da nun im letzteren Falle alle unterhalb der Insertionsstelle der Wurzel liegenden Rhizomteile allmählich absterben, so bieten die Drogenstücke vier Typen dar. Im ersten Falle (Fig. 4) ist die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten und die Nebenwurzel (*mw*) beginnt zu erstarken, im zweiten Falle (Fig. 1) ist die Hauptwurzel abgestorben (bei *x*, Fig. 1), die neben der Hauptwurzelinsertionsstelle inserierte Nebenwurzel ist erstarkt und bildet nunmehr das Ernährungsorgan (*wu*, Fig. 1), im dritten Falle ist eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel (z. B. *wu*, Fig. 4) herangewachsen und erstarkt; der oberhalb derselben liegende Rhizomteil ist am Leben und in lebhafter Thätigkeit, der darunter liegende beginnt abzusterben (Fig. 5). Doch kann das Absterben noch lange Zeit sich hinziehen. Dann haben wir ein langes Rhizomstück mit abgestorbener Basis und einer mehr oder weniger kräftigen Nebenwurzel. Endlich kann der Fall eintreten, daß sich der zweite und dritte Typ miteinander kombinieren, d. h., daß außer der an der Insertionsstelle der (abgestorbenen) Hauptwurzel entspringenden Nebenwurzel auch eine oder

mehrere der weiter oben entstehenden Nebenwurzeln herangewachsen. Dann bleibt natürlich das unterhalb der letzteren liegende Rhizomstück erhalten und an dem langen Rhizome sitzen eine oder mehrere Wurzeln. Die Regel ist, daß die Hauptwurzel fehlt. Die sie vertretende Nebenwurzel kann, wenn erstarkt, sich in ein oder mehrere gleichmäßige Zäsern teilen oder mehr oder weniger kräftige Seitenwurzeln bilden. Doch neigt im allgemeinen *Gentiana* nicht zu reichlicher Zäserbildung. Tritt Bildung von kräftigen Nebenwurzeln ein, so pflegt die relative Hauptwurzel abzusterben. Junge Rhizome sind unverzweigt. Oft wird das senkrecht im Boden stehende, nur wenig gekrümmte Rhizom viele Centimeter lang, bevor an seiner Spitze Gabelungen eintreten. An älteren Rhizomen von *Gentiana lutea* findet man fast regelmäßig Gabelung (Fig. 5). Diese Rhizome erscheinen dann vielköpfig. Bei *Gentiana purpurea* fand ich schon bei relativ dünnen Rhizomen (wie sie etwa der Fig. 4 entsprechen) Mehrköpfigkeit. Die Bildung solcher Rhizomgabelungen geschieht in der Weise, daß eine oder mehrere, in der Achsel von Laubblättern sitzende Knospen herangewachsen (Fig. 4). Bei Fig. 4 sind außer der Hauptknospe (*kn*) bereits drei solcher Seitenknospen entwickelt (*kn*, *kn*, *kn*), bei Fig. 5 zwei. Angelegt werden übrigens frühzeitig viele solcher Knospen (*kn*, Fig. 5), aber dieselben kommen oft Jahrzehnte lang nicht zur Entwicklung. Bestimmt kommen sie zur Entwicklung erst, wenn die Pflanze sich zum Blühen anschickt. Denn nach dem Abblühen stirbt die terminale Knospe ab und eine oder mehrere Seitenknospen übernehmen dann die Führung.

Bei den Stücken der Droge, soweit dieselbe von *Gentiana lutea* stammt, sind Knospen selten, da für gewöhnlich vor dem Trocknen die Knospen entfernt (Fig. 1) und Rhizom wie dickere Wurzeln der Länge nach halbiert werden. Dagegen fand ich sie bei den schwächeren Rhizomen von *Gentiana purpurea* und *punctata* noch recht oft. Durchschneidet man eine solche Knospe der Länge nach, so findet man, daß der flache Vegetationspunkt in der Mitte einer breiten, flachen Mulde liegt (Fig. 6), die die Spitze des Sprosses bildet, und daß die Blätter der Knospe dicht gedrängt ihn umschließen. Die Blätter bilden zweigliedrige dekussierte Blattpaare (Fig. 4, oben, u. 5). Ihre Basen sind verwachsen und umschließen also den Sproß ringsum (Fig. 4). Sie hinterlassen nach dem Abfallen Blattnarben, die ziemlich dicht aufeinander folgen (I, Fig. 4) und bei denen die Narben der Herbstblätter oft deutlicher hervortreten als die übrigen. Verfolgt man das

Rhizom dann weiter nach unten, so findet man, daß diese Querstreifen immer enger aneinander rücken (II, Fig. 4) und die basalen Partien des Rhizoms außerordentlich dicht und fein geringelt sind (Fig. 1 bei *y* u. 5). Diese sehr zahlreichen und feinen Ringelungen kommen durch eine Faltung der sehr reich durchlüfteten, lebhaft sich teilenden lockeren äußeren Rindenschicht offenbar infolge Stauchung des Rhizoms zu stande, entsprechen also nur zum Teil Blattansatzstellen. Denn, obwohl fortdauernd oben am Rhizom neue Partien hinzuwachsen, tritt dasselbe doch niemals über den Boden. Die Wurzeln mögen es ja wohl, besonders in lockeren Böden, etwas nach unten ziehen, aber im allgemeinen dürfte die Basis des Rhizoms festliegen. Dies bedingt nun eine Stauchung und demgemäß eine Faltung der lockeren Randpartie, die um so stärker hervortreten wird, je tiefere Partien des Rhizoms in Betracht kommen. Diese Stauchung kommt auch in den ganz außerordentlichen Verbiegungen und Verkrümmungen der Gefäße im centralen Teile des Rhizoms zum Ausdruck. Die Querringelung setzt sich an der Grenze von Rhizom und Wurzel meist scharf ab (*y*, Fig. 1 u. 4), oft sogar außerordentlich scharf (*y*, Fig. 1), so daß ein Zweifel darüber, wieweit das Rhizom reicht, nicht bestehen kann. Denn den Wurzeln pflegen die zarten Querfalten gänzlich zu fehlen. Sie besitzen nur Längsrundeln (*wu*, Fig. 1 u. 4). Das Rhizom wird oft 20 und mehr Jahre alt, bevor es einen blütentragenden Sproß treibt.

Die Farbe der Rhizome und Wurzeln ist ein eigenartiges rötliches-braun. Im Innern erscheinen sie frisch hell, trocken hell-rötlich-braun.

Das Lupenbild des Rhizoms (Fig. 2) gleicht im allgemeinen dem Lupenbilde der Wurzel (Fig. 3), bei beiden hebt sich die Rinde und Holzkörper trennende Kambiumlinie deutlich hervor. Ein ausgesprochen radial-strahliger Bau ist weder in der Rinde noch im Holzkörper zu konstatieren, doch zeigen bisweilen die Randpartien des letzteren und die dem Kambium benachbarten Teile der Rinde da und dort zarte, wenig deutliche Radialstrahlen (Fig. 2 u. 3), die nach Befechten im Holzkörper stärker, in der Rinde schwächer hervortreten oder dort ganz verschwinden, resp. Tangentiallinien Platz machen. Der einzige Unterschied zwischen dem Lupenbild von Rhizom und Wurzel ist der, daß in dem centralen Teile des ersteren die dort streichenden Gefäße außerordentlich gebogen und verkrümmt sind und das Gewebe in großen Bogen und Schleifen durchziehen, während auch die central gelegenen Gefäße der Wurzel ziemlich gerade streichen oder doch nur wenig gekrümmt sind.

Der primäre Bau der Wurzel — da die Hauptwurzel der Droge meist fehlt, berücksichtige ich nur Nebenwurzeln — ist diarch oder triarch (Fig. 16). Es liegen also im Innern zwei oder drei Gefäßplatten (*gth*) und mit diesen alternierend zwei bzw. drei Siebteilstreifen (*sb*, Fig. 16). Das Perikambium (*pc*) ist zart, die Endodermis ungewöhnlich derbwandig (*end*, Fig. 16) und schon bei zarten Wurzeln deutlich in Teilung begriffen. Oft zeigen schon Wurzeln von nur 0,23 mm Durchmesser ein oder mehrere Radialwände. Die Zellen der

primären Rinde sind sehr zartwandig und führen (ob immer?) eine endotrophische Mycorrhiza (*y*, Fig. 16). Nur die subepidermale Zellreihe, die man wohl der Verkorkung ihrer Primärwände wegen als äußere Endodermis betrachten kann, ist derbwandig und kleinzellig (*x*, Fig. 16). Die Epidermiszellen besitzen eine stark verdickte Außenwand (*Ep*, Fig. 16). Schon frühzeitig wird die primäre Rinde abgeworfen. Sie ist schon stark zerrissen bei 0,3 mm dicken Wurzeln, aber noch bei 0,7 mm dicken findet man sie bisweilen erhalten, allerdings sind dann die inneren Zellschichten stark obliteriert. Nach dem Abwerfen erfolgt dann das sekundäre Wachstum des centralen Gefäßbündelcylinders in typischer Weise (Angew. Anatomie, S. 368), dessen radialer Bau nunmehr kollateral wird (Fig. 17). Bei einer 1 mm dicken Wurzel finden wir folgenden Bau. Zu äußerst liegt die in lebhafter Teilung begriffene (innere) Endodermis (*end*, Fig. 17). Die Zellen derselben sind ebenso im Querschnitt wie in der Flächenansicht höchst merkwürdig gebaut (Fig. 17 u. 18). Die primäre Membran der Mutterzelle (*x*, Fig. 18) ist verkorkt und tritt daher der Umris der letzteren auf das deutlichste sowohl im Querschnitt (Fig. 17) als auch im Flächenschnitt (Fig. 18) hervor. Die Wände der durch lebhafte Teilung innerhalb der Mutterzelle entstandenen Tochterzellen (*y*, Fig. 18) bleiben dauernd unverkorkt. Sie sind relativ dick und quellbar. Unterhalb dieser eigenartigen Endodermis liegt das Perikambium. Die Zellen desselben sind bereits in diesem Stadium verkorkt und in Tangentialteilung begriffen (*pc*, Fig. 17). Das Perikambium ist also zum Phellogen geworden. Die auf das Perikambium folgende Zellschicht hat sich ebenfalls durch Teilung vermehrt und hat ein eigenartiges kollenchymatisches Gewebe erzeugt (*col*, Fig. 17). Der Siebteil der Bündel ist nach außen geschoben (*sb*, Fig. 17) und ist nach innen zu vom Kambium begrenzt (*c*, Fig. 17). Der Gefäßteil liegt im Innern (*gth*, Fig. 17). In dieser Phase der Entwicklung sind die Holz- und Siebbündel (ich zähle 3—5) noch fast ganz isoliert, die Gefäßteile noch nicht zu einem centralen Cylinder, die Siebteile noch nicht zu einer peripheren Röhre zusammengefloßen, das Kambium für gewöhnlich auf die Bündelstreifen beschränkt und noch nicht interfascicular ausgebildet. In diesem Stadium kann man also von Gefäß- und Siebteilen trennenden Markstrahlen bez. Rindenstrahlen reden (*mk*, Fig. 17). Das vermischt sich aber bald. Kurze Zeit nachdem die Endodermis infolge vermehrter Korkzellbildung abgestoßen worden ist, schließt sich das Kambium zum Ringe und nunmehr sind Mark- und Rindenstrahlen nicht mehr deutlich wahrzunehmen. Und so bleibt es nunmehr. Immerhin kann aber auch noch bei einer älteren 15 mm dicken Wurzel, wenigstens in den äußeren Partien bisweilen eine den Gefäßteilen benachbarte Zellreihe als Markstrahl gedeutet werden (*mk*, Fig. 8) und die Fortsetzung derselben in der Rinde als Rindenstrahl (*rst*, Fig. 8). Dies ist aber keineswegs immer der Fall. Oft ist nichts zu finden, was einem Markstrahl ähnlich sähe.

Der Bau der fertigen Wurzeln, wie sie in der Droge vorliegen, ist nunmehr leicht zu verstehen. Zu äußerst liegt, da die Endodermis frühzeitig abgestoßen wird, ein außen ab-

sterbender und sich von Innen her ergänzender Korkmantel (*k*, Fig. 7), der, wie wir oben sahen, perikambialen Ursprungs ist. Dann folgt eine schmale, bisweilen kollenchymatische Schicht oder doch eine Partie, deren Zellen dickere Tangentialwände besitzen (*col*, Fig. 7), die ihren Ursprung in der subperikambialen Zone nimmt. Diese Partie ist nach innen hin ziemlich stark zerrissen. Ihre Zellen bleiben auch in der Längsrichtung kurz und rundlich. Dann folgt die Schicht der primären Siebbündel (*sb*, Fig. 7 u. 10), die stark nach außen geschoben wurden, und endlich gegen das Kambium hin die sekundäre Rinde. Dieselbe besteht vorwiegend aus besonders in den äußeren Rindenpartien reichdurchlüftetem Phloemparenchym, dessen Zellen (*php*, Fig. 8) meist wohl erhaltene Zellkerne (*ke*, Fig. 11) und dicke quellbare Wände besitzen, die sich Chlorzinkjod sich bläuen. In den inneren Rindenpartien sind und bleiben die Phloemparenchymzellen so lang wie die Kambiumzellen, aus denen sie entstehen. In den äußeren Partien teilen sie sich und die Teilprodukte runden sich ab zu rundlichen Parenchymzellen, die, da sie der Rindendehnung nicht folgen, sich von einander lösen und Interzellularräume bilden. Sie zeigen bisweilen getüpfelte Wände (Fig. 12). Eingebettet in dieses Phloemparenchym finden sich Siebbündel von meist rundlichem Querschnitt (*sb*, Fig. 8). Dieselben bestehen vornehmlich aus Siebröhren, deren Glieder so lang wie eine Kambiumzelle sind (*s*, Fig. 11 u. 13) und nur wenig geneigte, in der Droge oft durch Callus verschlossene (Fig. 13) Siebplatten besitzen. Begleitet werden diese Siebröhren von eigentümlichen unverholzten Ersatzfasern (*Er*, Fig. 11), deren Wände eine charakteristische Skulptur erkennen lassen: sich rechtwinklig kreuzende zarte Streifen oder Netzleisten, die nur bei bestimmter Einstellung sichtbar sind. Die Siebbündel und ihre Ersatzfaserbelege bilden, wie der tangential Längsschnitt zeigt, anastomosierende Verbände.

Im ganzen Gewebe der Rinde, mit Ausnahme der Siebröhren, findet sich reichlich Kalkoxalat in feinen Nadelchen und kleinen gestreckten Tafeln. Die Kriställchen (*kr*, Fig. 7, 11, 12, 13) liegen fast immer der unteren Querwand der Zelle an. Sie folgen dem Gesetze der Schwere und sinken also auf den Boden der Zelle herab. Auch Zellkerne sind sehr häufig. Fast jede Zelle enthält einen Kern (*ke*, Fig. 11, 12, 13). Enzianwurzel eignet sich daher gut zur Demonstration der Zellkerne im Praktikum. Ebenso ist mindestens ein Tropfen mit Osmiumsäure sich schwärzendes fettes Öl in jeder Zelle nachweisbar. Stärke fehlt. Alkalische Alizarinlösung färbt die Inhalte, besonders die Zellen des Kambiums und der Rinde, aber auch die Gefäßwände tief blauviolett.

Übrigens liegen den vornehmlich in den den Gefäßstreifen entsprechenden Rindenstreifen Siebbündel (Fig. 8) weniger in in den gewissermaßen interfascicularen Partien, wo auch das Kambium (*c*, Fig. 8) viel später erst in Aktion tritt (vergl. Fig. 17, wo es daselbst noch ganz fehlt). Schon oben ist erwähnt worden, daß die Membranen in Wasser quellen; wenn konzentrierte Schwefelsäure zerfließt, erfolgt noch stärkere Quellung und vorübergehend werden Schichten sicht-

bar. Auch wirkliche Schleimbildung ist da und dort zu beobachten, die sowohl im Parenchym wie in den Siebbündeln ihren Sitz hat. Letztere sind ja auch anderwärts, z. B. beim Gummiarabikumbaum Hauptsitz der Schleimbildung. Fig. 15 zeigt ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel. Hier, wie beim Parenchym, ist besonders eine Verschleimung der Interzellularsubstanz zu beobachten. Von dort geht jedenfalls die Verschleimung aus. Die verschleimten Partien färben sich mit Chlorzinkjod nur mattblau.

Innerhalb des Kambiums liegt der Gefäßsteil. Derselbe besteht aus zahlreichen isolierten oder zu weniggliedrigen Gruppen vereinigten Gefäßen und Holzparenchym. Da und dort sind in das Gewebe auch hier Siebteilgruppen eingestreut (*sb*, Fig. 9). Die Gefäße (*gf*, Fig. 8 u. 9) sind entweder Leiter- oder Netzleistengefäße (Fig. 14). Im äußeren Teile gegen das Kambium hin sind sie oft zu undeutlichen Radialreihen angeordnet (Fig. 3), dort verlaufen sie auch in der Längsrichtung ziemlich gerade. Im innersten Teile der Wurzel sind sie unregelmäßiger verteilt (Fig. 3), auch verlaufen sie dort nicht gerade, sondern sind etwas gekrümmt. Die Gefäße sind die einzigen Elemente des Querschnittes, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot färben. Im Gefäßsteile findet sich ferner reichlich Holzparenchym, dessen Zellen nicht wesentlich von den Phloemparenchymzellen abweichen. Sie führen Oxalatnadelchen, fettes Öl, je einen Zellkern und Plasmarest. Sie lassen zwischen sich mehr oder weniger große Interzellularen und sind im Querschnitt oft eigentümlich hin und her gebogen, bizarr verkrümmt und verzerrt (Fig. 8 u. 9). In den äußeren Partien des Gefäßsteils behalten die Holzparenchymzellen die Länge der Kambiumzellen, im centralen Teile erleiden sie Teilungen und dort liegt daher ein Gewebe rundlicher Parenchymzellen mit reichlichen Interzellularen. Die Siebbündel des Holzkörpers weichen in nichts von denen der Rinde ab. Auch in ihnen beobachtet man manchmal Schleimbildung. Verholzt sind nur die Gefäßwände.

Der anatomische Bau des Rhizoms weicht in keinem Punkte wesentlich von dem dickerer Wurzeln ab. Auch das Lupenbild (Fig. 2) ist sehr ähnlich dem der Wurzel (Fig. 3). Nur im centralen Teile beobachtet man reichlichere Biegungen und Krümmungen der dort befindlichen Gefäße.

Die die Stengel rings umschließenden Blatttuten führen einen Kranz großer Bündel mit mächtigen Belegen. Solereiden fehlen auch ihnen, wie dem Rhizom und den Wurzeln.

Das Pulver.

Das Pulver des Enzian bietet wenig Charakteristisches. Stärke fehlt, Gypsnadeln erhält man reichlich, wenn man in konzentrierter Schwefelsäure beobachtet, wo dann auch die Öltröpfchen gut hervortreten. Am besten legt man in Chlorzinkjod ein. Da treten die sich gelb färbenden Fragmente der Netzleistengefäße und die dicken, sich schnell bläuenden Wände der übrigen Gewebelemente deutlich und wohl von einander unterschieden hervor.

Tafel 72.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Rhizomstück (*Rhiz.*) mit ansitzender Nebenwurzel (*wu*) bei \times die Narbe der abgestorbenen Hauptwurzel. Das Rhizom reicht bis *y*.
- „ 2. Lupenbild des Rhizoms.
- „ 3. Lupenbild einer dickeren Nebenwurzel.
- „ 4. Junges Rhizom mit mehreren Sprossanlagen an der Spitze (*kn—kn₁*). Die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten. Das Rhizom reicht bis *y*.
- „ 5. Rhizom mit mehreren Sprossanlagen an der Spitze. Eine oben am Rhizom entspringende Nebenwurzel (*wu*) bewirkt die Ernährung. Das unter der Ansatzstelle derselben liegende Rhizomstück beginnt abzusterben.
- „ 6. Sprossscheitel längsdurchschnitten. Lupenbild.
- „ 7. Querschnitt durch die Randschicht einer dickeren Wurzel.
- „ 8. Querschnitt durch die Kambialschicht derselben Wurzel.
- „ 9. Querschnitt durch die innerste centrale Schicht derselben Wurzel.
- Fig. 10. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Wurzel.
- „ 11. Längsschnitt durch ein Siebbündel nebst benachbartem Gewebe (frisches Sommermaterial).
- „ 12. Getüpfelte Zelle der Rinde, Längsansicht.
- „ 13. Längsschnitt durch ein Siebbündel (Droge). Siebröhren mit Callus.
- „ 14. Gefäß in Längsansicht.
- „ 15. Querschnitt durch ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel.
- „ 16. Querschnitt durch eine ganz zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.
- „ 17. Querschnitt durch eine etwas ältere Wurzel, bei der noch die jetzt zu äußerst liegende innere Endodermis (*end*) erhalten ist.
- „ 18. Eine Zelle dieser inneren Endodermis mit ihren zahlreichen Tochterzellen. Flächenansicht.

