

Kaffee.

Sem. Coffeae, Café, Coffee.

Von den Coffearten wird *Coffea arabica* L. und in neuerer Zeit auch die großblättrige *C. liberica* Bull. kultiviert. Die Blüten von *Coffea arabica* stehen in dichten cymösen Infloreszenzen (Scheinquirnen) in den Achseln der oft 20 cm großen, gegenständigen, durch schuppenförmige, interpetiolare Nebenblätter am Grunde verbundenen Blätter (Fig. 1). Die Infloreszenzen sind bei *C. liberica* meist reichblütiger und demgemäß ist diese Art denn auch reicher an Früchten. Ich zählte in Java oft 25 und mehr Früchte in jedem Doppel-Fruchtstande, und dies in den Achseln von 7—10 aufeinander folgenden Blattpaaren. Auch entwickeln sich hier oft die Vorblätter der Blüten (s. unten) zu großen deckblattartigen Gebilden, die aus dem dichten Fruchtstande hervorragen.

An jedem Knoten liegen 2 achselständige Infloreszenzen (Fig. 1) einander gegenüber. Im einfachsten Falle sind es dreiblütige Dichasien, eine Mittelblüte und 2 Seitenblüten meist jedoch sind die Cymen durch komplizierte, aber wie es scheint immer cymöse Verzweigungen weiter geteilt. Präpariert man eine Blüte heraus, so findet man, dass dieselbe im vollkommensten Falle von einem zweifachen Außen- oder Hüllkelche (Calyculus) behüllt ist. Der innere und der äußere Calyculus bestehen aus je zwei verwachsenen Blättern (Fig. 5, *Calyc. A u. I*). Sowohl der innere wie der äußere Calyculus sind becherförmig, beide am oberen Rande durch einzellige, dickwandige, bisweilen zweistrahligte Haare bewimpert. Die Blätter alternieren. Außerhalb des äußeren Calyculus und mit dessen Blättern in Alternanz finden sich ovale Hochblätter (Bracteolen, Vorblätter, Fig. 5, *Va*) und außerhalb des inneren Calyculus in Alternanz mit den ebengenannten Vorblättern kleine schuppenförmige Vorblätter (Fig. 5, *Vt*), die also über den Blättern des äußeren Calyculus liegen. Das ganze Gebilde besteht also aus 8 Blättchen, von denen vier Hochblattcharakter besitzen und vier zu 2 Bechern verwachsen sind. Die Vorblätter wachsen oft zu großen laubblattartigen Gebilden aus (s. oben). Es kommt übrigens auch vor, daß der Calyculus nicht nur eine, sondern mehrere, dann meist drei, Blüten, also ein kleines Dichasium und daß der äußere (untere) Calyculus mehrere Blüten oder Dichasien, die mit besonderen (inneren) Calyculis versehen sind, behüllt.

Die weissen, sehr wohlriechenden, gamopetalen Blüten sind hermaphrodit, proterandrisch, zoidiophil, im Knospen-

zustande oft von einem dichten (von Kolleteren erzeugten) Harzbalsam überzogen, der nicht selten die ganze Infloreszenz verklebt. Die Blumenkronenröhre ist gerade, die Korollenzipfel in der Knospenlage gedreht, aufgeblüht präsentiertellerförmig. Die Stamina sind im Schlunde der Korolle angeheftet, ragen aus dem Schlunde hervor und sind nach dem Verstäuben gedreht. Der Kelch ist auf 5 kleine Zähne reduziert (Fig. 7, *Se*), an der Spitze trägt der Fruchtknoten einen Diskus (Fig. 7, *Dis*), in dessen vertiefter Mitte der Griffel inseriert ist (Fig. 7, *Grf*), der mit den 2 Narben aus der Krone herausragt. Der Fruchtknoten ist schlank, zweifächerig (Fig. 7). Unterhalb des Griffelansatzes erkennt man auf Querschnitten durch das unter dem Diskus liegende Fruchtknotengewebe das leitende Gewebe, in dem die Pollenschläuche abwärts wandern (Fig. 7, *l*). Dasselbe ist im oberen Teile im Querschnitte rund, wird tiefer unten gestreckt spaltenförmig und verbreitert sich dann an den Spaltenden keulenförmig, so dass dasselbe nunmehr die Form einer Hantel besitzt. Jedes der beiden breiten Enden liegt über einem Fruchtknotenfache. So werden die als ein Bündel oben eintretenden Pollenschläuche halbwegs in 2 Bahnen zu je einem Fruchtknotenfache, zu je einem Ovulum geleitet. Die Ovula sind in der Mitte der Scheidewand horizontal angeheftet und anatrop (Fig. 10), die Mikropyle liegt schräg nach unten.

Nach erfolgter Befruchtung fällt die Kronenröhre ab. Der Griffel vertrocknet und geht zu Grunde, ebenso die Sepala und nur der Diskus bleibt erhalten. Der Fruchtknoten schwillt stark an (Fig. 9).

In diesem Entwicklungsstadium, in dem sich der Diskus noch kräftig abhebt (Fig. 9, *Dis*) und auch die Sepala noch als Spitzchen erhalten sind (Fig. 9, *Se*), bietet der Fruchtknoten das in Fig. 10 dargestellte Durchschnittsbild. Das Gewebe der Fruchtknotenwand ist noch sehr gleichförmig, doch ist auch schon jetzt eine innere engzelligere Schicht gegen das Fruchtfach hin differenziert. Das übrige Gewebe besteht aus ziemlich derbwandigem Parenchym, in welches ein innerer Kreis grösserer und ein äußerer Kreis kleinerer Gefäßbündel eingebettet ist. Die inneren Bündel entsenden ihre Enden in den Diskus, die äußeren in die Sepala (Fig. 9). Zahlreiche Zellen mit Kalkoxalatkrystalsand, dessen Einzelkristalle relativ groß sind, durchsetzen das Parenchym regel-

los. In den Ovulis ist bereits Endosperm Bildung wahrzunehmen. Bei den weiteren Entwicklungsstadien der Frucht tritt, wenn dieselbe eine Dicke von etwa 2,5 mm erreicht hat (Fig. 11), schon eine viel deutlichere Sonderung des Endokarps hervor. Innerhalb des dichten inneren Gefäßbündelkreises liegt ein deutlich von dem Übrigen sich abhebendes engzelliges Gewebe. Das Kalkoxalat ist stark zurückgegangen und nur noch in relativ wenigen Zellen rings um das Endokarp wahrnehmbar. Die jungen Samenanlagen sind stark gewachsen und füllen das Fruchtfach ganz aus. Durch starke Vermehrung des Endosperms ist die Samenlage so herangewachsen, daß der kurze Funiculus beiseite gedrückt wird (Fig. 11).

Im nächsten Entwicklungsstadium, wenn die Frucht etwa einen Durchmesser von 3 mm erreicht hat, sind die drei Schichten des Endokarps bereits deutlich differenziert (Fig. 15). Innerhalb des inneren Gefäßbündelkreises folgt auf das rundliche Parenchym eine einreihige Schicht, deren Zellen bereits jetzt eine schwache Radialstreckung zeigen (Fig. 15, 5), dann folgt eine mehrreihige Zone enger Zellen (Fig. 15, 6) und endlich eine ebenfalls mehrreihige Schicht stark tangential gestreckter Zellen (Fig. 15, 7). Der Same zeigt im Querschnitte keulenförmige Gestalt (Fig. 12). Die Krümmung ist bald gleichsinnig, bald gegensinnig. Auch die Samenschale zeigt schon Differenzierung. Die äußerste Schicht besteht aus einer Reihe dickwandiger Zellen (Fig. 15, 8), dann folgen mehrere Reihen dünnwandigen, stärkeführenden Parenchyms, von denen die innersten meist mehr oder weniger tangential gestreckt sind (Fig. 15, 9). Die ganze Samenschale (*ss*) scheint aus einem Integumente hervorzugehen. Das Endosperm ist noch dünnwandig und führt in vielen Zellen auffallenderweise Kalkoxalat, das später verschwindet, aber noch in Früchten von 10 mm Durchmesser vorhanden war.

Auf der Oberfläche der Früchte findet man oft auf kleine Polster emporgehobene Wasserspalten.

Hat die Frucht einen Durchmesser von 10 mm erreicht, so ist das Endokarp noch klarer differenziert. Die palissadenartige Streckung der Schicht 5 ist nunmehr deutlich, die Schicht 6 sklerotisch geworden und die Schicht 7 etwas stärker verdickt (Fig. 16, 5—7). Auch in der Samenschale sind Veränderungen vorgegangen. Einige Zellen der Epidermis haben sich sklerotisch verdickt (Fig. 16, 8), und die innersten Schichten des Samenschalenparenchyms (Fig. 16, 9) sind — nährschichtartig — obliteriert. Die Endospermzellen zeigen bereits Verdickung an den Wänden (Fig. 16, *End*). In diesem Stadium erfolgt auch eine zweite Umkrümmung des Samens. Während durch den Druck infolge der weiteren Entwicklung des Samens der Funiculus anfangs gegen die Fruchtfachecke geschoben wurde, wird er nunmehr wieder nach der Mitte der Scheidewand gedrückt. Das am stärksten wachsende, der Ansatzstelle entgegengesetzte Ende des Samens krümmt sich um und schiebt sich zwischen Funiculus und Scheidewand ein (Fig. 13).

Die reife Frucht hat einen Durchmesser von ca. 18 mm und eine rote kirschenähnliche Farbe — daher auch von den

Pflanzern „Kirsche“ genannt —, obwohl noch zahlreiche Chlorophyllkörner erhalten geblieben sind. Die Fruchtschale zeigt folgenden Bau. Die Epidermis (Fig. 17 u. 18, 1) besteht aus polyedrischen Zellen mit ziemlich dicken Wandungen, zwischen denen Spaltöffnungen (mit je 2 Nebenzellen) häufig angetroffen werden (Fig. 18, 1). Das darunter liegende Parenchym ist dickwandig und führt bisweilen Kristalle. Der Kristallsand ist meist verschwunden oder doch nur in den das Endokarp umgebenden Schichten wahrzunehmen. In ihm liegt der äußere Bündelkreis. Dann folgt eine obliterierte Schicht (Fig. 17 u. 18, 3), die mittlere Zone des Mesokarps, die durch das starke Anwachsen der nächstfolgenden Zone (5) zusammengedrückt wurde (bisweilen unterbleibt auch die Obliteration). In ihr verläuft der innere Bündelkreis (Fig. 17 u. 18, 4). Diese Bündel führen, ebenso wie die äußeren, Ring-, Spiral- und getüpfelte Gefäße (Fig. 18, 4 *Gf*) und werden von Bastfasern (*B*) und kurzen sklerotischen Fasern begleitet. Oft umgibt das strahlig gebaute Bündel eine dichte Bastzellscheide, deren dickwandige Bastzellen über 1 mm lang und 20—25 mik breit sind. Die nun folgende Palissadenschicht (Fig. 17 u. 18, 5) — aus Schicht 5 der Fig. 15 u. 16 durch starke Streckung der Zellen entstanden — besteht aus radial gestellten, oft etwas gekrümmten Zellen mit stark verschleimten Wänden und unregelmäßigem Lumen (Fig. 18, 5). Die Schleimmembran wird erst kurz vor der Reife angelegt. An den äußeren Seiten der Fruchtschale ist die Schleimpalissadenschicht breit, an der Scheidewand relativ schmal. Sie fehlt aber auch hier nicht.

Die eben beschriebene äußere Fruchtschale ist ein Kaffeesurrogat (*Sacca* oder *Sultankaffee*). Das wichtigste diagnostische Merkmal ist die Epidermis. Die Sclereiden der Pergamenthülle sind selten darin zu finden. Da in der Fruchtschale Zucker enthalten ist, liefert dieselbe vergoren ein alkoholisches Getränk (arab. *Gischr*).

An die Palissadenschicht schließt sich die Pergamenthülle, die sklerotisierte Schicht, an (Fig. 17 u. 19, 6), die das Endokarp bildet. Die Kaffeefrucht ist also eine *Drupa* oder Steinbeere. Die Zellen dieser nach außen unregelmäßig begrenzten Zone sind sehr verschieden gestaltet, und kann man ihre Verschiedengestaltigkeit am besten erkennen, wenn man die ganze Schicht mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit behandelt, also die Zellen isoliert. Man sieht alsdann (Fig. 19), daß neben kleinen und kurzen Zellen gestreckte und gekrümmte und gegabelte Formen und solche mit mannigfachen Ausstülpungen auftreten und kann leicht feststellen, daß die Zellen dadurch miteinander fest verzahnt sind, daß die Zähne der einen Zelle in Ausbuchtungen einer benachbarten eingreifen. Dadurch entsteht ein gegen Zug sehr widerstandsfähiges, festes Gefüge. Die Sclereiden selbst zeigen eine deutliche Schichtung (Fig. 19). An den Stellen, wo die Samen angewachsen sind, also der Funiculus liegt und das Funicularbündel eindringt, ist die Hartschichte auf eine Strecke unterbrochen. Es entsteht hier ein schmaler Spalt. Derselbe ist auch bei dem samt der Pergamenthülle herausgelösten Samen als Längsspalt auf der flachen Seite deutlich erkennbar (*x*, Fig. 2). Nicht selten dringt die Hartschichte an den Rändern des Längsspaltes auch noch

ein Stück in die Samenfalte vor (Fig. 8, *Ek*), eine Schleife bildend (bei *x*, Fig. 8). Auf die Hartschicht, die Pergamenthülle, folgt eine schmale Zone obliterierten Gewebes, die meist eine braune Farbe angenommen hat (Fig. 17, 7). Für gewöhnlich liegt in jedem der beiden Fruchtfächer ein Same. Es kommt jedoch auch vor, daß nur ein Ovulum sich entwickelt, das andere, da nicht befruchtet, abortiert und das erstere alsdann beim Heranwachsen zum Samen, die Scheidewand beiseite drückend, die ganze Fruchthöhle erfüllt. Der Same ist alsdann rund und nicht plankonvex im Querschnitte (Perlkaffee), das Endosperm fast spiralig eingerollt.

Die Samenschale zeigt in der reifen Frucht folgenden Bau. Zu äußerster liegt die Epidermis, von der einzelne Zellen zu sehr charakteristischen Sclereiden umgebildet sind (Fig. 17, 8, 20 u. 21), welche den Silberglanz der Samen- oder Silberhaut bedingen. Die äußeren Schichten des Samenschalenparenchyms sind normal erhalten, die inneren wie eine Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) obliteriert (Fig. 17, 9) und nunmehr stärkerfrei. Diese Zellen sind rechtwinklig zur Längsachse des Samens gestreckt. Ihre Obliteration bewirkt die Lostrennung der anfangs dem Endosperm fest anhaftenden Samen- oder Silberhaut, die vom reifen Samen sich leicht lösen läßt. Da die eigentümliche Faltung des Samens, die dem Querschnittsbilde des reifen Kaffeesamens ein so charakteristisches Aussehen verleiht (Fig. 6), erst nachträglich an der Samen- anlage sich vollzieht, so muß natürlich die Samenschale, die den äußeren, gegen die Fruchtwand zu gelegenen Teil des Samens als silberglänzende, leicht ablösbare Haut bedeckt, auch in die an der Scheidewandseite gelegene Falte eindringen. In der That findet man denn auch hier die charakteristische, sich ebenfalls leicht ablösende Haut. Die Epidermal-Sclereiden der Samenschale sind außerordentlich charakteristisch und, obwohl ihre Gestalt in ziemlich weiten Grenzen variiert, doch leicht auf den ersten Blick zu erkennen. Fig. 20 u. 21 geben ein Bild der Formenmannigfaltigkeit. Bald sind die Zellen kurz und breit, bald gekrümmt, ausgebuchtet oder verbogen, bald gerade oder stabförmig, immer aber bleibt die Membran (für Sclereiden) relativ dünn (10—12 mik). An der äußeren, konvexen Seite des Samens sind die Sclereiden im allgemeinen ebenso gestaltet wie in der Samen- oder Silberhaut an der ebenen Furchenseite, doch zeigen sie an der konvexen Seite des Samens oftmals eine entschiedenere Tendenz zur Längsstreckung (Fig. 20), offenbar eine Folge der mit der fortschreitenden Volumvergrößerung des Samens verknüpften Zugwirkung. So beträgt die Länge auf der konvexen Seite oft 500, 650, ja 730 mik, eine Länge, die sie in der Falte nur selten erreichen. Übrigens ist die Länge sehr variabel. Die kürzesten sind 90—150 mik lang. Ihre Breite schwankt zwischen 30, 35—40 (der häufigste Wert) und 65 mik. Die Streckung erfolgt meist in der Richtung der Längsachse des Samens. Oft zeigen die Sclereiden auch eine Neigung zu Zwillings- oder Drillingsbildungen (Fig. 20 u. 21), d. h. es legen sich zwei oder drei dicht aneinander. Die Tüpfel sind variabel, meist sind sie gestreckt oval, oft linksschief gestellt, aber auch einerseits rundliche, andererseits spaltenförmige finden sich. Man kann sie daher zu jener Gruppe von Mittelformen zwischen Bastzellen und Sclereiden

stellen, die ich Librosclereiden (oben S. 34) genannt habe. Sie enthalten meist Luft, bisweilen einen braunen Phlobaphenklumpen. Ihre Wand ist — wie die Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure zeigt — verholzt.

In der Furche, welche auf der flachen Seite des Samens liegt (Fig. 3 u. 6), läuft das Raphebündel, welches am oberen Teile des Fruchtfaches — an der Anheftungsstelle des Ovariums — seinen Anschluß an die Scheidewandbündel findet. Das Raphebündel kann man sich sehr schön sichtbar machen, wenn man die Samen in Wasser einquillt, dann die Samen- oder Silberhaut (Samenschale) mit der Nadel aus der Furche herauslöst und die leicht in toto sich lösende Haut in Chloral einlegt. Man sieht alsdann, daß es aus ziemlich zahlreichen, sehr zarten Spiralgefäßen besteht, die eine Weite von 7—11 mik besitzen. Dies Raphebündel entsendet eine Anzahl, im rechten Winkel nach links und rechts sich abzweigender, noch zarterer, meist nur 2 Gefäße führender Nebenbündel, die ein Stück weit in der Samenschale der Falte sich verfolgen lassen, aber nicht auf die konvexe Seite des Samens herübertreten, welche Seite gänzlich bündelfrei ist.

Die Faltung des Samens ist der Regel nach nicht gleichsinnig, wie ein Querschnitt durch die reife Frucht sofort zeigt (Fig. 6). Die beiden Falten der mit den ebenen Flächen an die Scheidewand grenzenden Samen bilden vielmehr eine ∞ -förmige Linie.

Das Endosperm, welches bei weitem die Hauptmasse des Samens ausmacht, besteht aus ziemlich derbwandigen Zellen, die besonders in den äußeren Partien etwas radial gestreckt, dann fast isodiametrisch sind (Fig. 17, *End*). Ihre Wand ist sehr eigentümlich leistenförmig verdickt. Dicke der Wand an den Leisten ca. 15 mik, an den dünnen Partien 4—6 mik. Meist sind es einfache oder verzweigte Ringleisten (Fig. 25), die Wand erscheint daher (querdurchschnitten) knotig verdickt, perlschnurartig (Fig. 16, 17, 25). Sie besteht aus Cellulose, wird also durch Jodschwefelsäure unter Blaufärbung gelöst. Sie enthalten, neben reichlichem Plasma, fettes Öl und einen mit Kalipyrochromat sich rotbraun färbenden Gerbstoff. Auch das Coffein ist in ihnen enthalten. Durch Schwefelsäure allein tritt Rotfärbung ein, es ist also auch Zucker zugegen, denn Zucker, Eiweiß und Schwefelsäure geben Rotfärbung (Raspaische Reaktion). Der Farbstoff wird von den Öltröpfchen aufgenommen. Stärke ist sehr selten, die kleinen Mengen, die man in jungen Samen findet, verschwinden bei Beginn der Verdickung der Wand. Der Kristall- sand, der im jungen Endosperm sich fand, ist verschwunden, also verbraucht (Angew. Anatomie S. 112).

In der Mitte wird das ganze Endosperm von einem Längsspalt durchzogen (Fig. 6 u. 14, *sp*), der mit Quellgewebe (Angew. Anatomie S. 311) ausgefüllt ist und schon beim Lupenbilde deutlich hervortritt. Das Quellgewebe besteht aus dünnwandigen, plasmareichen, oft obliterierten oder verschleimten Zellen, die leicht in Wasser aufquellen und deren Wand nicht auf Cellulose reagiert. Es kommt hier dadurch zu stande, daß die Verdickung der Endospermzellen nicht bis zur Endospermmitte fortschreitet, sondern kurz vor derselben

Halt macht. Der von Quellgewebe erfüllte Spalt wird also erst dann sichtbar, wenn die Zellen sich verdickt haben. In das Quellgewebe wachsen die Kotyledonen hinein, wenn bei der Keimung das Würzelchen, dessen Spitze ganz oberflächlich liegt und daher schon am ungequollenen Samen sichtbar ist (Fig. 4, *rad*), die Hülle durchbohrt und im Boden sich befestigt hat. Das Quellgewebe vermittelt die Aufnahme des in dem Endosperm aufgehäuften Reservematerials: des Öls, des Plasmas, der Reservecellulose seitens der Kotyledonen.

Läßt man einen Schnitt in Chloral eintrocknen, so tritt im Inhalte aller Endospermzellen eine schön rot-violette Färbung ein, die man auch bisweilen schon beim Einlegen in Chloral beobachtet. Durch Phosphormolybdänsäure wird der Inhalt der Endospermzellen tief orangerot gefärbt, durch Ammoniak hellgelb; beim Liegen an der Luft werden die mit Ammoniak befeuchteten Schnitte bald grün (Viridinsäurebildung aus der Kaffeegerbsäure). Auch Kali färbt hellgelb, Eisenchlorid grünlich (Gerbsäure); der Zucker läßt sich mit Fehlingscher Lösung nachweisen, das fette Öl mittels Schwefelsäure (Zusammenfließen der Tropfen) oder Über-Osmiumsäure (Graubraunfärbung). Quecksilberchlorid-Lösung zu einigen in Wasser liegenden Schnitten getropft, erzeugt einen flockigen, weißen Niederschlag, läßt man eintrocknen und setzt dann wieder Wasser hinzu, so sieht man über das ganze Gesichtsfeld verteilt kleine rundliche und eckige, vielgestaltige Körnchen (Kriställchen) von lichtbräunlicher Farbe, aus denen da und dort kleine Kristallnadeln herausgewachsen sind. Einige erscheinen geradezu stachlig. Wird ein Schnitt durch eine über Nacht in Wasser aufgeweichte Kaffeebohne (das überstehende Wasser nimmt hierbei eine grüne Farbe an, feuchte Bohnen werden auf der ganzen Oberfläche grün: Bildung von Viridinsäure) in einen Tropfen rauchende Salzsäure gelegt, dann ein Tropfen nicht zu konzentrierte Goldchlorid-Lösung zugesetzt und freiwillig abdunsten gelassen, so schießen Nadeln und Nadelbüschel von Coffein-Goldchlorid ($C_8H_{10}N_4O_2 \cdot HCl \cdot AuCl_3$) am Rande des Tropfens an (Fig. 31). Das fette Öl der Zellen färbt sich violett. Das Coffein kann auch durch folgende Reaktionen erkannt werden. Man übergießt vier nicht zu dünne Schnitte mit etwas konzentrierter Salzsäure, setzt ein Kriställchen Kaliumchlorat ($KClO_3$) hinzu und dampft auf dem Wasserbade im Porzellanschälchen zur Trockne. Bald färben sich die Schnitte blauschwarz. Bringt man nun vorsichtig nach dem Erkalten starkes Ammoniak hinzu, so färben sich sowohl die Schnitte wie der Rückstand prachtvoll purpurrot infolge Bildung von Murexoin (Tetramethylmurexid $C_8[CH_3]_4N_5O_6 \cdot NH_4$).

Werden einige Schnitte in einem Schälchen nach Zusatz einiger Körnchen Kaliumbromat ($KBrO_3$) mit Eisessig übergossen und das Ganze zur Trockne verdunstet, so erhält man einen schön dunkelrotbraunen kristallinischen Rückstand. Hierbei entsteht zunächst Amalinsäure (Tetramethylalloxantin $C_8[CH_3]_4N_4O_7$).

Erwärmt man einige in Wasser liegende Schnitte über der Flamme bis auf 90° und läßt dann langsam eintrocknen,

so sieht man da und dort — nicht sehr häufig — Nadeln und Blättchen auskristallisierten Coffeins (Fig. 30).

Der Keimling, den man sich aus in Wasser eingequollenen Samen leicht mit Nadel, Skalpell und Pincette herauspräparieren oder durch Einlegen in Kali herauserschöpfen lassen kann, liegt am basalen Teile des Samens, also an dem der Spitze der Frucht, die sich durch den noch wohl erhaltenen Diskus mit seiner Centralmulde leicht bemerkbar macht (Fig. 14, *Dis* u. Fig. 1), entgegengesetzten Ende (Fig. 14, *Em*), die Kotyledonen in dem Endosperm spalt, der nach oben hin in den Quellgewebstreifen (s. oben) übergeht. Die Radicula ist nicht direkt nach unten gerichtet, sondern schieft zur Seite, so daß der kleine, am eingequollenen Samen leicht bemerkbare Radicularbuckel gegen die rechte Seite hin gerückt ist (Fig. 4, *rad*). Die Kotyledonen sind breit herzförmig und lassen deutlich beim Einlegen in Chloralhydratlösung drei Hauptnerven erkennen, von denen besonders der mittlere mehrere Gabelungen zeigt (Fig. 22, *cot*). Die Radicula ist keulenförmig (Fig. 22, *rad*). Sie tritt sehr leicht schon nach mehrtägigem Einquellen der Handelsware in Wasser infolge starker Quellung des „Quellgewebes“ aus dem Samen hervor und kann schon durch wenigstündiges Einlegen in verdünntes Kali zum Herauserschöpfen gebracht werden. Beide, Kotyledonen und Radicula, bestehen aus plasma- und öereichem, meristematischem Parenchym. Die Nerven sind nur als Prokambiumstränge angelegt (Fig. 23 u. 24, *proc*), zu Gefäßbündeln noch nicht entwickelt. Bei der Radicula umgiebt ein Prokambiumcylinder das centrale Mark (Fig. 23).

Bei der (epigäen) Keimung der Samen saugen die Kotyledonen zunächst das Endosperm aus und treten dann, sich stark vergrößernd und ergrünend, über die Erde (Fig. 26, *cot*). Aus der im Samen kaum wahrnehmbaren Plumula entwickelt sich rasch der beblätterte Sproß (Fig. 26).

Die Bearbeitung der Kaffeefrucht behufs Gewinnung der Samen in den Kaffeebauenden Ländern läßt sich leicht aus den anatomischen Verhältnissen verstehen. Der Pulper (Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen S. 68) zertrümmert die Früchte und löst die äußeren Schichten der Fruchtschale meist an der Grenze der Palissadenschicht (s. oben) los, die beiden Samen isolierend. Mit den Resten der Palissadenschicht und dem Sclereidenpanzer bedeckt, gelangt der Kaffee in die Gärcisterne, wo die erstere abfault. Durch das Peitschen von in der Cisterne in Drehung versetzten Rädern wird die Palissadenschicht vollends entfernt. Der Kaffee verläßt nun die Cisterne, bedeckt von dem Endokarp (der Pergamenthülle, hoornschild [holl.], gabah [mal.], dem Pergament [engl.]), welches deutlich die Längsspalte auf der ebenen Seite erkennen läßt (Fig. 2) und wird nun getrocknet. So stellt er den „Kaffee in der Hornschale“ oder „Pergamentkaffee“ dar. Er gelangt nunmehr in die Schälapparate (den Peeler), in denen die Pergamenthülle zertrümmert und ein Teil der Samenschale („Silberhaut“) abgescheuert wird. In den Abblaseapparaten (Winnow) werden die Endokarp- und Silberhautreste abgeblasen. Der fertige Kaffee des Handels ist daher der auf der konvexen Seite nackte

oder mit den Samenschalresten bedeckte, in der Falte stets die Samenschale noch führende Same der Kaffeefrucht.

Gemahlener Kaffee ist leicht an den sehr charakteristischen Endospermzellen zu erkennen (Fig. 17 und 25), deren eigentümliche Verdickungsleisten selbst an kleinen Stücken deutlich hervortreten. Ebenso klar treten auch die Libroscleriden der Samenschale hervor (Fig. 20 u. 21). Die sehr zarten (s. oben) Gefäße des Raphebündels und seiner Äste (Fig. 21), die man an den Samen des Handels meist noch findet, sind

im gemahlene Kaffee sehr selten anzutreffen. Elemente des kleinen Keimlings sind nur selten deutlich. Der geröstete, also braune Kaffee, wird, bevor man ihn mikroskopisch untersucht, zuvor mit Schultzcher Macerationsflüssigkeit behandelt.

Die Surrogate und Verfälschungen des Kaffees. Cichorie, Feigen, Taraxacum, Rüben, Eicheln, *Siliqua dulcis*, Dattelkerne, Cerealien und Leguminosenfrüchte werden auf besonderen Tafeln abgehandelt werden. Keines derselben zeigt die für den Kaffee charakteristischen Libroscleriden und Endospermzellen.

Folia Coffeae.

Kaffeeblätter, Kaffeethee.

Die Blätter des Kaffeestrauches sind gemahlen und geröstet ein Surrogat des Thees. Sie sind länglich-elliptisch, ganzrandig, in den kurzen Blattstiel verschmälert, länglich-zugespitzt, kahl, relativ dünn, lederartig, bis 25 cm lang. Ein Hauptnerv durchzieht das Blatt. Die Sekundärnerven setzen sich im spitzen Winkel (von etwa 45°) an den Hauptnerven an und anastomosieren in scharfem Bogen mittels eines Tertiärnerven des nächsthöheren miteinander.

Der Hauptnerv führt ein konzentrisch gebautes Bündel (Fig. 27) mit central gelegenem, strahlig angeordnetem Holzteil (*gth*) und peripherisch rings um letzteren herumlaufendem Siebteil, dessen Elemente stark obliteriert sind (*sb*). Im und am Siebteile liegen zahlreiche Bastzellen (Fig. 27, *B*). In dem stark nach unten hervortretenden Teile liegt ein Kollenchymstreifen (*col*). Unter der oberen Epidermis (*Epo*) liegt eine Reihe schmaler Palissaden (*p*), von denen immer mehrere einer Trichterzelle (*T*) aufgesetzt sind. An Stelle dieser Trichter- oder Sammelzellen (Angew. Anatomie S. 317) findet man bis-

weilen eine zweite Reihe Palissaden. Besonders in den Trichterzellen, aber auch sonst im Mesophyll findet sich grobkörniger Kalkoxalat-Kristallsand (Fig. 27, *kr*), der überhaupt bei den Rubiaceen häufig ist. Die an die Palissaden grenzende Zellschicht enthält auch sonst bei Blättern oft Kalkoxalat (Angew. Anatomie S. 102). Das Merenchym (*mer*) ist reich durchlüftet. Die Epidermis der Blattunterseite trägt zahlreiche Spaltöffnungen mit großem, durch Emporziehen der Kuticularleiste (Angew. Anatomie S. 433) entstandenem Vorhofe (Fig. 27, *st*).

Die Flächenansicht der Epidermen zeigt, daß die Epidermis der Oberseite polyedrische Zellen mit fast geraden oder doch nur schwach welligen Wänden besitzt und spaltöffnungsfrei ist (Fig. 28), die Epidermis der Unterseite dagegen Zellen mit welligen Wänden zeigt und sehr reichlich mit Spaltöffnungen besetzt ist (Fig. 29), die im längsten Durchmesser 30—34 mik, im Querdurchmesser 25—27 mik messen und von zwei Nebenzellen eingeschlossen sind (Fig. 29, *st*).

Tafel 18.

Erklärung der Abbildungen.

(Coffea arabica und liberica.)

- Fig. 1. Fruchtstand von Coffea liberica.
" 2-4 u. 6-26. Coffea arabica. 27-29 Coffea liberica.
" 2. Kaffeesame in der Hornschale (Pergamenthülle). α Längsspalt.
" 3. Same von der planen Seite (Bauchseite).
" 4. " " " konvexen Seite (Rückenseite).
" 5. Infloreszenz von Coffea liberica. *Calyc. I* und *Calyc. A*, innerer und äußerer Calyculus, *Va*, *Vi* Vorblätter.
" 6. Reife Kaffee Frucht, quer durchschnitten.
" 7. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.
" 8. Ansatzstelle der Samen an der Scheidewand bei der reifen Frucht. *Ek* Endokarp.
" 9. Längsschnitt durch eine sehr junge Frucht.
" 10. Querschnitt durch dieselbe Frucht.
" 11-13. Querschnitte durch ältere Früchte. Bei Fig. 13 ist schon die doppelte Umkrümmung des Samens sichtbar.
" 14. Längsschnitt durch die reife Frucht. Im linken Fruchtfache ist der Same median längsdurchschnitten, im rechten etwas excentrisch.
" 15. Querschnitt durch die junge Frucht- und Samenschale einer Frucht im Entwicklungsstadium der Fig. 12.
" 16. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer etwas älteren Frucht.
" 17. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer reifen Frucht. Die kleinen Zahlen in Fig. 15-19 entsprechen einander und bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
" 18. Flächenansichten der Gewebe der Fruchtschale bis zur Palisadenschicht.
" 19. Die Elemente der Pergamenthülle, mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit isoliert.
" 20. Samenschale (Silberhaut) von der konvexen Seite des Samens, Flächenansicht.
" 21. Samenschale aus der Samenfalte, Flächenansicht.
" 22. Der Keimling herauspräpariert in Chloral. Der zweite Kotedon ist abgetrennt.
" 23. Querschnitt durch die Radicula des Keimlings.
" 24. Querschnitt durch den Rand eines Kotedon.
" 25. Endospermzellen des Samens.
" 26. Vorgeführtes Keimungsstadium des Samens.
" 27. Querschnitt durch das Blatt an der Mittelrippe.
" 28. Epidermis der Blattoberseite.
" 29. " " Blattunterseite.
" 30. Coffein.
" 31. Coffeingoldchlorid.

