

Piper nigrum.

Piper. Schwarzer Pfeffer. Poivre noir. Black pepper.

Die Blüten des Pfeffers, *Piper nigrum* L., sind sitzend und zu langen, lockeren Ähren vereinigt. An der Spindel des Blütenstandes sitzen zahlreiche schildförmige, sitzende Deck- oder Tragblätter, die in sehr eigentümlicher Weise die Blüten derartig behüllen, daß man beim ersten Anblicke meint, die Blüten besäßen becherförmige Perigone. In dem extremsten Falle beteiligt sich ein Tragblatt an der Behüllung von vier Blüten (Fig. 2, 1—4): *tgb* I behüllt die Blüte *a* unten, *b* und *c* an den Seiten, *d* oben, *tgb* II behüllt, soweit aus der Figur ersichtlich, Blüte *c* unten und Blüte *d* an der einen Seite; ebenso *tgb* III Blüte *b* unten und Blüte *d* an der Seite. Diesem extremen Falle, wo ein der Achse schildförmig angewachsenes Tragblatt sich an der Behüllung von 4 Blüten beteiligt, wo also der Blütenbecher aus 4 Tragblattabschnitten, die zu 4 verschiedenen Tragblättern gehören, besteht (Fig. 2, 1—4), stehen andere gegenüber, wo das Tragblatt sich nur bei 3 Blüten beteiligt. Ja diese Fälle sind, da die Blüten spiralförmig an der Achse stehen, die häufigeren. Ein Tragblatt behüllt alsdann eine obere Blüte von unten (z. B. Blüte I, Fig. 3) und die beiden tiefer liegenden, alternierenden, von den Seiten (z. B. Blüte II, Fig. 3). In diesem, wie gesagt häufigsten, Falle wird also eine Blüte von 3 Tragblattabschnitten behüllt, die zu 3 verschiedenen Tragblättern gehören (Fig. 3 und 4a, unten). Die seitlichen Tragblattabschnitte liegen innen, das untere außen, übergreifend und die Blüte becherförmig von unten her behüllend (Fig. 2 und 3).

Entwickelt sich nun der Fruchtknoten zur Frucht, so wächst auch noch dieser eigentümliche Becher heran und bleibt, wenn die Frucht abfällt, an der Spindel sitzen (Fig. 3b).

Die Fruchtstandspindel zeigt an der Basis des Fruchtstandes, dort, wo noch keine Blüten bzw. Früchte sitzen (bei *x*, Fig. 1), folgenden Bau, der, was die Gefäßbündel betrifft, die (monokotylenähnliche) Piperacee verrät. In der Mitte liegt nämlich ein unregelmäßig buchtiger Bastzellzylinder (*B*, Fig. 14), in den zahlreiche (etwa 8 bis 18) ungleich große, kollaterale, oft kambiumführende Bündel (*gfb*, Fig. 14) eingebettet sind. Außer diesem Bündelkranz liegen in der Mitte noch 2 größere, ebenfalls von breiten Bastzellbelegen bescheidete Bündel, die sich mit ihrem Bastzellbelege bisweilen an den Bündelzylinder anlegen. Neben denselben findet man eine exzentrisch gelegene ovale Lücke (*Lü* in Fig. 14). In der breiten parenchymatischen „Rinde“

findet sich 3 Zellreihen unter der Epidermis ein Kreis dünnwandiger Sclereiden (*sch*, Fig. 14), auch sind vereinzelte Sclereiden mit dünner Wand in das Parenchym eingestreut. Ölzellen sind selten.

An den Stellen, wo die Früchte ansitzen, ist die Spindel etwas anders gebaut. Hier liegt die ovale Lücke nunmehr in der Mitte (*Lü*, Fig. 4) und um dieselbe gruppiert sich ein lockerer Kreis (oder 2 Kreise) von isolierten Bündeln, die sehr ungleich groß und ungleich orientiert, aber stets von einem Bastzellpanzer umschieden sind. Von diesen Bündeln treten Zweige sowohl in die Tragblätter wie in die Stamina und den Fruchtknoten ein. Bei diesen Bündeln liegt gewöhnlich der Gefäßteil innen. Sie lassen meist das Kambium deutlich erkennen und zeigen bisweilen Phloemspaltungen (Angew. Anatomie, S. 297) oder isolierte Bastinseln mitten im Siebteile. Im letzteren Falle sind 2 Bündel mit ihrem Siebteile zusammengelegt. Der Gefäßteil des einen liegt alsdann außen, der des anderen innen.

Die Blüten sind sehr einfach gebaut und entbehren stets des Perigons. Dagegen waren alle Blüten, die ich bei in Java kultiviertem Pfeffer zu beobachten Gelegenheit hatte, hermaphrodit, nicht nur die an der Basis des Blütenstandes befindlichen. (Sonst soll *Piper nigrum* angeblich eingeschlechtliche Blüten besitzen und nur an der Basis der Ähre zwittrige.) Sie führen einen centralen Fruchtknoten und je 2 an der Achse rechts und links orientierte Stamina (Fig. 2, 3b und 4a, *stam*). Der Fruchtknoten trägt an der Spitze eine 2—4-, meist 3teilige sitzende Narbe (Fig. 1, 2, 3, 4, 6) mit kurzen Narbenpapillen. Dem entsprechend haben wir uns den Fruchtknoten aus 2—4 Karpellen entstanden zu denken. Eine entsprechende Furchung desselben ist jedoch nicht sichtbar. Dagegen ist der Fruchtknoten stets infolge des Druckes einerseits der Deckblätter, andererseits der Stamina eigenartig zusammengedrückt, im Querschnitt oft keilförmig (Fig. 4a).

Die Tragblätter besitzen einen sehr einfachen Bau. In das dünnwandige, von zarten Bündeln durchzogene Parenchym sind einige Ölzellen eingebettet. Auf der gegen Fruchtknoten und Stamina gerichteten Innenseite tragen sie zahlreiche Haare (*f*, Fig. 4a), die oft gekrümmt und der Regel nach mehrzellig sind (Fig. 5).

Die Stamina besitzen ein im Querschnitt ovales Filament, das von einem centralen Bündel in der Mitte durch-

zogen ist (Fig. 4 a, *stam*) und an der Spitze eine, dem Rücken des Staubfadens ansitzende, kurze, ditheische, mit einem Längsspalt sich öffnende Anthere mit undeutlichem Konnektiv (Fig. 2 und 3, *stam*) trägt. Die Stamina sind sehr dauerhaft. Auch nach dem Verstäuben und Schrumpfen der Antheren bleiben sie erhalten, werden von der heranwachsenden Frucht gegen das Tragblatt gedrückt und erscheinen daher, wenn man die reife Frucht aus dem Tragblattbecher löst, als 2 nach rechts und links orientierte breitgedrückte Streifen (Fig. 3 b).

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand und führt an der Basis ein einzelnes atropes Ovulum. Das Ovulum führt die Mikropyle an seiner Spitze und besitzt nur ein Integument (Fig. 4 und 4 a, *i*). An der Basis desselben, bis zu $\frac{1}{3}$ der Höhe hinaufreichend, sieht man jedoch bisweilen die Reste eines zweiten Integumentes (*ia*, Fig. 4). In die Basis des Ovulums (hier endigend) tritt das Ende eines zarten Bündelzweiges ein, der sich von einem der Bündel der Achse abzweigt, das gleichzeitig den Fruchtknoten versorgt (Fig. 4).

Die Fruchtknotenwand zeigt folgenden Bau (Fig. 9). Unter einer zarten Epidermis (*Ep* und 1) liegen gestreckte Sclereiden (*sel* und 2), die, aus dünnwandigem Palissadenparenchym entstanden, schon sehr frühzeitig angelegt werden und nur den gegen die Stamina gedrückten Lateralflächen des Fruchtknotens, sowie der Basis desselben fehlen, außen und innen aber schon bei dem jungen Fruchtknoten getroffen werden. Auf die Sclereidenschicht (2) folgt dann ein dünnwandiges Parenchym (3), in welches da und dort Ölzellen (*oex*) eingebettet sind; dann folgt die Gefäßbündelzone (4); die inneren Schichten (5—8^a) sind gleichfalls noch parenchymatisch. Das Integument des Ovulums (*i*, 8 und 9, Fig. 9) besteht aus 1—3 dünnwandigen Zellen, von denen jedoch nur die äußere Reihe als quadratische Zellen deutlich sichtbar sind, die inneren sind undeutlich oder resorbiert. Die Mitte des Ovulums erfüllt der Nucellus, an der Spitze liegt der Embryosack (mit der Eizelle). Aus der Eizelle entwickelt sich der Embryo, aus dem Embryosackreste das Endosperm, aus dem Nucellus das Perisperm, welches letztere hier beim Pfeffer die Hauptmasse des reifen Samens ausmacht.

Die aus dem Fruchtknoten sich entwickelnde junge Frucht zeigt nun schon eine weitere Entwicklung aller Schichten (Fig. 10): die Sclereiden (2) sind zahlreicher und stärker verdickt, die Gefäßbündel (*gfb*, Fig. 10) in ihrer Entwicklung fortgeschritten, die Zellen der dritt- oder viertinnersten Schicht der Fruchtschale zeigen deutlich quadratischen Querschnitt (7, Fig. 10), nur das Integument des Ovulums, die junge Samenschale, zeigt keine sehr erhebliche Veränderung.

Die als schwarzer Pfeffer in den Handel gebrachte Droge besteht aus den kurz vor der Reife, noch grün von dem Schlingstrauch gepflückten und rasch getrockneten Früchten (Beeren), die dementsprechend eine stark geschrumpfte, grob gefelderte Oberfläche zeigen, ungestielt und erbsengroß (ca. 5 mm im Durchmesser) sind und von denen 100 Stück 4,5—6,2 g wiegen. Sie zeigen

anatomisch schon fast ganz den Bau völlig reifer Früchte, nur der Embryo (*Em*, Fig. 7) pflegt noch nicht entwickelt oder stark geschrumpft zu sein.

Das Lupenbild des Quer- und Längsschnittes (Fig. 7 und 8) zeigt die Schrumpfung der Fruchtschale deutlich. Dieselbe umgibt als fast schwarze Hülle den grauweißen Perispermkern, der eine centrale Höhle besitzt. Die an die Centralhöhle grenzende Perispermartie ist weiß und mehlig, das übrige Gewebe glasig-grau. Das Perisperm macht die Hauptmasse der Frucht aus. Die Centralhöhle ist durch einen zarten Kanal mit dem an der Spitze der Frucht liegenden Endosperm und Embryo verbunden, von denen beiden freilich in der Handelsware selten etwas — höchstens ein geschrumpftes Lämpchen — zu sehen ist. Gegen die Centralhöhle hin ist das Perisperm strahlig angeordnet.

Die Fruchtwand zeigt folgenden Bau (Fig. 11 und 12). Zu äußerster liegt die relativ niedrige Epidermis (*Ep*, Fig. 11), die aus polyedrischen Zellen besteht (Fig. 12, *Ep* und 1). Dieselben enthalten bei der frischen Pflanze einen farblosen Saft, der nach Einlegen der Früchte in Sublimatlösung in rundlichen Sphärokristallen kristallisiert, in der Droge einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), welche Farbstoffklumpen sich auch in dem subepidermalen Gewebe finden (Angew. Anatomie, Fig. 55) und die tief braunschwarze Farbe der Oberfläche der Droge bedingen. Da und dort trägt die Epidermis Spaltöffnungen (*st*, Fig. 12).

Die subepidermale Sclereidenschicht (*sel* und 2, Fig. 11 und 12) ist keine homogene lückenlose Schicht, sondern besteht aus oftmals von Parenchymzellen unterbrochenen verholzten Sclereiden sehr verschiedener Form. Die meisten sind radial gestreckt (Fig. 11), aber auch kurze, fast quadratische oder rundliche sind darunter, sowie gekrümmte, verbogene (vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie). Sie sind relativ stark verdickt, reich getüpfelt und mit deutlicher Schichtung in der Membran versehen. Die Tüpfel sind rundlich oder spaltenförmig. In letzterem Falle stehen die Spaltentüpfel sehr unregelmäßig (Fig. 15). Diese Sclereiden, die, wie schon oben bemerkt, sehr frühzeitig angelegt werden, führen oft einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), ebenso wie die sie begleitenden dünnwandigen Parenchymzellen. Die Breite der Sclereiden beträgt meist 15—20 mik, steigt aber bis 35 und darüber (50 mik). Ihre Länge variiert außerordentlich, von 15—170 mik. Diese Sclereiden sind eines der charakteristischsten Elemente des schwarzen Pfeffers. Sie fehlen dem weißen (siehe unten) und finden sich in keinem der als Surrogat oder Verfälschungsmittel des Pfeffers benutzten pflanzlichen Produkte.

Das auf die Sclereidenschicht folgende Parenchym (3) ist dünnwandig, enthält bisweilen kleinkörnige Stärke und die Reste der Chlorophyllkörner und führt da und dort vereinzelte verkorkte Ölzellen. Auch einzelne Sclereiden sind hier und da zu beobachten, besonders an der Spitze der Frucht (Fig. 13). Es ist nicht selten mehr oder weniger lückig. Oft lösen sich bei ihm sogar ganze Zellzüge in tangentialer Richtung voneinander (vergl. die Fig. 55 in der Angew. Anatomie,

S. 77). Es ist daher begreiflich, dass die Fruchtschale gerade in dieser Schicht sich leicht spaltet (siehe unten).

In der folgenden Schicht verlaufen die kollateralen Gefäßbündel der Fruchtschale (*gfb*, Fig. 11). Dieselben führen verhältnismäßig viele zarte Spiralgefäße (*gf*, Fig. 12) von 7–15 mik Breite und zeigen, dem Siebteil angelagert, sehr häufig — aber nicht immer — eigentümliche gestreckte Sclereiden (*sel*, Fig. 11 und 12), die entweder den Charakter echter Sclereiden tragen oder sich mehr den Librosclereiden (S. 34) nähern. In Bau und Form nähern sie sich den Sclereiden der Schicht 2, sind also horizontal abgestutzt (Fig. 12). Doch giebt es auch solche — wenschon selten — die gestreckt sind und nicht ganz horizontal gestellte Endwände besitzen, die sich also den echten Bastzellen nähern und wie diese schiefe Spaltentüpfel besitzen; kegelförmige Enden, wie sie die echten Bastzellen zeigen, kommen aber niemals vor.

Die nun folgende Schicht, in welche die Gefäßbündel schon zum Teil eingebettet erscheinen, ist bei der Droge der Regel nach mehr oder weniger zusammengefallen, zusammengedrückt, obliteriert (Fig. 11). Es ist dies wohl einerseits eine Folge des Heranwachsendens des Samenkerns: der sich ausdehnende Same drückt diese zarte Schicht der Fruchtschale zusammen. Andererseits mag wohl auch das Schrumpfen der Fruchtschale gelegentlich des Trocknens der unreifen Frucht die Obliteration mit bedingen.

Die nächste Schicht ist die Ölzellenschicht der Fruchtschale. Sie differenziert sich relativ spät und fehlt der Spitze der Frucht. In der halbreifen Frucht ist sie noch nicht zu sehen, obwohl die Ölzellen der äußeren Partie schon gut differenziert sind (Fig. 10). Sie besteht bei der Droge aus großen verkorkten Ölzellen, die entweder direkt aneinander stoßen (Fig. 11) oder von mehr oder weniger großen Parenchymstücken getrennt sind (Fig. 12, 5, vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie).

Auf diese Ölzellenschicht (*o*) folgen 1–2 Reihen zarten Parenchyms (Fig. 11, c) mit deutlich getüpfelten Wandungen (Fig. 12, c) und dann folgt die einreihige innere Sclereidenschicht, deren Bau ebenfalls für den Pfeffer sehr charakteristisch ist (Fig. 11 und 12, 7). Es sind im Querschnitt quadratische, in der Flächenansicht isodiametrische, verholzte Zellen, die an der Aufsenswand und dem oberen Teile der Seitenwände gar nicht, an der Innenwand und der größeren Partie der Seitenwände aber stark verdickt, reich getüpfelt und mit geschichteter Wand versehen sind (*sel*, Fig. 11, 7). Die Verdickung erfolgt relativ spät. Bei einer halbreifen Frucht sind die Zellen noch ganz dünnwandig (Fig. 10, 7). Die Tüpfel sind rundlich, auf der Flächenansicht sichtbar (Fig. 12, 7, *Tü*). Je nachdem die Zelle ganz oben (Fig. 12, *x*) oder in der Mitte (*y*) oder unten (*z*) durchschnitten ist, variiert die Flächenansicht.

An der Spitze der Frucht, dort, wo der Griffelkanal (*grfk*, Fig. 6 und 13) in die Fruchthöhle mündet, ist die Sclereidenschicht (*7*) ziemlich dünnwandig, den Griffelkanal kleidet sie in Form quadratischer dünnwandiger Zellen aus. Die Sclereidenschicht ist nicht die innerste Schicht der Fruchtschale.

Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas.

Wie schon die Fig. 9 und 10 zeigen, liegt innerhalb derselben noch eine weitere Schicht. Dieselbe ist bei den unreifen Früchten bald 1-, bald 2-, bald 3schichtig, bisweilen schon frühzeitig zusammengefallen oder gar da und dort wohl ganz fehlend. Niemals fehlt sie an der Spitze am Narbenkanal. Sie ist hier einschichtig und aus ihr entwickelt sich die sehr charakteristische, der Sclereidenschicht innen aufliegende Reihe gestreckter, stark verdickter Zellen, die in Fig. 13 (8a) dargestellt ist. Weiter nach unten nimmt die Höhe dieser Zellen rasch ab. Sie werden flach tafelförmig, bleiben aber meist stark verdickt (Fig. 13, 8^a, oben). Sie sind bei Flächenansichten gewöhnlich nicht oder doch nicht deutlich aufzufinden. Dieser dickwandigen Reihe sind bisweilen noch eine oder zwei weitere Reihen dünnwandiger, ebenfalls stark tangential gestreckter und zusammengefallener Zellen auf der Innenseite angelagert (Fig. 11, 8^a, auf der rechten Seite). Die Zellen enthalten Eiweiß.

So weit reicht die Fruchtschale.

Wie schon oben erwähnt, ist von den Zellreihen des Integumentes des Ovulums nur die äußere, mit einer Kuticula bedeckte deutlich wahrzunehmen (Fig. 9, 8, *d*). Aus dieser entsteht die Pigmentschicht (*pig* und *s* in Fig. 11, 12 und 13). Aus den darunter liegenden, offenbar schon frühzeitig obliterierenden Zellen des Integumentes (*9* in Fig. 9) entsteht die Schicht außerordentlich stark zusammengefallener Zellen, die als eine helle breite Haut, „hyaline Haut“, das Perisperm des Samens rings umgiebt und auf den ersten Blick wie die stark verdickte Aufsenswand der Perispermrandschicht aussieht. Nach Behandeln mit Schultzcher Macerationsflüssigkeit sieht man jedoch, dass diese helle Zone aus 1 bis 3 Reihen infolge des starken Druckes, den der heranwachsende Samenkern ausübt, zusammengefallener und verquollener Zellen besteht, deren Lumina bisweilen noch als zarte Linien sichtbar sind (*9* in Fig. 11 und 13, oben). Man kann sie als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) ansprechen. Durch Osmiumsäure wird sie braun. Die Pigmentschicht besteht aus einer Reihe dünnwandiger, an den Seitenwänden rosenkranzartig verdickter Zellen, von denen jede einen braunen, die Zelle fast ganz erfüllenden Farbstoffklumpen enthält, der mit Eisensalzen die Gerbstoffreaktion giebt, sich blauschwarz färbt (*pig* in Fig. 11, 8 und Fig. 55 Angew. Anatomie). Die Zellen sind für gewöhnlich stark tangential gestreckt, nur an der Spitze der Frucht, unterhalb des Griffelkanales, sind sie radial gestreckt, schmal und hoch (Fig. 13). Diese Pigmentzellenschicht ist denn auch auf Tangentialschnitten und bei Betrachtung von Fragmenten des Pulvers an dieser Stelle allein zu sehen (Fig. 12, 8), weder darüber, noch darunter sieht man weitere Schichten der Samenschale, bzw. der innersten Fruchtschalenteilie. Bisweilen haben sich hyaline Haut und Pigmentschicht, die beiden die Samenschale bildenden Schichten, voneinander gelöst, meist aber haften sie fest aufeinander. Dies ist besonders an der Spitze der Frucht der Fall (Fig. 13).

Der Samenkern besteht aus dem Perisperm, dem Endosperm und dem Embryo.

Der Embryo ist bei der Handelsware meist nicht aufzufinden oder doch undeutlich. Bei Alkoholmaterial frischer Früchte ist er auch nicht gerade leicht zu finden, da er sehr klein ist und leicht schrumpft. Wo er deutlich ist, zeigt es sich, daß er ein gestrecktes oder rundliches, zartes, aus kleinen dünnwandigen, eiweiß- und ölreichen Zellen bestehendes Gebilde ist (Fig. 6 und 13, *Em*), das kaum irgend welche Differenzierung erkennen läßt, wenn man nicht einen seitlichen Höcker als Anlage der Radicula und 2 am entgegengesetzten Ende befindliche Höckerchen als Kotyledonen betrachten will.

Das Endosperm (*End*, Fig. 6 und 13) ist ebenfalls in der Droge selten deutlich. Bei Untersuchung von Alkoholmaterial erweist es sich als aus einem schlaffen, ölreichen Parenchym bestehend, dessen gegen das Perisperm hin liegende Zellschicht stark obliteriert ist. Fast das ganze Innere des Samenkerns wird vom Perisperm eingenommen. Die äußersten kleinzelligen Reihen des Perisperms enthalten Eiweißsubstanzen in Körnerform (Aleuron), der Inhalt färbt sich also durch Jod gelb. Die folgenden Reihen enthalten neben Eiweiß rundlich ovale zusammengesetzte Stärkekörner. Das ganze übrige Perisperm wird von etwas in radialer Richtung gestreckten, vieleckigen, dünnwandigen Zellen gebildet, die neben kleinen Mengen in Fäden und Platten die Zelle durchziehenden Plasmas und einem rundlichen oder lappigen, in einer kleinen Höhle liegenden Gebilde, das man, obwohl es sich mit Hämatoxylin, Karmin und Methylgrün kaum färbt, doch wohl als Zellkern ansprechen muss (*ke*, Fig. 16), die ganze Zelle dicht erfüllende Stärke enthalten. Die Körnchen sind außerordentlich klein, 1–6 mik, meist 3 mik lang, in Folge des gegenseitigen Druckes vieleckig, scharfkantig, fast kristallartig und liegen oftmals so dicht, daß es aussieht, als erfüllte ein Kleisterballen die ganze Zelle. Durch auf das Deckglas geübten Druck kann man sich jedoch leicht davon überzeugen, daß es einzelne unverkleisterte Körner sind, doch hängen die Körner einer Zelle so fest aneinander, daß selbst im Pfefferpulver noch zahlreiche unverletzte, einem Zellinhalte entsprechende Ballen aufzufinden sind; dieselben sind etwa 70–100 mik lang und 27–33 mik breit. Läßt man Schwefelwasserstoff oder Chloral zufließen, oder erwärmt schwach mit Eisessig, so erkennt man, daß die Stärke, besonders in den äußeren Partien, weniger oder gar nicht in den inneren, oftmals zu rundlichen, 10–25 mik langen, zusammengesetzten Stärkekörnern vereinigt ist. Während nämlich das Plasma sich im Chloral löst, treten zahlreiche derartige Konglomerate aus der Zelle hervor. Eingestreut in dieses stärkeführende Gewebe liegen Ölzellen von etwa gleicher Größe wie das umgebende Gewebe, aber stets rundlichem (nicht eckigem) Umriss. Sie enthalten gelbe Öltropfen, Harzmassen und stets Piperin ($C_{17}H_{19}NO_3$), sehr häufig (besonders bei im Inneren dunkleren Pfeffersorten) in vortrefflich ausgebildeten Kristallen: Blättchen und einzelne, sowie zu Bündeln vereinigte Nadeln. Besonders

bei Behandeln mit Äther und Alkohol treten letztere sehr deutlich hervor (Fig. 11 und 13, *oex*). Piperin, Harz und Öl ist nur in diesen Zellen zu finden. Harz und Öl lösen sich in Alkohol, Äther und Benzol, das Piperin in den gleichen Lösungsmitteln, aber auch in Aceton, Chloroform und Schwefelkohlenstoff.

Oftmals findet man (namentlich auch in älteren Früchten) das Piperin in den Sekretzellen in kleinen Nadeln auskristallisiert, die man daselbst (und auch im Pfefferpulver) besonders gut mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes auffindet. Sieht man keine Kristalle, so kann man das Piperin sich dadurch sichtbar machen, daß man entweder ganz vorsichtig Alkohol zufließen läßt, so daß nur das Öl und Harz sich lösen, die in dieselben eingebetteten Kristalle aber zunächst nicht angegriffen werden; das Piperin wird alsdann in Nadeln, Tafeln oder Drusen (Fig. 20) sichtbar, oder den Schnitt in Alkohol legt, freiwillig bis nahezu zur Trockne verdampfen läßt und dann Wasser zusetzt. Nach einiger Zeit scheiden sich Piperinnadeln ab (gelingt nicht immer). Legt man einen Schnitt in konzentrierte Schwefelsäure, so färben sich sämtliche Piperinzellen des Endosperms und auch die der Fruchtschale, besonders die innere Ölschicht (Fig. 11, *s*), tief blutrot, die Inhalte der gleichen Zellen werden durch konzentrierte Salpetersäure unter Gasblasenentwicklung orangegelb, durch Fröhde's Reagenz erst orangerot, dann braun. Befuchtet man jedoch den Schnitt mit Ammonmolybdat und fügt dann konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so werden die Piperinzellen erst rot, dann tief blau und endlich braun. Eisessig löst den Inhalt. Alles Reaktionen des Piperins.

Der Inhalt der Ölzellen des Perisperms stimmt mit dem der Ölzellen der Fruchtschale überein. In beiden kristallisieren, wenn man die frischen Früchte in Sublimat einlegt, zahlreiche Drusen aus (Fig. 18). Wie das Sekret entsteht, kann ich nicht sicher angeben, da ich frische Früchte daraufhin nicht untersucht habe. Wenn es erlaubt ist, aus Sublimat- und Alkoholmaterial Schlüsse zu ziehen, so möchte ich auch hier die Entstehung des Sekretes in der Membran annehmen, denn man findet oft Bilder wie Fig. 19 (und Fig. 11 und 13, *oex*), bei denen die innere Haut sichtbar ist (vergl. S. 100).

Die an die Interzellularsubstanz angrenzende Membranelle ist verkorkt, wie dies bei allen Ölzellen der Fall zu sein scheint (Angew. Anatomie, S. 475).

In der inneren mehligten Partie des Perisperms, die die zentrale Höhle umgibt, ist die Stärke weniger dicht in den Zellen gelagert, die Körner sind daher auch nicht so scharfkantig, sondern abgerundet. Sie liegen locker in den Zellen gehäuft. Man kann daher auch hier, wie beim Mais, ein Hornendosperm und ein Mehlandosperm unterscheiden. Auch hier hat das Hornendosperm eine peripherische Lage.

Das im Pfeffer gefundene Fett scheint ausschließlich im Endosperm vorzukommen.

Piper album.

Der weisse Pfeffer ist die ausgereifte Frucht, welche auf mechanischem Wege von den äusseren Theilen der Fruchtschale befreit worden ist. Beseitigt ist die Fruchtschale bis zu der in der Fig. 11 mit \times ---- \times bezeichneten Linie. Dort ist ja, wie oben angegeben, das Gewebe so lückig, dass es sehr leicht gerade hier reissen wird. In der That genügt beim reifen Pfeffer ein Druck mit dem Finger, um die äussere Partie abzusprennen. Die Gefässbündel sind beim weissen Pfeffer noch erhalten. Sie überziehen als zarte Längsstreifen

die Oberfläche und vereinigen sich an der Fruchtbasis. Ausser diesen bildet die ölführende Schicht und das sie umgebende Gewebe die Oberfläche des weissen Pfeffers. Schabt man mit dem Fingernagel die obere, graue, mürbe Schicht ab, so tritt durch die Sclereidenschicht durchscheinend die braune Farbe der Pigmentschicht hervor.

Die reife Pfefferfrucht ist zinnoberrot. Die Chromatophoren liegen im äusseren Parenchym.

Das Pulver.

Das Pulver des schwarzen Pfeffers ist leicht an den zahlreichen eckigen, meist gestreckten, aus den Zellen in toto herausgelösten Stärkekügelchen der Perispermzellen (Fig. 16), sowie den zahlreichen, sehr kleinen, isolierten Stärkekügelchen (Fig. 17), untermischt mit sehr kleinen Piperinnadeln (Polarisationsmikroskop!), zu erkennen. Dazwischen finden sich Sclereiden der Schicht 2 (Fig. 11) isoliert (Fig. 15) oder zu Fetzen vereinigt (Fig. 12, 2). Seltener schon sind Stücke der Epidermis (Fig. 12, 1), sowie der inneren Sclereidenschicht (Fig. 12, 7) aufzufinden, leicht dagegen Stücke der Fruchtschalengefässbündel mit den zarten Spiralgefässen (Fig. 12, 4). Man präpariert in Chloral oder hellt die braunen Gewebsfragmente mit kalter Schultzescher Macerationsflüssigkeit (Angew. Anatomie, S. 25) auf.

Die Perispermzellen prävalieren durchaus und geben dem Bilde das charakteristische Aussehen.

Die Pigmentschicht, sowie die übrigen Schichten (3, 5, 6, 8^a, 9) kommen diagnostisch nicht in Betracht.

Das Pulver zeigt alle Piperinreaktionen (siehe oben) vorzüglich.

Das Pulver des weissen Pfeffers stimmt mit dem des schwarzen ganz überein, nur fehlt natürlich die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 12, 1) und die äussere Sclereidenschicht

(Fig. 12, 2) gänzlich (doch fand ich bisweilen einige Reste davon), dagegen tritt die innere Sclereidenschicht sicher deutlich hervor.

Eine Beimengung der Fruchtstandspindel (Fig. 14) ist leicht zu ermitteln. Die zahlreichen Bastzellen der Gefässbündel, sowie die grossen, bis 30 Mikr. weiten Gefässe und die Haare (Fig. 5) reichen zur Erkennung aus, da echte Bastzellen und Haare der Pfefferfrucht ganz fehlen und die Gefässe nie diese Weite erreichen.

Das Pfefferpulver unterliegt ausserordentlich der Verfälschung. Die wichtigsten der in Betracht kommenden Verfälschungen werden auf besonderen Tafeln dargestellt werden.

Beobachtet wurden folgende Fälschungsmittel: Stärke, Mehle, Reiskleie, Kolbenhirsenspelzen, Piment, Nusschalen, Senf, Ölkuchen (Mandel, Lein, Raps, Erdnuss), Palmkerne, Dattelkerne, Olivenkerne (Pepperette, Poivrete), Paradieskörner, die Frucht von Juniperus comm. und Schinus molle, Galgant, Eichen, Sägespäne, Holzpulver, Rindenpulver, sowie mineralische Pulver (Kalk, Gips, Sand, Schwespat). Die organischen sind mit Hilfe des Mikroskopes, die anorganischen durch eine Aschebestimmung zu ermitteln. Der Aschegehalt beträgt 3,2—5,7 Proc.

Tafel 25.

Erklärung der Abbildungen.

Piper nigrum L.

- Fig. 1. Fruchtföhre des Pfeffers.
" 2. Blüten derselben mit den Tragblättern (*tpb*).
" 3. Dasselbe in anderer Orientierung.
" 3b. Ein Tragblattbecher von oben gesehen, nach dem Herauslösen der Frucht.
" 4. Schematischer Längsschnitt durch eine Blüte. *Ems*, Embryosack.
" 4a. Schematischer Querschnitt durch eine Blüte.
" 5. Ein Haar von der Innenseite der Tragblätter.
" 6. Spitze einer jungen Frucht. Schematischer Längsschnitt.
" 7. Längsschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
" 8. Querschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
" 9. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und das Integument des Ovariums (*i*).
" 10. Querschnitt durch die Wand einer jungen Frucht.
" 11. Querschnitt durch die Fruchtwand, Samenschale und das Perisperm einer nahezu reifen Frucht (schwarzer Handelspfeffer). Die punktierte Linie \times ----- \times giebt an, an welcher Stelle die äußere Fruchtwand behufs Darstellung des weissen Pfeffers abgelöst wird.
" 12. Flächenansichten der einzelnen Schichten von Fig. 11. Die kleinen Zahlen (1—10) in Fig. 9—12 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
" 13. Längsschnitt durch die Spitze des Samens und den Griffelkanal.
" 14. Schematischer Querschnitt durch die Fruchtstandspindel bei \times , Fig. 1.
" 15. Isolierte Sclereiden und deren Fragmente der Schicht 2 und 7, aus dem Pulver.
" 16. Isolierte Stärkezellen des Perisperms aus dem Pulver. Bei \times ein zusammengesetztes Stärkekorn.
" 17. Isolierte Stärkekörner.
" 18. Kristallrosetten aus in Sublimat konserviertem frischen Material.
" 19. Ölzellen, die die Bildung des Öles (und Piperins) in der Zellwand veranschaulichen.
" 20. Piperinkristalle aus den Ölzellen (vergl. auch *oex* in Fig. 11 und 13).

