

## Rad. althaeae.

Eibischwurzel, Racine de Guimauve, Marshmallow Root.

Die Wurzeln von *Althaea officinalis* L. kommen für gewöhnlich geschält in den Handel, und zwar finden Verwendung sowohl die Hauptwurzeln wie die dickeren Nebenwurzeln, die meist ziemlich weit oben an der Hauptwurzel entspringen und, besonders wenn die Hauptwurzel absterbt, den Charakter von Wurzelfasern tragen.

Der primäre Bau der Wurzel ist (bei ganz jungen Wurzeln von einer Dicke von 250 mik) radial-diarch (Fig. 5). Die primäre Rinde so junger Pflanzen ist 4 Zellen breit, die Epidermis trägt zahlreiche Wurzelhaare (Fig. 5). Das centrale Bündel etwas dickerer Wurzeln von 400—500 mik Durchmesser zeigt triarchen, das noch dickerer von 550—600 mik Durchmesser tetrarchen Bau (Fig. 6). Die vier um ein großes, centrales, dünnwandiges Gefäß orientierten Gefäßstrahlen bilden ein Kreuz, zwischen dessen Schenkeln die 4 Siebinseln liegen (Fig. 6). Auch Pentarchie beobachtet man bisweilen. Dabei pflegt es aber zu bleiben bis die primäre Rinde abgeworfen wird, die alsdann eine Breite von 8 Zellen erlangt hat. Schon die 400 mik dicken Wurzeln zeigen keine Wurzelhaare mehr. Die letzteren sind samt der kleinzelligen Epidermis, aus der sie entsprangen, zusammengefallen, obliteriert. Die Endodermis ist etwas großzelliger als das Perikambium. In den Rindenzellen, die der Endodermis benachbart sind, findet sich meist in 2—3 Zellenlagen eine endotrophische Mycorrhiza.

Schon bei einer 1,5 mm dicken Wurzel ist die primäre Rinde vollständig abgeworfen. Der ursprünglich radiale Bau des Wurzelbündels ist in den collateralen übergegangen. Den noch kreisförmig geschlossenen, von den primären Markstrahlen durchzogenen, ein kleines centrales Mark einschließenden Holzkörper umgiebt rings die sekundäre Rinde. Das Perikambium hat reichlich Kork erzeugt, der als mehrzellige Schicht die Rinde rings umgiebt. In der sekundären Rinde sind bereits zahlreiche Bastzellgruppen und Schleimzellen gebildet, das Parenchym führt reichlich Stärke. Bastzellen treten zuerst in einer 0,5 mm dicken Wurzel auf.

Bei weiterer Entwicklung wird dann der Holzring gesprengt und in einzelne Gefäßgruppen aufgelöst, es entstehen sekundäre Mark- und Rindenstrahlen und auch im Holzkörper bilden sich, besonders in der Nähe der Gefäße, reichlich Bastfasern bez. Libriform. Dabei werden die Elemente des trachealen und mechanischen Systems durch sehr ergiebige Parenchymbildung (Speicherparenchym) auseinander geschoben.

Die Wurzeln, wie sie die Droge bilden, haben etwa einen Durchmesser von 10—25 mm und eine Länge von 10 bis 20 cm. Sie sind durch Schaben mit dem Messer vom Kork befreit. Die Stücke sind gerade oder etwas gekrümmt, meist tiefrunzlig mit wenigen, aber großen Furchen, im Querschnitte elliptisch (Fig. 1), weiß oder grauweiß und auf der Oberfläche feinfaserig. Die Ansatzstellen der Wurzeln erscheinen als dunklere Narben. Die Rinde beträgt  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{8}$  des Gesamtdurchmessers.

Das Lupenbild des Querschnittes, der sich mit Jod stark bläut, zeigt die bräunliche Kambiumzone, außerhalb und innerhalb derselben zarte Radialstreifung (Fig. 1), im Centrum unregelmäßige Punktierung. Die Rinde zeigt zarte konzentrische Zonen. Die Gefäße und ihre Tracheidsäume erscheinen beim Betupfen mit Phloroglucin-Salzsäure als rote Punkte.

Der aus dem Perikambium hervorgegangene Kork — derselbe fehlt der Droge — besteht aus etwa 8 Reihen tafelförmiger Korkzellen ( $\frac{1}{2}$ , Fig. 2) typischen Baues, dessen äußerste Reihen obliteriert sind (*obl*, Fig. 2) und bei jüngeren Rinden die Reste der primären Rinde tragen. Das darunter liegende Gewebe ist ein großzelliges Parenchym, das meist noch in lebhafter Teilung begriffen ist und dessen Wände die Cellulosereaktion sehr schön geben.

Die sekundäre Rinde (Fig. 3) ist von ein oder zwei Zellen breiten, bis 7 Zellen hohen, deutlich nur in der Nähe des Kambiums zu verfolgenden Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogen, die man mit bloßem Auge kaum, wohl aber gut mit der Lupe als breite, weiße Linien erkennen kann. Die Zellen der Rindenstrahlen sind radial gestreckt. Die Rinde zeigt aber auch auf dem Querschnitte eine schon mit bloßem Auge deutliche Tangentialstreifung (Fig. 1). Dieselbe löst sich bereits bei Betrachtung mit der Lupe in einzelne Bastzellgruppen auf, die so angeordnet sind, daß sie die erwähnten Tangentiallinien bilden (Fig. 3). Es entstehen nämlich immer abwechselnd Rindenschichten mit Bastzellgruppen und Rindenschichten ohne solche, die die Siebbündel (*s*, Fig. 3) führen.

Die Bastzellen der nicht sehr individuenreichen Bastzellbündel sind bei der Althaeawurzel verhältnismäßig schwach verdickt. Man findet bei ihnen fast regelmäÙig ein großes Lumen. Die Wand ist entweder gar nicht oder nur schwach verdickt (*B* in

Fig. 3). Ihre Länge differiert sehr, wie auch die Ausbildung der Enden (Fig. 13), die bald kegelförmig, bald mehr oder weniger zugespitzt, bald gabelig (mit 2 oder 3 Gabelästen) oder knorrig sind. Auch an den Seiten zeigen die Bastfasern bisweilen Ausbuchtungen oder Verstülpungen (Fig. 13). Die Weite der Bastfasern, die übrigens sehr verschieden ist, je nachdem die Faser in der Mitte oder an den Enden durchschnitten wurde, beträgt 10—27 mik, meist 18—20 mik, die Länge 440 bis 820, meist um 600 mik. Die Wand reagiert schwach oder gar nicht auf Phloroglucin-Salzsäure, ist also wenig oder gar nicht verholzt. Die Verholzung ist, wenn überhaupt, in der Mittelschicht wahrnehmbar. Chlorzinkjod färbt die mittlere Membranschicht gelb, die innere blau. Die im Centrum der Wurzel liegenden Librifasern pflegen stets verholzt zu sein.

Da durch Schaben der Wurzel die Korkzellschicht und das darunter liegende Parenchymgewebe entfernt wird, so kommen diese Bastfaserbündel bei der Droge zu äusserst zu liegen, lösen sich oftmals aus dem Gewebsverbande und bedecken alsdann die Oberfläche der Wurzel als faseriger Ueberzug. Derselbe ist für *Althaea* sehr charakteristisch. Die Bastzellgruppen stehen untereinander in Verbindung. Sie bilden auf dem Tangentialschnitt ein reich anastomosierendes Netzwerk.

Die Siebröhren (s, Fig. 3) besitzen meist nahezu horizontal gestellte Querplatten. Die Siebbündel (Siebröhren und Kambiform) sind stärkefrei, ihre Wandungen dick und heben sie sich daher deutlich von dem stärkeführenden Rinden-(Phloëm-)parenchym ab.

Das Rindenparenchym besteht aus im Querschnitte rundlichen, in der Längsrichtung nur wenig gestreckten Parenchymzellen, die reichlich Stärke und kleine Mengen Öl, sowie Asparagin führen. Die gleichen Inhaltsbestandteile finden sich in den Rindenstrahlzellen, doch ist in denselben mehr fettes Öl nachweisbar. Beim Einlegen in Osmiumsäure färben sich daher ganz besonders die Zellzüge der Rindenstrahlen, die auf dem tangentialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms zeigen. Auch Kalkoxalat ist in den Rindenparenchymzellen häufig (Fig. 2, 3, 7, *kr*). Es bildet stets eigentümliche Drusen, deren Randkristalle mehr (Fig. 3, *kr*) oder weniger (Fig. 12) hervortreten. Der Durchmesser der Kristalle beträgt 22—38, meist 25 mik.

Eingestreut in das Rindenparenchym finden sich zahlreiche Schleimzellen (*Sche*, Fig. 3), einzeln oder zu Reihen geordnet. Schleimzellen von gleichem Bau trifft man auch in dem centralen Holzkörper (Fig. 4 u. 7). Der Schleim findet sich in denselben in Form von Schleimmembranen, er bildet die sekundären Membranverdickungsschichten. Dafs dies in der That so ist und der Schleim nicht Inhaltsschleim ist, lehrt die Entwicklungsgeschichte, die man am besten an jungen Wurzeln oder Sprossen verfolgen kann.

Anfangs ist in den nur durch ihre Gröfse von den übrigen Zellen sich unterscheidenden jungen Schleimzellen im Marke junger Sprosse kein Schleim wahrnehmbar und bei Zusatz von Alkohol kontrahiert sich der Plasmaschlauch sackartig (Fig. 14). Dann tritt aufserhalb des Plasmaschlauches zwischen der primären, wenig verdickten Cellulose-Zellwand eine fein-

körnige Substanz auf, welche sich durch ihre Fähigkeit, mit Alkohol granuliert gefäلت zu werden, als Schleim erweist (Fig. 15). Die Körnchen, die hierbei entstehen, sind auf dem Querschnitte oft zu radialen Reihen angeordnet. Im Plasma liegt der Zellkern. Er besitzt nicht rundlichen Umrifs, sondern zeigt vielfache Fortsätze, die mehr oder weniger an die primäre Wand heranreichen, aber der Wand nicht anhaften, in ihrer Form aber leicht besonders nach dem Färben des Plasmas mit Nigrosin und Einlegen in Wasser (Fig. 16) oder in Alkohol (Fig. 17) erkannt werden können. Bei Alkoholmaterial sieht man den Plasmaschlauch kontrahiert, die Fortsätze herausgezogen, die junge Schleimmembran geschichtet (Fig. 17 u. 18). Der Anfang der Schichtenbildung macht sich durch eine lokale Verdichtung der Schleimkörnchen in einer bestimmten Zone bemerkbar (Fig. 15 bei *ts*). Kurze Zeit darauf sind mehrere Schichten schon deutlich und gut nachweisbar (Fig. 17 u. 18). Das Plasma zeigt in diesem Stadium zahllose Fortsätze (Fig. 18), ist aber an Masse schon stark reduziert, welche Reduktion unter fortwährender Ausscheidung neuer Schleimmengen zwischen Plasmahaut und sekundärer Membran immer weiter fortschreitet, bis nur ein kleiner Rest im Centrum der Zelle übrig geblieben ist, den die Membran rings umgiebt (*Sche*, Fig. 4).

Schon im jungen Sprofs wird der Schleim der Schleimzellen oftmals gelöst — also wieder verbraucht. Die beginnende Auflösung zeigt Fig. 19.

Auch bei der Wurzel sind bisweilen Auflösungserscheinungen an den Schleimmembranen zu beobachten. Die Auflösung hebt mit Lockerung der innersten Schichten an. Dieselben verflüssigen sich, sind aber als Schleim leicht dadurch zu charakterisieren, dafs sie durch Alkohol granuliert gefäلت werden (Fig. 20). Eine Schichte nach der anderen löst sich alsdann von innen nach aufsen fortschreitend, bis schliesslich nur wenige Schleimmembran-Schichten als Wandbeleg übrig bleiben. Doch ist niemals eine vollständige Lösung der Schleimmembran wahrzunehmen.

Oftmals zeigt nicht die ganze Schleimmembran dasselbe optische Verhalten. Vielmehr sieht man häufig eine Differenzierung in stark lichtbrechende oder wenig oder gar nicht lichtbrechende Schichten. So ist z. B. bei den älteren Schleimzellen der Wurzeln oft eine peripherische Schicht von der centralen scharf abgegrenzt.

Die Schleimzellen sind über die ganze Pflanze verbreitet — selbst im Gewebe des Filamentes finden sie sich reichlich. Sie fehlen, wie schon erwähnt, der primären Rinde der Wurzel, werden dann zunächst in der sekundären Rinde, darauf auch im Holzparenchym gebildet. Die ältesten Schleimzellen zeigen bisweilen Auflösungserscheinungen. Die Anlage der Schleimmembran erfolgt ganz in der gleichen Weise, wie oben beim Sprofs beschrieben: Zuerst tritt in einzelnen gröfseren Zellen dichteres Plasma auf, dann wird Schleim zwischen Plasmaschlauch und Cellulosemembran (an letztere) abgeschieden, diese sekundäre Schleimmembran wird zu Schichten differenziert, und je dicker sie wird, um so mehr schwindet das Plasma.

Die Schleimzellen der Wurzel sind meist in der Achse der Wurzel gestreckt, nur in den äußersten Partien sind sie wohl die Folge der dort herrschenden starken tangentialen Dehnung bisweilen tangential gestreckt. Die Schichtung der Schleimmembran ist nach Einlegen des Schnittes in Wasser wenig oder gar nicht zu sehen, wohl aber tritt sie außerordentlich schön hervor, wenn man Alkohol zufließen läßt, wobei die Schleimmembran eine gelblichgraue Farbe annimmt. Zahlreiche sehr zarte Schichten werden hierbei deutlich.

Auflösungsstadien finden sich in jüngeren Wurzeln vor, in fingerstarken oder noch dickeren findet man in den ältesten Geweben vom Frühling bis zum Herbst Auflösungsstadien, doch ist z. B. beim Austreiben der Sprosse im Frühjahr eine stärkere Lösung der Schleimmembranen in den austreibenden Wurzeln nicht zu beobachten. Dagegen beobachtet man in den äußersten Partien der sekundären Rinde der Wurzel nach dem Auflösen der Schleimmembranen oft Obliteration der betreffenden Zellen. Da jedoch die Droge aus jüngeren — zweijährigen — nicht holzigen Wurzeln besteht und die äußerste, älteste Rindenpartie durch Abschaben entfernt ist, so findet man bei ihr nur selten Schleimzellen mit in Auflösung begriffenen Membranen. Aus alledem geht hervor, daß der Schleim der Schleimmembranen der Schleimzellen nicht eigentlich als Reservestoff im engeren Sinne aufzufassen ist. Die stets unvollständige, oft ganz unterbleibende Auflösung des Schleimes beim Austreiben der Wurzel, die sehr frühzeitige Anlage der Schleimzellen in den vegetativen Organen, der Umstand, daß der Schleim sich durchaus anders verhält wie die notorisch zu den Reservestoffen gehörige Stärke, deuten darauf, daß der Schleim hier nicht ein Reservestoff ist, wenigstens nur unter Umständen als solcher fungiert. Die Schleimzellen scheinen vielmehr Wasserspeicher zu sein. Denn es ist bekannt, daß sich die Zahl der Schleimzellen auf trockenen Standortern vermehrt, die Wurzel schleimreicher wird und Schleimmembranen gute Wasserspeicher sind.

Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen. Er färbt sich nicht mit Jod, Chlorzinkjod oder Jodschwefelsäure, auch nicht mit alkalischer Kupferlösung blau, er quillt stark in Wasser und Kupferoxydammoniak, nicht in Bleiessig.

Das Reihenkambium (*e* in Fig. 3 u. 7) zeigt normale Ausbildung. Auf dem Querschnitt der Wurzel erscheint es als eine zarte bräunliche Linie. Innerhalb desselben liegt der Holzkörper, dessen leitende und mechanische Elemente durch ein sehr stark entwickeltes, mit Stärke vollgepfropftes Holzparenchym — Speicherparenchym —, wie es bei Reservebehältern häufig vorkommt, so stark auseinander geschoben sind, daß man auf der Querschnittsfläche Gefäße und Libriformgruppen nur als isolierte Punkte erkennt.

Dies Speicherparenchym gleicht ganz dem der Rinde. Es ist wie das Rindenparenchym reich durchlüftet, zahlreiche Intercellularen finden sich an den Ecken der Zellen. Es führt wie dieses reichlich Stärke und wenig Asparagin, fettes Öl und Rohrzucker. Konzentrierte Schwefelsäure färbt

den Inhalt der Zellen rot (Raspailsche Zucker-Eiweißreaktion), Kali citronengelb.

Das Asparagin ist in der Droge nicht eben häufig zu finden, da es beim Eintrocknen des Zellsaftes für gewöhnlich sich nicht kristallinisch ausscheidet, doch beobachtete ich bisweilen auch in der Droge Kristalle von Asparagin, sowohl Nadelbüschel als Sphaerokristalle (Fig. 11). Leichter kann man es sich sichtbar machen, wenn man frische, jüngere Wurzeln in Alkohol einlegt. Das Asparagin kristallisiert alsdann in den Zellen meist in Form von Nadeln.

Das Calciumoxalat, das sowohl in der Rinde wie im Holzkörper in einzelnen oder zu Längsreihen angeordneten Zellen vorkommt, hat der Regel nach die Form von Drusen (Fig. 12, vergl. oben). Es ist nicht auf die Umgebung des mechanischen Gewebes beschränkt.

Die Stärke zeigt in Rinde und Holzkörper die gleiche Ausbildung. Sie erfüllt ziemlich dicht das Speicherparenchym der Rinde (Phloemparenchym), wie das Speicherparenchym des Holzkörpers (Holzparenchym). Sie bildet den Reservestoff der Wurzeln und wird beim Austreiben der jungen Schößlinge im Frühjahr mehr oder weniger gelöst. Die Form der Stärkekörner ist eine sehr mannigfaltige, wie auch ihre Größe. Runde Körner sind selten, selbst die kleinen sind meist oval oder gestreckt, wie denn überhaupt der Typus gestreckt ist (Fig. 10). Die Körner zeigen dabei bald Stäbchenform, bald sind sie gekrümmt oder verbogen oder gelappt. Da und dort (aber selten) findet man zusammengesetzte Körner mit 2—4 Teilkörnern. Ihre Länge beträgt 3,5—27 Mik, die kleinen ovalen sind 3,5—7,5 Mik, die größeren gestreckten meist 15 Mik lang. Ein Spalt ist nicht immer deutlich. Wo er sichtbar ist, erscheint er als zarter Längsspalt.

Das fette Öl kann man sich durch Erhitzen des Präparates oder Einlegen in Chloral in Tröpfchenform sichtbar machen, legt man den Schnitt direkt in Osmiumsäure, so kann man konstatieren, daß das fette Öl auch hier, wie wohl überall, an das Plasma gebunden ist.

Die wasserleitenden Elemente des Holzkörpers sind nicht sehr zahlreich. Einzelne isolierte oder zu radial gestellten Gruppen vereinigte Gefäße sind in dem großen Speicherparenchym verstreut (Fig. 3 u. 4, *gf*). Sie besitzen fast ausnahmslos eine leiterförmig oder netzleistenartig verdickte Wand (Fig. 7, *gf*) und zeigen eine Weite von 25—82 Mik.; 50 bis 60 Mik weite sind häufig. Bisweilen sind sie hin und her gebogen, die Querwände stets völlig perforiert. Nicht selten zeigen sie Thyllenbildung (Fig. 7, *thy*).

Die Gefäße sind in der Regel noch von einem Tracheidensaum umgeben (*tr* in Fig. 3, 4 u. 7). Diese Tracheiden sind kurz, oft an den Enden zugespitzt und mit behöfteten Tüpfeln versehen (Fig. 7 u. 7a, *tr*).

Bastzellgruppen finden sich auch im Holzkörper. Obwohl die Bastzellen hier ganz denen der Rinde gleichen, wird man sie doch der Konsequenz halber als Libriform bezeichnen müssen. Sie lehnen sich bald an die Gefäßgruppen an, dieselben einseitig, mehrseitig oder allseitig bescheidend (Fig. 4), oder liegen isoliert im Speicherparenchym.

Die Markstrahlen sind meist ein- oder zweireihig (Fig. 3, *mk*). Sie führen die gleichen Inhaltsstoffe wie das Speicherparenchym und zeigen auf dem radialen Längsschnitte das bekannte Bild eines Mauerparenchyms (Fig. 8, *mk*), auf dem tangentialen erscheinen ihre Zellen rundlich und zu gestreckten Längsreihen vereinigt (Fig. 9, *mk*). Ihre Höhe ist meist sehr bedeutend.

Bei dickeren Wurzeln liegt im Centrum ein Gefäß und um dasselbe herum das di- bis pentarche Protoxylem, bei den Wurzeln der Droge findet man auch noch oft die Protoxylemgruppe im Centrum der Ganzen.

#### Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren charakteristische Form (Fig. 10) und Größe diagnostisch wichtig ist. Beim Beobachten in Wasser sind die Schleimzellen nicht oder

doch nicht deutlich zu erkennen, man sieht bei dieser Präparation nur große rundliche, schwach umsäumte helle Blasen. Legt man jedoch das Pulver in Alkohol, so sind die aus den Schleimzellen herausgefallenen Schleiminhalte sehr schön zwischen den Stärkekörnern zu erkennen. Sie erscheinen als helle Schollen, die bei Zusatz von Wasser zu großen, rundlichen, hyalinen Blasen aufquellen. Bisweilen zeigen sie Schichtung. Die übrigen Bestandteile sind am besten nach Erwärmen des Präparates in Chloral zu erkennen, wobei Schleim und Stärke verkleistern. Man sieht alsdann zahlreiche Fragmente der besonders an den Enden sehr charakteristischen dünnwandigen Bastfasern (Fig. 13), Fragmente der leiter- oder netzig-verdickten Gefäßwände und die Kalkoxalatdrüsen, von denen freilich viele durch das Pulvern zertrümmert sind. Auch Parenchymreste sind aufzufinden.

In mehreren Fällen gelang es — mittelst des Polarisationsmikroskopes — Asparaginkristalle aufzufinden.

#### Tafel 30.

### Erklärung der Abbildungen.

(*Althaea officinalis* L.)

Fig. 1. Lupenbild des Wurzelquerschnitts.

- „ 2. Querschnitt durch das Periderm.
- „ 3. Querschnitt durch die sekundäre Rinde und die dem Kambium benachbarte Partie des Holzkörpers.
- „ 4. Gefäßgruppe und Libriform.
- „ 5. Querschnitt durch eine 250 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
- „ 6. Querschnitt durch eine 600 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
- „ 7. Radialer Längsschnitt durch die dem Kambium beiderseits benachbarten Partien. *thy* Thyllen.
- „ 7a. Eine Tracheide aus dem Tracheidensaum der Gefäße, isoliert.
- „ 8. Radialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
- „ 9. Tangentialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
- „ 10. Stärkekörner.
- „ 11. Asparaginsphaerokristall.
- „ 12. Kalkoxalatdrüse.
- „ 13. Isolierte Bastzellen.

Fig. 14—20. Schleimzellen und ihre Entwicklung.

- „ 14. Differenzierte Schleimzelle aus dem Marke eines jungen Internodiums. Erstes Stadium, noch kein Schleim vorhanden. Plasmaschlauch durch Alkohol kontrahiert. Längsschnitt.
- „ 15. Weiteres Entwicklungsstadium. *ts* erste Schleimschichtanlage. Querschnitt.
- „ 16. Plasmakörper einer jungen Schleimzelle. Wasserpräparat.
- „ 17. Dasselbe wie Fig. 15, aber weiter vorgeschritten, die Schichten bereits deutlich. Querschnitt.
- „ 17a. Ausgebildete Schleimzelle, Querschnitt. Zahlreiche Schichten sind sichtbar.
- „ 18. In Entwicklung begriffene Schleimzelle, Längsschnitt, etwa das gleiche Stadium wie Fig. 17.
- „ 19. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran im Mark.
- „ 20. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran in der Wurzel.

Rad. althaeae.

Taf. 30.



