

Cortex granati.

Granatrinde, Ecorce de Grenadier, Pomegranate bark.

Der Granatbaum, *Punica Granatum* L., liefert sowohl die Zweigrinde wie die Wurzelrinde in den Arzneischatz.

Die Zweigrinde mag, da sie jetzt von vielen Pharmakopöen der Wurzelrinde gleichgestellt wird und wohl auch schon seit langem die Hauptmasse der Droge ausmachte, zunächst besprochen werden.

Untersucht man ganz junge, ca. 1 cm dicke, noch grüne Zweigspitzen, so findet man, daß dieselben viereckig oder rechteckig im Querschnitte sind und an den 4 Ecken je eine vorspringende Leiste tragen (Fig. 6, *cost*). Die Rinde besteht aus Chlorophyllparenchym (grüne Rinde, Fig. 6, *pR*), dann folgt ein lockerer Kranz von Bastzellgruppen (Fig. 6, *B*) und innerhalb desselben die sekundäre Rinde, die noch keinerlei Oxalatdrüsen führt (*sR*), dann das Kambium (*e*) und der Gefäßsteilcylinder (*gth*). Zu innerst liegt das Mark (*m*). Das Gewebe der Rippen ist etwas stärker verdickt als das der primären Rinde, im Mark und in der primären Rinde liegen große Kalkoxalatkristalle (Drüsen und Einzelkristalle).

Schon in dem folgenden Internodium beginnt die Abstufung der Hauptmasse der primären Rinde. In der Zellschicht unmittelbar innerhalb der Bastzellgruppen beginnt Tangentialteilung in den Zellen. Es entwickelt sich ein Phellogen und rasch schreitet die Korkzellbildung vor. Bereits in diesem Internodium sind 2—3 Korkzellreihen gebildet (Fig. 2, *k*) und die außerhalb der ringsum laufenden Korkzellzone liegenden Rindenschichten zeigen deutliche Obliteration (Fig. 2) und Bräunung der Zellwandungen.

Im folgenden, 2,5 mm dicken Internodium sind nur noch gebräunte Fetzen der primären Rinde bemerkbar und der Zweig ist von einem großzelligen Korke bedeckt. Die Rinde hat jetzt eine Dicke von 0,3 mm. Die 4 mm dicken Zweige zeigen keine Reste der primären Rinde mehr (Fig. 3). Das Phellogen ist, nachdem es einige Reihen dünnwandigen Korkes gebildet, zur Erzeugung dickwandigen Korkes vorgeschritten (bei \times in Fig. 3). Der ursprünglich nur in 2—3 Reihen parenchymatischer Zellen übrig gebliebene Rest der primären Rinde ist durch Tangentialteilung der Zellen etwa achtreihig geworden (Fig. 3, *pR*) und führt reichlich Chlorophyllkörner, in der sekundären Rinde sind Oxalatdrüsen bereits deutlich. Mechanische Elemente fehlen noch gänzlich.

Die Droge besteht aus 0,5—3 mm dicken Zweig-Rindensücken, die, da die Verästelung eine reiche und die Inter-

nodien kurz sind, nur eine Länge von etwa 10 cm besitzen. Die dünnsten, also jüngsten Rindenstücke sind außen gelbgrün, die ältesten graugrün, graugelblich oder bräunlich. Bei den jüngeren springt der Kork oft streckenweise im Phellogen ab, die braungrüne oder braune Mittelrinde bloßlegend, bei den älteren haftet es ziemlich fest an. Die Innenseite der Rinde ist gelb oder gelbbraunlich, zart längsstreifig. Die jüngeren Rinden zeigen zahlreiche rundliche oder schwach quergestreckte bräunliche Lenticellen, bei den älteren bilden die Lenticellen langgestreckte gerade oder gekrümmte Streifen, die auf weite Strecken hin zu verfolgen sind. Selbst bei den ältesten Rinden des Handels ist Borkebildung nicht zu beobachten, da dieselbe erst nach 20 Jahren auftritt und auch dann nur wenig ergiebig ist.

Kleine, meist schwarze, punkt-, strich- oder inselartige Flechten der Graphideenabteilung (besonders *Arthopyrenia atomaria* Müll. Arg., *Arthonia astroidea* var. *anastomosans* Hepp., *Arthonia punctiformis* Achar. u. a.) geben dem Korke eine eigentümliche Zeichnung. Die Apothecien sind meist reif und deutlich erkennt man in ihnen die achtsporigen Aeci (Fig. 14). Der Flechtenthallus sitzt in der dünnwandigen Korkschicht.

Die Rinde der Zweige, wie sie in der Droge vorliegt, besitzt folgenden Bau.

Die primäre Rinde ist durch die endogene Korkbildung (s. oben) bis innerhalb des Bastzellringes vollständig abgeworfen. Das Phellogen hat, nachdem es etwa 4 Reihen oft oblitierten, dünnwandigen Korkes gebildet, 2—3 Reihen dickwandigen Korkes erzeugt. Jede dieser Korkzellen ist einseitig und zwar auf der inneren Seite stark verdickt, die anderen Seiten bleiben dünnwandig (Fig. 9). Doch läuft die Verdickung ein kleines Stück an der Seitenwand in die Höhe (Fig. 9), so daß die — übrigens lückenlos aneinander anschließenden Korkzellen auch von der Fläche gesehen (Fig. 13) etwas verdickt erscheinen. Die verdickte Innenwand ist getüpfelt (Fig. 9 u. 13). Nach innen hat das Phellogen einige Reihen Hypoderm gebildet. Die Lenticellen (Rindenporen, Korkhöckerchen) liegen oft über einem breiten, primären Rindenstrahl, der, sich nach außen stark verbreiternd (Fig. 11 bei *x*), oftmals in seinen Zellen wohlausgebildete Oxalatkristalle führt. Die Lenticellen bestehen aus abwechselnden Lagen von Porenkork (Fig. 11, *pk*) und Choriphelloid (Fig. 11, *cp*), die Poren-

korlagen (Porenkorkschichten, Porophellesschichten, Zwischenstreifen) bestehen aus flachen, tangential gestreckten, tafelförmigen Korkzellen, die zwischen sich Interzellularräume besitzen (Fig. 5, bei *x*), das Choriphelloid (Füllzellen) aus rundlichen, oft nicht allseitig (sondern nur innen und an den Seiten) verdickten, getüpfelten Zellen (Fig. 5, *cp* und 5a), die stets mehr oder weniger große Luftlücken zwischen sich lassen (Fig. 12), wie ein Flächenschnitt lehrt. Bald wechseln viele Lagen dieser Zellarten miteinander ab (Fig. 11), bald nur 2 oder 3 (Fig. 5). Meist werden die äußeren Lagen gesprengt (Fig. 5) und ergänzen sich von innen her (Fig. 11). Geht dies längere Zeit fort, so entstehen an diesen Stellen tiefe Mulden, die, wenn sie längsgestreckt sind, als vertiefte dunklere Streifen auf der Rindenoberfläche sichtbar sind (s. oben). Die reiche Durchlüftung sowohl des Porenkorkes wie des Choriphelloids zeigt, daß die Lentizellen Durchlüftungsorgane sind (Angew. Anatomie S. 443).

Das von dem Phellogen nach innen abgeschiedene Phellogerm ist nur wenigzellig und höchstens 3 Schichten breit. Auf das Phellogerm folgt die primäre Rinde, soweit dieselbe noch erhalten. Sie führt ziemlich reichlich Chlorophyllkörner, so daß, wenn — wie dies häufig vorkommt — der Kork im Phellogen abblättert, eine braungüne Fläche zum Vorschein kommt. Außer Chlorophyllkörnern führt die primäre Rinde reichlich Stärke. Die Parenchymzellen, die im Querschnitte tangential gestreckt, im radialen Längsschnitte rundlich erscheinen, zeigen an den Wänden oft eine eigentümliche Netzleistenverdickung (Fig. 4b). Eingestreut in das Gewebe der primären Rinde finden sich bei älteren Rinden zahlreiche große Sclerenchymelemente. Jüngeren Rinden (Fig. 11) fehlen dieselben ganz oder sind doch selten. Die Form, die Länge und Breite derselben ist außerordentlichen Schwankungen unterworfen (Fig. 10). Im Querschnitte erscheinen sie meist tangential gestreckt und nicht selten 110—200 mik breit. Sie sind bald gerade, spindelförmig, ungeteilt, bald gegabelt, gekrümmt, hin und her gebogen, oder mit zahlreichen Ausstülpungen versehen. Ihre Breite schwankt zwischen 20 und 200 mik, ihre Länge zwischen 90 und 250 (ja 400) mik. Ihre Wand zeigt, wenigstens in den äußeren Partien, eine sehr deutliche Schichtung. Für gewöhnlich ist die Verdickung eine so starke, daß von dem Lumen nur eine kleine Höhlung oder ein zarter Spalt übrig bleibt. Dort, wo die Verdickung nicht so weit vorgeschritten ist, erkennt man deutlich die Tüpfel und kann konstatieren, daß dieselben linkschiefspaltenförmig sind (Fig. 10). Daraus geht hervor, daß diese Zellen, deren Wand keine Verholzung zeigt (durch Phloroglucin-Salzsäure tritt Orangefärbung ein), nicht zu den Scleriden gehören, sondern metamorphosierte Bastzellen sind. Sie finden sich vorwiegend in der primären Rinde oder den benachbarten Partien der sekundären — besonders in den Strahlenenden — und fehlen den mittleren und inneren Partien der sekundären Rinde ganz oder nahezu ganz.

Die sekundäre Rinde zeigt bei etwa 1 mm dicken Rindenstücken bei schwacher Vergrößerung eine sehr klar hervortretende geflamme Zeichnung (Fig. 11), die von den drei-

eckigen Siebstrahlen erzeugt und eine sehr zarte Tangentialstreifung, die von den Oxalatzellreihen hervorgerufen wird. Die geflamme Zeichnung wird bei älteren, 3—4 mm dicken Rinden undeutlich, die Tangentialstreifung bleibt aber auch hier deutlich, beide sind mit bloßem Auge nicht sichtbar.

Die sekundäre Rinde besitzt folgenden Bau. Die Rindenstrahlen sind eine, sehr selten 2 Zellen breit (Fig. 4, *rst*) und 1—16, oft 4—7 Zellen hoch (Fig. 7, *rst*). Sie bieten im radialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms (Fig. 8), im tangentialen Längsschnitte sind sie unregelmäßig spindelförmig (Fig. 7, *rst*). Bei letzterem Schnitte sieht man auch, daß die Rindenstrahlzellen entweder getüpfelt (Fig. 7, *tpf* unten) oder netzleistenförmig verdickt sind (Fig. 7, *tpf* oben). Zwischen diesen Rindenstrahlen liegen die „Siebstrahlen“ (Angew. Anatomie S. 384), d. h. die eigentliche sekundäre Rinde. Dieselben bestehen aus 3 Elementen. Zunächst finden sich darin Zellen, von denen jede einzelne eine wohlausgebildete Kalkoxalatdrüse oder einen Einzelkristall enthält (*kr* in Fig. 4, 7, 8). Diese Zellen sind fast genau quadratisch, zeigen also im Querschnitte (Fig. 4), im tangentialen (Fig. 7) und im radialen Längsschnitte (Fig. 8) dasselbe Bild. Sie sind zu ziemlich langen Kristallkammerfasern vereinigt, deren spitze Enden auf dem tangentialen Längsschnitte besonders deutlich hervortreten (*km* in Fig. 7). Sämtliche Zellen jeder dieser Kristallkammerfasern sind aus einer Zelle hervorgegangen, die Querwände sind denn auch dünner als die Längswände (Fig. 8). Die Oxalatdrüse ist fast so groß als die Zelle. Diese Oxalatzellen bilden auf dem Querschnitte (über die Rindenstrahlen hinlaufende) regelmäßige Tangentialreihen, und diese Tangentialreihen sind es, die die feine, mit der Lupe sichtbare Tangentialstreifung des Rindenquerschnittes bedingen, von der oben die Rede war.

Das zweite Element des Siebteiles ist ein ebenfalls sehr regelmäßig angeordnetes Phloemparenchym (Leitparenchym, Angew. Anatomie S. 342), dessen Zellen im Querschnitte und Längsschnitte quadratisch oder nahezu quadratisch sind (*php* in Fig. 4, 7 u. 8) und — auf dem Querschnitte — gleichfalls Tangentialreihen bilden.

Die beiden Elemente — Oxalatzellen und Phloemparenchym — werden begleitet von Siebröhren und die Siebröhren wohl vertretenden eigentümlich getüpfelten Zellen. Die typischen Siebröhren findet man wohlausgebildet und erhalten nur in den innersten Schichten der sekundären Rinde. Hier erscheinen sie als lange Schläuche mit quer oder schief gestellten Platten (*sb* in Fig. 4a). Weiter nach außen findet man sie nicht mehr. Sie obliterieren nämlich frühzeitig, eine Eigentümlichkeit, die sie z. B. mit den Siebröhren der Stüßholzwurzel teilen (vgl. S. 30). So kommt es, daß man in den mittleren und äußeren Partien der sekundären Rinde nur die obliterierten Siebröhrenstränge als Keratenchymbündel (Angew. Anatomie S. 337) antrifft (*obl* in Fig. 4 u. 8). Erhalten bleiben jedoch lange eigentümlich getüpfelte Zellen, deren Längs- und Querwände auf dem Tangentialschnitte deutlich knotig gegliedert sind (*x* in Fig. 7) und die auf dem Radialschnitte eine einfache oder mehrfache Reihe breiter Tüpfel zeigen (Fig. 8, *x*) — mit

anderen Worten: deren Radialwände getüpfelt sind. Diese Zellen sind länger als die Phloemparenchymzellen, besitzen aber ebenfalls meist horizontale Querwände.

Stärke findet sich, außer in der primären Rinde, in den Rindenstrahlen und in dem Phloemparenchym. In diesen Zellen erhält man auch allein die Reaktion auf Pelletierintannat resp. die Granatgerbsäurereaktion. Ihr Inhalt wird durch Kalipyrochromat tief rotbraun, durch Kaliumwismutjodid rotbraun, durch Phosphormolybdänsäure erst blutrot, dann rotbraun, durch Eisenchlorid blauschwarz, durch Kali tief orangerot. Den innersten, jüngsten Schichten der sekundären Rinde fehlt Stärke, wohl aber werden dieselben durch Phosphorwolframsäure gelblich und Kalkwasser orange gelb gefärbt. Legt man einen Schnitt in Sublimatlösung, so beobachtet man nach dem Eintrocknen zahlreiche bräunliche, quadratische Kriställchen, konzentrierte Schwefelsäure färbt braungelb, Goldchlorid wird reduziert und der Schnitt erscheint am Rande vergoldet. Überhaupt scheinen in den Zellen der Rinde stark reduzierende Substanzen enthalten zu sein.

Das Kambium ist auch an den Stücken der Droge noch sehr deutlich erhalten.

Die Stärkekörner sind rundlich oder gestreckt, bisweilen gekrümmt oder keulenförmig, relativ selten zusammengesetzt. Ihre Länge beträgt 2,5—7,5 Mik (Fig. 16). Die Oxalatkristalle sind in der sekundären Rinde meist in Form runder Drusen (Fig. 4, 8, 15 *d*) vorhanden, doch kommen daselbst auch Einzelkristalle vor (Fig. 15); in der primären Rinde bilden die letzteren die Regel.

Die Rinde der Wurzel des Granatbaums zeigt, obwohl ihre Entwicklungsgeschichte eine ganz andere ist, doch schliesslich einen sehr ähnlichen Bau wie die Stammrinde.

Das primäre Bündel der Wurzel ist, wenn die Wurzel 0,3—0,35 mm dick ist, radial-tetrarch, wird aber schon frühzeitig kollateral. In 0,4 mm dicken Wurzeln ist es bereits kollateral geworden. Die 4—5 Zellreihen dicke primäre Rinde, in deren Zellen eine endotrophische Mycorhiza vorkommt, zeigt schon in diesem Stadium Bräunung und Obliteration — sie wird kurz nachher abgeworfen — und in dem Perikambium sind bereits 3 Reihen von Korkzellen entstanden. Die das Perikambium umgebende verkorkte Endodermis, die relativ grofszellig ist und bei den jüngsten Wurzeln über den Gefäßstrahlen des tetrarchen Centralbündels unverkorkte Durchbrechungsstellen zeigt, ist obliteriert. Eine 0,75 mm dicke Wurzel läfst nichts mehr von der primären Rinde erkennen, der Holzkörper ist mächtig herangewachsen, der perikambiale Kork liegt zu äufserst; er bedeckt die schmale sekundäre Rinde, ist 4—6 Zellreihen dick und zeigt in den inneren Schichten bereits die charakteristische Verdickung an den inneren Wänden, allerdings nur schwach, aber doch deutlich. Bei einer 0,4 mm dicken Rinde einer 2,5 mm dicken Wurzel sind in den inneren Schichten der sekundären Rinde bereits reich-

lich Kalkoxalatdrusen wahrzunehmen, in den äufseren lebhaftere Teilung, der Tangentialdehnung folgende Radialwände.

Die Rindenstücke der Droge, der *Cort. radiceis Granati*, denen ganze Wurzelstücke verschiedenster Dicke beigelegt zu sein pflegen, weichen von den Stammstücken in einigen Punkten ab. Sie sind breit, relativ flach, oft unregelmäßig verbogen. An den Stellen, wo der Kork abgescheuert ist, tritt eine gelbbraune, keine braungüne Farbe hervor, da dem Phellogen das Chlorophyll fehlt. Flechten fehlen, Lenticellen sind selten. Breite flache, schalenförmige Vertiefungen (*Conchas*) sind häufig.

Am charakteristischsten ist die der Stammrinde für gewöhnlich gänzlich fehlende, oder doch sehr wenig ausgiebige Borkebildung bei der Wurzelrinde. Der perikambiale Kork entwickelt sich nämlich zunächst normal. Das Phellogen (*phg* in Fig. 1) erzeugt zunächst dünnwandigen Kork, der samt der Endodermis frühzeitig obliteriert (*l, obl* in Fig. 1) und dann mehrere Reihen von Korkzellen, deren Wand auf der Innenseite stark verdickt ist (*x* in Fig. 1), ganz wie bei der Stammrinde. Gleichzeitig entsteht wenig Phellogen (*pd*). Aber schon sehr frühzeitig entstehen tief im Innern der sekundären Rinde Korkstreifen, die zur Bildung typischer Schuppenborke führen und durch Abstoßen der Borke-schuppen die flach-schalenförmigen Vertiefungen auf der Oberfläche der Rinde erzeugen. Diese innere Peridermbildung beginnt mit der Entstehung von Phellogenstreifen und verläuft ganz analog der äufseren Peridermbildung. Auch bei den inneren Peridermbändern verdicken sich die inneren Korkzellreihen, auch bei ihnen sind die äufseren dünnwandig, doch pflegen die letzteren hier im Querschnitte mehr quadratisch oder unregelmäßig zu sein. Durch diese Borkebildung werden oft grofse Streifen der sekundären Rinde mit Bastfasern, Kristallzellen und Siebbündeln abgestoßen. So kommt es, dafs man bei den älteren Rindenstücken fast niemals das in Fig. 1 dargestellte Querschnittsbild erhält, sondern zu äufserst das Borkeperiderm liegt — dasselbe ist oft abgescheuert — und dann sogleich die Rindenstrahlen einsetzen, die subphellogermale Mittelschicht (Fig. 1, *Ms*), die durch reichliche Teilungen aus den äufsersten Schichten der sekundären Rinde entstand, also gänzlich fehlt, ebenso wie die darauf folgenden Schichten. Diese Rindenstücke zeigen denn auch nicht das charakteristische, geflamme Aussehen der Stammrindenstücke (Fig. 11). Bei jüngeren Wurzelrinden ist das äufserer Periderm typisch erhalten (Fig. 1). Auf dasselbe folgt stärkeführendes Rindenparenchym, in dessen Zellen oft wohlausgebildete Oxalatkristalle auftreten und dessen Wände nicht selten Netzleistenverdickungen zeigen (Fig. 1, *x*). In diesem Gewebe liegen auch die obliterierten primären Siebbündel (Fig. 1, *obl*) und grofse, knorrigte Bastfasern (Fig. 1, *B* u. 10) von dem gleichen Bau und gleicher Gröfse wie oben bei der Stammrinde beschrieben. Die inneren Partien der Rinde zeigen fast ganz den gleichen Bau wie die entsprechenden der Stammrinde, doch ist die Anordnung der Kristallzellen nicht ganz so regelmässig wie bei dieser, wie der Vergleich von Fig. 1 und 4 lehrt, auch finden sich hier bei der Wurzel

rinde noch reichlich eben jene knorrigten Bastzellen (Fig. 1, *B*), die den entsprechenden Schichten der Stammrinde fast ganz fehlen. Hier findet man auch Bastzellen anderer Form, kurze, stabförmige Zellen mit oft abgestutzten Ecken (Fig. 10, *x*). Die äußeren Siebröhrengruppen sind obliteriert (*obl* 1 in Fig. 1), die inneren, am meist gut sichtbaren Kambium, erhalten. Hier sind Siebröhren und Geleitzellen oft recht deutlich (Fig. 1a, *sb* und *gl*).

Der Bau der Markstrahlen ist bei der Wurzelrinde der gleiche wie bei der Stammrinde, die mikrochemischen Reaktionen sind ebenfalls bei beiden gleich, da der Zellinhalt bei beiden derselbe ist.

Das Pulver.

Im Pulver prävaliert die Stärke, deren charakteristische Körner (Fig. 16) die Diagnose erleichtern. Behandelt man dann das Pulver mit Chloral, so sieht man nicht nur isolierte Oxalatdrusen, sondern oft lange Stücke gut erhaltener Kristallkammerfasern (Fig. 8), wie sie radiale Längsschnitte darbieten. Diese geben dem Bilde etwas sehr Charakteristisches. Auch das Mauerparenchym der Rindenstrahlen (Fig. 8) und der Kork (Fig. 13), sowie isolierte Choripelloidzellen (Fig. 5a) sind deutlich. Hier und da sieht man auch die rundlichen Zellen der subepidermalen Schichten. Die knorrigten Bastzellen (Fig. 10) sind sehr selten, immerhin in jedem Pulver zu finden.

Tafel 21.

Erklärung der Abbildungen.

(*Punica Granatum* L.)

- Fig. 1. Querschnitt durch die äußere Partie junger Wurzelrinde.
 „ 1a. Querschnitt durch die kambiale Partie der Wurzelrinde.
 „ 2-9, 11-14. Stammrinde.
 „ 2. Endogene Korkbildung in ganz junger Rinde, die zur Abstufung der Hauptmasse der primären Rinde führt.
 „ 3. Etwas älteres Internodium, die Hauptmasse der primären Rinde ist abgestoßen, in der sekundären sind bereits Kristallzellen gebildet.
 „ 4. Partie aus dem mittleren Teile älterer Rinde (aus der Handelsware). Querschnitt.
 „ 4a. Siebröhre aus der kambialen Partie der Stammrinde (Handelsware). Tangentialer Längsschnitt.
 „ 4b. Mit Netzleisten verdickte Rindenparenchymzelle aus der subepidermalen Rindenpartie. Querschnitt.
 „ 5. Junge Lenticelle, im Querschnitt. Die erste Trennungsschicht gesprengt.
 „ 5a. Choripelloidzelle.
 „ 6. Schematischer Querschnitt durch ein ganz junges, noch grünes Internodium.

- Fig. 7. Tangentialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
 „ 8. Radialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
 „ 9. Radialer Längsschnitt durch das Periderm.
 „ 10. Mit Schultzcher Macerationsflüssigkeit isolierte, knorrigte Bastzellen.
 „ 11. Lupenbild eines jüngeren Rindenquerschnittes der Handelsware mit einer Lenticelle (*lent*).
 „ 12. Choripelloidzellen (Füllzellen) der Lenticellen von der Fläche gesehen, mit den luftführenden Intercellularen.
 „ 13. Normale, verdickte Korkzellen (Fig. 1, *x*), von der Fläche gesehen.
 „ 14. Das Apothecium einer Arthonia von der Stammrinde, rechts ein isolierter Ascus (*asc*).
 „ 15. Isolierte Kalkoxalat-Einzelkristalle, *d* eine Druse.
 „ 16. Stärkekörner.

Cortex Granati

Taf. 21.



