

Tubera Jalapae.

Radix Jalapae. Jalapenknolle, Jalapenwurzel.

Taf. XV.

I. Querschnittansicht.

1. *Kork* (K Fig. II u. III, Taf. XV): Schwache, vielfach aber auch mittelstarke bis starke Schicht dünnwandiger, gestreckt-rechteckiger, besonders in der Außen- und Mittellage braungelber bis gelbbrauner Zellen. Innenschicht meist farblos, besonders wenn hier Phellogen (Kb Fig. III, Taf. XV) vorhanden ist, das allerdings nicht im Gesamtumfang der Knolle deutlich hervortritt. Unter dem Phellogen liegt zunächst kleinzelliges Phelloderm (Ph Fig. III, Taf. XV). Es scheint, daß in ihm, wenn auch höchst selten, Steinzellen angelegt werden. Lenticellen findet man häufig.
2. *Rinde* (sekundäre Rinde, Bastteil des Gefäßbündels). Ziemlich mächtig (R—R, Fig. II, Taf. XV), aber gegenüber dem ganz ungewöhnlich stark entwickelten Holzkörper völlig zurücktretend:
 - a) *Markstrahlen*: Hier und da laufen markstrahlähnliche Zellenzüge (a Fig. III, Taf. XV) durch die Rinde. Auf Grund der Prüfung des tangentialen Längsschnittes ist es aber zum mindesten zweifelhaft, ob es sich hier tatsächlich um Markstrahlen handelt.
 - b) *Baststrahlen* (R—R_{III}, Fig. III, Taf. XV), wahrscheinlich alleiniger Bestandteil der Rinde:
 - a) *Parenchym, die Hauptmasse*:
 - a. *Äußerste Parenchymschicht* (R—R, Fig. III, Taf. XV): Aus schon etwas derbwandigen, tangential gestreckten, durch Radialteilung aber wieder in kleinere Zellformen zurückgeführten, gelblich-bräunlichen bis selbst gelbbraunen (Färbung betrifft vor allem die Zellwand) Zellen. Inhalt wie in mittleren und inneren Parenchymschichten. Wo er fehlt, Zellen meist zusammengefallen (Außenlage).
 - b. *Mittlere und innere Parenchymschichten* (R_{II}—R_{III}, Fig. III, Taf. XV), die Hauptmasse: Aus dünnwandigen, abgesehen von plasmatischen Resten meist farblosen, abgerundet-quadratischen bis rechteckigen oder polygonalen sowie kreisrunden Zellen. Die Parenchymzellen enthalten*) Calciumoxalatkristalle, in geringen bis mittleren Mengen:
Meist Drusen von 15—25 μ im Durchmesser.

***) Stärke, massenhaft vorhanden. Entweder intakt, oder infolge der Trocknung der Droge über Feuer verquollen. Gehört zu den mittelgroßen bis selbst großen Formen:

Einfache Körner: Kugelig (bei 1 Fig. VI, Taf. XV), seltener eiförmig, bei sehr verschiedener Größe.

Großkörner: 20, 25—40, 60 μ .

Kleinkörner: 5, 8—15, 20 μ .

Zusammengesetzte Körner: Hier fallen vor allem die Doppelkörner (bei 2 Fig. VI, Taf. XV) auf: ei- bis keulenförmige, aus oft sehr ungleich großen Teilkörnern bestehende Formen, deren Verbindungslinie vielfach eigenartig gebogen verläuft.

Die drei- und vierfach zusammengesetzten Körner (bei 3 und 4 Fig. VI, Taf. XV) und ebenso die Bruchkörner (bei 5 Fig. VI, Taf. XV) geben zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß.

Bei sämtlichen Körnern der Kern zentrisch oder exzentrisch. An seiner Stelle häufig eine kleine strahlige Kernhöhle. Schichtung der Stärke meist deutlich.

Verkleisterte Stärke (bei 6 Fig. VI, Taf. XV) — in der Regel in den Zellen der Außenschicht — fällt durch verschwommene Umrisse und Änderung der inneren Struktur auf. Erstere sind wellig. Dem entspricht auch die Schichtung, von der allerdings in der verquollenen Masse oft nichts mehr zu sehen ist. Zwischen den verkleisterten wie den intakten Stärkekörnern einer Zelle liegt ein feinsplasmatisches Netzwerk meist bräunlicher Färbung.

β) Sekretzellen: Vereinzelt (S bei R—R, Fig. III, Taf. XV) in äußeren Teilen der Rinde, in Masse in inneren, dem Cambium benachbarten (S bei R,,—R,,, Fig. III, Taf. XV). Hier als eine Mantellage (S bei R—R, Fig. II, Taf. XV), die auf dem Drogenquerschnitt (unbewaffnetes Auge) als dunkle Zone hervortritt. Unter der Lupe löst sich diese in einzelne Punkte auf.

Die dünnwandigen Sekretzellen fallen in dem Parenchym durch die Größe, vor allem aber durch den Inhalt auf. Aus ihm — ein mehr oder weniger stark eingetrocknetes, das Harz enthaltendes Sekret — entstehen unter der Einwirkung von Wasser meist farblose Emulsionskugeln eigenartiger Trübung (feine Körnung, blasenartige Einschlüsse usw.) Von den verletzten Sekretzellen aus verbreiten sich — was bei dem Studium der Verteilung derartiger Zellen zu beachten ist — diese Kugeln über das ganze Präparat.

γ) Siebröhrenstränge, verhältnismäßig selten: Gruppen kleiner polygonaler Zellen, die gewöhnlich nur in der Nähe des Cambiums intakt (B bei R,,, Fig. III, Taf. XV), in älteren Rindenteilen aber meist vollständig zusammengefallen sind, so daß sie hier leicht übersehen werden.

NB. Abgesehen von den oben erwähnten, mehr ausnahmsweise vorhandenen Steinzellen fehlen der Rinde mechanische Zellformen.

Über die hier und da in der Rinde auftretenden sekundären Gefäßbündelkreise siehe Holzkörper.

3. *Cambium*. Ein für die Droge sehr charakteristisches System von Cambien ist vorhanden. Es lassen sich unterscheiden:

- a) Primäres (normales) Cambium (Cb bei R, Fig. II; Cb Fig. III, Taf. XV): Ein zwischen dem Holz- und dem Bastteil des Gefäßbündels liegender, mehr oder weniger welliger Ring, der nach außen Bast, nach innen Holz herstellt.
- b) Sekundäre Cambien (anormal): Unter dem primären Cambium — also in dem Holzkörper — auftretend. Verlaufen, von noch zu erörternden Unregelmäßigkeiten abgesehen, so ziemlich parallel mit dem primären Cambium, als im allgemeinen konzentrische, ebenfalls wellige Ringe, die allerdings nicht völlig geschlossen sind, sondern aus bogenförmigen Teilstücken bestehen (Cb_{1 u. 2} Fig. II, Cb₁ Fig. III, Taf. XV). Je mehr man sich inneren Teilen der Knolle nähert, um so unvollständiger werden die Ringe. Zudem kommt es hier — gegen das Zentrum des Organs hin — zu mehr oder weniger beträchtlichen Verschiebungen ihrer Teilstücke, unter dementsprechender Störung nicht nur der ringförmigen sondern auch der konzentrischen Anordnung.

Die sekundären Cambien bilden — umgekehrt wie das primäre Cambium — nach innen den vor allem durch die Sekretzellen gekennzeichneten Bast, nach außen hin aber Holz. Ganz vereinzelt scheint aber auch eine normale Orientierung vorzukommen. Möglicherweise handelt es sich bei ihr um Cambien noch unvollständiger sekundärer Gefäßbündelkreise s. u., die oft schwer von Teilstücken eines sekundären Cambiumringes zu unterscheiden sind.

- c) Tertiäre Cambien (anormal): Entstehen in den zwischen den sekundären Cambien liegenden, oft ziemlich breiten Gewebezonen (Z₁₋₄ Fig. II; Z₁₋₂ Fig. III, Taf. XV) und führen zur Anlage sekundärer Gefäßbündelkreise innerhalb des Holzkörpers. Entweder entwickelt sich um hier bereits vorhandene Gefäße ein kleiner Cambiumbogen aus dem Parenchym (Cb_{3 u. 4} Fig. III, Taf. XV), oder er bildet sich frei in diesem (Cb₅ Fig. III, Taf. XV). In beiden Fällen ergänzt er sich früher oder später meist zu einem kleinen Cambiumring — vergl. Cb₂ des hier ausnahmsweise in der Rinde liegenden jungen Gefäßbündelkreises PK Fig. III, Taf. XV — der dann nach innen Elemente des Holzes, nach außen solche des Bastes herstellt.

In bezug auf die zeitliche Entstehung dieser Cambien scheint es, daß die sekundären sukzessiv unter dem primären Cambium angelegt werden. Hierfür spricht wenigstens, daß man unter ihm oft schon einen neuen Cambiumring (Cb, Fig. III, Taf. XV) — hier und da sogar noch einen weiteren — in seinen ersten Anfängen vorfindet. In den von derartigen Cambien ausgehenden Zuwachsen des Holzkörpers dürften dann die tertiären Cambien nachfolgen. Das schließt allerdings nicht aus, daß beiderlei Cambien — für die tertiären ist es besonders wahrscheinlich — unter Umständen auch in schon älteres Gewebe, zwischen schon vorhandene derartige Bildungen, eingeschaltet werden. Sichere Auskunft hierüber könnte nur die Entwicklungsgeschichte geben.

4. *Holzkörper* (H—H, Fig. II und III, Taf. XV), Holzteil des Gefäßbündels: Fleischig (fast ohne mechanische Zellformen), bei quantitativ mächtiger Ausbildung. Bezüglich der Markstrahlen siehe Rinde.

Besteht aus:

a) Parenchym, die Hauptmasse: Aus Zellen, die gestaltlich wie inhaltlich im allgemeinen mit dem Parenchym der Rinde übereinstimmen. Entwickeln sich aus den verschiedenen Cambien vorzugsweise nach deren jeweils verschieden orientierter Holzseite hin s. o. Aus dem primären Cambium (Cb Fig. II u. III, Taf. XV) entstehen sie also, bezogen auf das Zentrum des Organs, nach innen, aus den sekundären Cambien (Cb_{1 u. 2} Fig. II u. III, Taf. XV) nach außen.

Bei den tertiären Cambien liegt der Holzteil der neu hergestellten Gefäßbündelkreise nach innen, also deren organischer Achse (C bei PK Fig. III, Taf. XV) hin. Hier entsteht auch vorzugsweise das neue Parenchym. Es tritt allerdings, gegenüber dem durch die erstgenannten Cambien hergestellten, quantitativ sehr zurück.

b) Sekretzellen: Entsprechen in Form und Inhalt denjenigen der Rinde s. o. Gehören augenscheinlich zu dem Bastteil des Gefäßbündels. Das entscheidet auch über ihre Anordnung. Die Sekretzellschichten — Mantellagen dicht gedrängter Sekretzellen — liegen über dem primären Cambium (S bei Cb Fig. II u. III, Taf. XV) und unter den sekundären Cambien (S bei Cb_{1 u. 2} Fig. II u. III, Taf. XV). Die tertiären Cambien endlich stellen derartige Schichten nach außen, als Mäntel der jungen Gefäßbündelkreise, her (S, Fig. II u. III, Taf. XV).

Mehr oder weniger beträchtliche Störungen dieser Anordnung infolge nachträglicher Gewebeverschiebungen sind allerdings, wie wir noch sehen werden, nicht ausgeschlossen.

c) Gefäße und Tracheiden: In verhältnismäßig spärlichen Gruppen, die wohl zum größten Teil aus dem primären Cambium entstanden sind und, bevor Gewebeverschiebungen eintreten, lediglich radiale Anordnung haben (g—g, Fig. II, Taf. XV). Die größten Gruppen liegen außen, in der Nähe des primären Cambiums. Ihren durch kleinzelliges Parenchym verbundenen Gefäßelementen (g bei gf gf, Fig. III, Taf. XV) können in beschränkter Zahl Fasertracheiden beigegeben sein, die Holzfasern schon gestaltlich recht nahe stehen. Den meisten Gefäßgruppen fehlen aber derartige Tracheiden. Die Gruppen werden kleiner, je mehr man sich inneren Teilen des Organs nähert. Interessant sind ihre Beziehungen zu den neu auftretenden Cambien. Eben in der Entstehung begriffenes sekundäres Cambium (Cb, Fig. III, Taf. XV) kann ältere, radial meist stark gestreckte Gefäßgruppen spalten und in je zwei zerlegen (gf gf, Fig. III, Taf. XV), die durch eingeschaltetes Parenchym dann radial mehr und mehr auseinanderrücken. Es erfolgt die Einschaltung einer weiteren konzentrischen, sich vor allem aus einer Parenchym- und einer Sekretzellschicht zusammensetzenden Zone, in der dann wieder tertiäre Cambien entstehen.

Die letzteren bilden sich selten frei im Parenchym (Cb₃ Fig. III, Taf. XV), meist aber im Anschluß an ältere kleine Gefäßgruppen. Über oder unter solchen (Cb₄ Fig. III, Taf. XV) entwickelt sich, durch entsprechende Teilung von Parenchymzellen, je eine kleine Cambiumsichel derart, daß der Innenteil der Sichel gegen die alten Gefäße gerichtet ist. Die Orientierung künftiger

Elemente der Neubildung ist damit gegeben. Die sich vergrößernde (Cb_1 Fig. III, Taf. XV), früher oder später zu einem Ring (Cb_2 Fig. III, Taf. XV) zusammenschließende Sichel entwickelt dann nach innen außer Parenchym neue Gefäßgruppen (g , bei PK Fig. III, Taf. XV), nach außen Sekretzellen (S , bei PK Fig. III, Taf. XV), etwas Parenchym und einige Siebröhrenstränge (B , bei PK Fig. III, Taf. XV).

Die Neubildung — vereinzelt findet man sie auch in der Rinde (Abbiegung nach einem Seitenorgan) — läßt sich als ein Gefäßbündelsystem im kleinen auffassen. Wahrscheinlich können die sekundären Cambien und ihre Zuwachse als weitere derartige Systeme gelten, bei denen die Herstellung von Gefäß- und Siebröhrensträngen gegenüber derjenigen von Parenchym und Sekretzellen fast vollständig zurücktritt.

In obiger Darstellung liegt bereits die Erklärung der ganz eigenartigen Querschnittsbilder der durchgeschlagenen Droge, die besonders deutlich an hornigen (stark über Feuer getrockneten) Stücken, weniger an mehlig hervortreten. Man hat nur davon auszugehen, daß die Zeichnung durch die Cambien und die ihnen angelagerten Sekretzellschichten — dunkle bräunliche Zonen, die sich unter der Lupe in kleine Punkte auflösen — hervorgerufen wird. Besonders die kleineren (jüngeren) Knollen zeigen eine deutlich hervortretende, im allgemeinen konzentrische Schichtung (Fig. I, Taf. XV). Sie ist durch die von dem primären Cambium und den sekundären Cambien ausgehenden Sekretzellschichten bedingt. Da diese Cambien nach inneren Teilen der Knolle hin in sukzessiv kleinere Bogenstücke zerfallen, so zeigen auch die einzelnen Schichten die dementsprechenden Lücken. Andererseits fallen eigenartig wulstige Innenvorsprünge der Schichten auf. Es sind dies meist junge Gefäßbündelkreise, deren noch unvollständige (hufeisenförmige) tertiäre Cambien (Cb_3 Fig. III, Taf. XV), samt den entsprechenden Sekretzelmänteln (S , bei Cb_3 Fig. III, Taf. XV), Anschluß an darüber liegende primäre oder sekundäre Cambien haben.

Zwischen den konzentrischen Schichten des Querschnittbildes liegen meist weniger deutliche, oft wie verschwommene kleine Ringe und Sichel (Fig. I, Taf. XV). Dies sind die Sekretzelmäntel in der Entwicklung mehr oder weniger vorgeschrittener sekundärer Gefäßbündelkreise. Stehen diese dicht beieinander, so kann Verschmelzung ihrer äußeren, die Sekretzelmäntel enthaltenden Teile erfolgen. An Stelle der Sichel und Ringe sieht man dann eigenartige, schon an Marmorierung erinnernde Figuren.

Bei größeren (älteren) Knollen tritt die konzentrische Schichtung vielfach zugunsten einer schon ausgesprochenen Marmorierung zurück. Diese ist einestheils durch das eben erwähnte Verhalten der sekundären Gefäßbündelkreise, andertheils aber durch deren Heranwachsen veranlaßt. Es werden infolgedessen die vom primären und sekundären Cambium ausgehenden konzentrischen Sekretzellschichten ganz willkürlich verschoben.

Endlich gibt es noch Knollen, bei denen die in den sekundären Gefäßbündelkreisen gegebene Zeichnung entschieden vorherrscht (deutliche Ringe, Sichel usw.). Ob von vornherein die Entwicklung derartiger Neubildungen begünstigt wurde, oder ob diese erst später, unter Zurückdrängen der Zu-

wachse primärer und sekundärer Cambien, ausgiebig heranwachsen, läßt sich auf Grund der fertigen Verhältnisse nicht entscheiden.

Daß mit dem Auftreten so vieler neuer Bildungszentren in dem Holzkörper das aus dem primären Cambium und den sekundären Cambien entstandene Parenchym zum größeren oder kleineren Teil nicht nur verschoben, sondern auch mehr oder weniger stark zusammengedrückt werden kann, sei noch erwähnt. Das an sich schon schwer zu deutende, vielfach an das Rhabarberrhizom erinnernde anatomische Bild wird dadurch noch komplizierter.

II. Längsschnittansichten.

A. Radialer Längsschnitt.

1. *Kork und Phelloderm* (K und Ph Fig. IV, Taf. XV): Im allgemeinen wie auf dem Querschnitt.
2. *Rinde*:
 - a) *Parenchym*: Dessen äußere Lagen (R—R, Fig. IV, Taf. XV) aus abgerundet-quadratischen bis kreisrunden, seltener polygonalen Zellen, die oft in deutliche Querreihen gestellt sind. Inneres Parenchym (R,, Fig. V, Taf. XV) aus elliptischen Zellen (schwache axiale Streckung).
 - b) *Sekretzellen* (S Fig. IV, Taf. XV): Selten vereinzelt, meist übereinander gestellt. Wie es scheint, aus einer axial stark gestreckten Zelle hervorgegangen, die durch Querteilung in vielfach recht zahlreiche Tochterzellen zerfallen ist.
 - c) *Siebröhrenstränge* (B Fig. V, Taf. XV). Da die Stränge oft stark gebogen verlaufen, nur selten in scharfer Längslage: Aus dünnwandigen, meist kurzgliedrigen Siebröhren und Cambiform.
3. *Cambium*:

Aus niederen (Cb Fig. V, Taf. XV), gestaltlich nicht weiter bemerkenswerten Zellen. Wohl aber interessiert der Verlauf der verschiedenen Cambien. Sekundäre Cambien führen, unter welligen Biegungen, im allgemeinen längs durch die Knolle. Für die tertiären Cambien kann dies ebenfalls zutreffen. Dann kommt es vor, daß sie an höherer oder tieferer Stelle blind in dem Grundgewebe endigen. Sie bilden alsdann recht unregelmäßige, hier und da an die sekundären Cambien angeschlossene Säcke von sehr verschiedener Höhe. Ferner streichen die tertiären Cambien recht häufig auch quer und schräg in den Knollen. Hier handelt es sich wohl um Anastomosen der verschiedenen Cambien und der von ihnen herzustellenden Zuwachse.
4. *Holzkörper* (H—H, Fig. V, Taf. XV):
 - a) *Parenchym*: Im allgemeinen wie dasjenige der Rinde.
 - b) *Gefäße und Tracheiden* (g—g,, Fig. V, Taf. XV): Erstere, die breiten, porös verdickt (quer gestellte Porenspalten mit, bei stärkerer Vergrößerung, zarten Höfen). Die schmalen Formen — meist Tracheiden — entweder von ähnlicher oder spiraliger bis ringförmiger Verdickung. Auch die mit bis mittelstarken Wänden versehenen, recht seltenen Fasertracheiden haben behöfte Poren.

c) Sekretzellen: Wie in der Rinde; nur ist die Zahl der übereinander liegenden derartigen Zellen meist geringer. Treten auch hier in Schichten innerhalb der sekundären und außerhalb der tertiären Cambien hervor, deren sichere Unterscheidung überall da, wo sie sich in Stücken geben, allerdings recht schwer ist.

B. Tangentialer Längsschnitt.

Ohne besonderes Interesse.

III. Präparation.

Die Droge ist meist hornig und dann sehr hart. Dessenungeachtet läßt sie sich, zumal wenn man sie in geeignete handliche Stücke spaltet und die Schnittfläche mit Wasser anfeuchtet, noch leidlich gut schneiden. Größere Schwierigkeit macht die Wahl der Schnittstelle. Man benutze hier die in der Zeichnung der Schnittfläche gegebenen Anhaltspunkte und entnehme Schnitte, sowohl von Partien mit deutlich hervortretenden sekundären Gefäßbündelkreisen, als auch von solchen, deren Schichtung in konzentrischen Zonen scharf hervortritt. Ferner berücksichtige man äußere, mittlere und innere Teile der Knolle.

In bezug auf die Präparation, sowie das Studium der Präparate kann auf das bei *Rhizoma Rhei* und *Tubera Aconiti* Gesagte verwiesen werden.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. I: Skizze eines Querschnittes durch die Knolle. Natürliche Größe.
- Fig. II: Ähnliche Skizze durch einen Teil eines derartigen Querschnittes. Vergr. 1:4.
K: Kork. R—R, sekundäre Rinde. S deren Sekretzellen.
Cb: Normales Cambium.
H—H,: Holzkörper. g—g, dessen Gefäßstrahlen. Cb₁ u. 2 sekundäre Cambien. S deren Sekretzellschichten. P sekundäre Gefäßbündelkreise. S, deren Sekretzellen. Cb, entstehendes sekundäres Cambium. Z₁—Z₃, vorzugsweise aus Parenchym- und Sekretzellschichten bestehende konzentrische Gewebezonen.
- Fig. III: Teil eines Querschnittes durch die Knolle. Vergr. 1:70.
K: Kork, dünnwandig. Darunter Phellogen (Kb) und Phelloderm (Ph).
R—R₁: Rinde (sekundäre Rinde). Bastteil des Gefäßbündels.
R—R, äußere, R₁—R₁, innerste Parenchymschicht. S deren Sekretzellen, B deren Siebröhrenstränge.
PK sekundärer Gefäßbündelkreis (nach Seitenorganen führend), mit Gefäßelementen (g g.), Cambium (Cb₂), Siebröhrensträngen (B.) und Sekretzellen (S).
Cb: Cambium, normales. Zwischen Holz- und Bastteil des Gefäßbündels liegend.
H—H,: Holzkörper (Holzteil des Gefäßbündels). Fleischig entwickelt, bei anormaler Ausbildung.
Cb₁ sekundäres Cambium (bei Cb, ein solches im Entstehen begriffen) } mehr oder weniger
Cb₂₋₅ tertiäre Cambien in verschiedenen Entwicklungsstadien; sekundäre Gefäßbündelkreise herstellend } zahlreich im Holzkörper auftretend.
Z₁—Z₃ Zwischen den sekundären Cambien liegende, aus je einer Parenchym- und einer Sekretzellschicht (S) zusammengesetzte konzentrische Gewebezonen, in denen die sekundären Gefäßbündelkreise (PK.—PK₁) auftreten.
gf gf.—gf., Gruppen radial angeordneter, meist von dem normalen Cambium stammender Gefäßelemente. Vielfach in den sekundären Bündelkreis hineingezogen (g bei PK, u. „). P—P₂ dessen Parenchym. B seine Siebröhrenstränge. Die übrigen Bezeichnungen wie oben.
- Fig. IV: Stück eines radialen Längsschnittes durch äußerste Teile der Knolle. Vergr. 1:70.
K: Kork samt Phellogen (Kb) und Phelloderm (Ph).
R—R,: Äußerste Rindenschicht. S Sekretzellen.
- Fig. V: Stück eines ähnlichen Schnittes durch die innere Rinde und den äußeren Holzkörper. Vergr. 1:70.
R₁, Parenchym mit den Sekretzellen (S). B Siebröhrenstrang. Cb Cambium.
gf Gefäßelemente (g Tracheen, g u. g., Tracheiden). H, inneres Parenchym.
- Fig. VI: Stärke, aus Parenchym ausgefallen.
1: einfache, kugelige Körner.
2—4: zusammengesetzte Formen. Zwillinge (2), Drillinge (3) und vierfache Körner (4).
5: Bruchkörner der zusammengesetzten Stärke.
6: Verquollene Stärkekörner.

