

Rhiz. zingiberis.

Ingwer. Rhizome de Gingembre. Ginger.

Das Rhizom von *Zingiber officinale* Roscoe ist ein Sympodium, und zwar meist eine Schraubel. Auch die sekundären und tertiären Verzweigungen sind meist sympodiale. Es findet also dauernd Übergipfelung statt. Doch findet man an den Verzweigungen höherer Ordnung auch razemös entstehende Seitensprosse.

Folgende beiden in Fig. 1 und 2 illustrierten Fälle können als typische gelten. Bei dem in Fig. 1 dargestellten, von mir in Java ausgegrabenen Rhizome ist der hintere Teil (*o*) abgestorben und entleert, stark geschrumpft und leicht abzulösen. Er läuft in eine Spitze aus, die ehemals Vegetationsorgane trug (Fig. 1 bei *o*). In der Achsel eines der oberen Blätter ist nun ein Seitenspross entstanden, der in die ebenfalls Vegetationsorgane tragende Spitze *I* ausläuft. Dieser Seitenspross von *o* wird nun zum Hauptspross, indem er *o* übergipfelt. Er zeigt 7 manschettenartig ringsum laufende Niederblätter, die so schmal sind, daß sie nur wie Leisten erscheinen (*Nbl*, Fig. 1). In der Achsel des obersten dieser Blätter entspringt der *I* übergipfelnde Spross *II*, in den Achseln anderer Niederblätter aber die übrigen Verzweigungen. Hierbei erscheint die Unterseite des Rhizoms entschieden gefördert. Denn während die in den Achseln der Niederblätter 2 und 3 entspringenden Auszweigungen nur als kurze Höcker (*I*, rechts) erscheinen, ist der in der Achsel des sechsten Blattes entspringende Seitenspross auf der morphologischen Unterseite des Rhizoms, die bei der Zeichnung (aus Rücksicht auf den Raum) nach links gelegt ist, mächtig entwickelt (*I*, links), hat auf der morphologischen Unterseite in der Achsel seines sechsten Blattes einen mittelgroßen, aus der Achsel seines vierten Blattes einen großen, Spross *I*, übergipfelnden, Seitenspross *I*, und auf der morphologischen Oberseite drei kleine Knospen entwickelt. Ja, der die sympodiale Verzweigungsweise der Hauptachse wiederholende (also den Spross *I*, übergipfelnde), in der Achsel des Blattes 4 entspringende Seitenspross hat schon wieder Auszweigungen angelegt, deren oberste die sympodiale Übergipfelung fortzusetzen sich anschickt, während die Knospe der morphologischen Oberseite (*I*, rechts) wie bei den Sprossen erster und zweiter Ordnung klein blieb. Der ganze Seitenspross *I*, mit allen seinen Verzweigungen erfährt dabei eine bogenförmige Umkrümmung nach oben, gegen die Hauptachse hin.

Der Spross *I* übergipfelnde Spross *II* endet wieder mit einer Gipfelknospe, zeigt wieder auf der Oberseite nur einige kleine Knospen (*II*), auf der Unterseite aber einen in der Achsel des sechsten Blattes entspringenden, stark geförderten Seitenspross (*II*, oben) mit zwei unteren Seitensprossen (*II*,) und einem *II*, übergipfelnden oberen Seitensprosse (*II*, oben). Auf der morphologischen Oberseite von Spross *II*, (oben) finden sich wieder drei kleine (in der Zeichnung nicht sichtbare) Knöspchen.

Der Spross *II* übergipfelnde Spross *III* entspringt ziemlich tief, in der Achsel des fünften Blattes. Er trägt auf der Oberseite eine kleine Knospe und auf der Unterseite einen größeren Seitenspross (*III*,) mit einer Seitenknospe.

Der in der Achsel des obersten Blattes entspringende Seitenspross von *III* übergipfelt bereits *III*, wird also zu *IV*. Er würde bei weiterer Entwicklung des Rhizoms die Verzweigung fortgesetzt haben.

Die Förderung der Verzweigungen auf der morphologischen Unterseite ist also eine ausgesprochene: Nicht nur die übergipfelnden Seitensprosse, sondern auch alle anderen, sich kräftig entwickelnden entspringen auf der Unterseite. Das Schema (Fig. 2) läßt dies auf den ersten Blick erkennen.

Aber noch eine andere Eigentümlichkeit tritt hervor: die bilaterale Anordnung der Verzweigungen. Niemals entstehen an anderen Stellen als nur an den beiden opponierten Seiten (oben und unten) Seitensprosse. Fig. 1 und 2 entsprechen den Typen, wie man sie in dem halb geschälten Bengalen- und Westafrika-Ingwer findet. Die ganz geschälten Ingwersorten, z. B. der Kotschin-Ingwer, unterscheiden sich etwas von diesem Typ. Sie sind mehr gestreckt und schmaler, die Internodien länger (Fig. 3 und 4). Das „Geweihartige“ kommt bei ihnen deshalb oft in noch prägnanterer Form zum Ausdruck, wie bei den halb geschälten Sorten, auch pflegen sie mehr Internodien zu enthalten wie die letzteren. Der Verzweigungsmodus ist aber ganz derselbe (Fig. 3 und 4), und auch die einseitige Förderung der Verzweigungen der Unterseite tritt ebenso wie die Bilateralität in der Anordnung der Seitensprosse sehr deutlich hervor.

Ein für Zingiber charakteristisches Merkmal ist die Schmalheit der Rindenschicht und der relative Reichtum derselben an Bündeln.

Bedeckt ist das Rhizom mit einer Epidermis (*Ep*, Fig. 6 und 10), deren niedrige Zellen, von der Fläche gesehen, isodiametrisch erscheinen (Fig. 10, *Ep*). Unter der Epidermis liegt ein mehrreihiges, übrigens verschiedenes breites, parenchymatisches Hypoderm (*hd*, Fig. 6 und 10), und dann folgt ein etwa 6—20reihiger Kork, aus dünnwandigen Korkzellen bestehend.

Das Rindengewebe besteht aus dünnwandigem, stärkeführendem Parenchym, in dem zahlreiche Ölzellen liegen (*oex*, Fig. 6 und 7); die Zahl derselben ist hier nicht wesentlich größer als in dem Centralgewebe. Am zahlreichsten sind die Ölzellen an den Vegetationspunkten, dort, wo neue Knospen angelegt werden und unter diesen, eine Eigentümlichkeit, die auch anderwärts (z. B. bei *Curcuma*) zu beobachten ist und die deutlich erkennen läßt, daß das ätherische Öl hier nicht als ein Sekret in dem Sinne zu betrachten ist, daß es ein nutzloses Neben- und Abfallprodukt des Stoffwechsels darstellt. Es besitzt sicher einen biologischen Nutzen, wahrscheinlich Schutz der zarten Vegetationspunkte gegen Tierfraß oder dergl. Die Ölzellen werden zu einer Zeit reichlich angelegt, wo die Pflanze eine große Menge Kohlenstoff zur Produktion neuer Zellen braucht. Die Ölbildung scheint ganz in der gleichen Weise wie bei *Curcuma* (Taf. 24) zu erfolgen. Die Ölzellen, die eine verkorkte Membranlamelle führen (Angew. Anatomie S. 475), enthalten ein gelbgefärbtes ätherisches Öl oder — in der Droge — einen gelblichen Harzklumpen. Den gelben Farbstoff als Curcumin anzusprechen, lag nahe. In der That stimmen auch einige Reaktionen damit überein, andere jedoch, wie z. B. das Verhalten gegen Schwefelsäure (Ingwerpulver, mit konz. Schwefelsäure behandelt, wird erst rotbraun, dann nach einiger Zeit schmutzig blau), stimmen nicht auf Curcumin. Nur diesen Ölzellen kommt der scharfe Geschmack der Droge zu. Sie sind so groß oder etwas kleiner als die Grundgewebszellen. Das parenchymatische Grundgewebe enthält reichlich Stärke.

Die Stärkekörner (Fig. 12) sind leicht von denen der *Curcuma*, *Galanga* und *Zedoaria* zu unterscheiden. Sie sind zwar auch linsenförmig, aber dicker (Fig. 12 bei *x*) und viel breiter, so daß die meisten Körner, obgleich sie dem Curcumatypus angehören, fast rundlich erscheinen. Der Endnabel ist stark abgeflacht, ein seitlicher Nabel fehlt meist, ist aber doch dann und wann vorhanden (Fig. 12), Schichtung ist selten deutlich. Die Länge der Körner beträgt meist 13 bis 32 mik. Sie sind also kleiner als die von *Zedoaria*.

Außer Stärke findet man in den Grundgewebszellen noch kleine, vereinzelt Kalkoxalatkryställchen, doch muß man meist das Polarisationsmikroskop zu Hilfe nehmen, um sie deutlich zu sehen. Schwefelsäure bewirkt, trotz der geringen Zahl der Kristalle, starke Gipsnadelbildung.

Die Endodermis, welche den Centralcyylinder von der Rinde trennt, ist relativ großzellig (Fig. 8, *ed*). Ihre Zellen sind verkorkt.

Die Ölzellen und das Grundparenchym des Centralzylinders gleichen denen der Rinde.

Die zahlreichen kleinen, scheinbar regellos über den Querschnitt verteilten Gefäßbündel sind kollateral gebaut

(Fig. 7, 8 und 9), auffallend arm an Gefäßen. Ihr Siebteil liegt bald rechts, bald links, bald vor, bald hinter dem Gefäßteile. Sie drehen sich nämlich im Verlaufe. Die Gefäße sind meist netzleistenartig verdickt (Fig. 11, *gf*), selten spiralig, die Siebröhren deutlich. Unmittelbar angrenzend an die Gefäße und, wie es scheint, dem Gefäßteil angehörend, findet man auch beim Ingwer dieselben eigentümlichen gestreckten, unverkorkten Sekretzellen (Fig. 14), die schon bei *Curcuma* erwähnt wurden. Dieselben sind gestreckt, zugespitzt oder abgestutzt, mit braunem Inhalte versehen. Man sieht sie auf den Querschnitten deutlich (Fig. 8 und 9, *seb*), noch viel deutlicher aber auf Längsschnitten, wo sie als isolierte braune Plättchen die Gefäße begleiten oder bedecken und auf den ersten Blick auffallen.

Bescheiden werden die Gefäßbündel ein- oder zwei- oder allseitig, namentlich im Centralzylinder, von mehr oder weniger individuenreichen Bastzellbelegen. Die Bastzellen (*B*, Fig. 9 und 11) sind nicht eben sehr lang (einige isolierte maßen 0,56—0,9 mm), zugespitzt oder knorrig an den Enden und stets relativ dünnwandig. Bisweilen zeigen sie Querwände (Fig. 11 und 15 bei *x*). Die Tüpfel sind linkschief, spaltenförmig, die Wand gelblich, schwach verholzt. Die große Zahl der mit Bastfasern bescheidenen Bündel bedingt den grobfaserigen Bruch des Ingwerhizoms. Besonders im Centralzylinder tritt derselbe deutlich hervor.

Der Gefäßbündelverlauf ist folgender. In der Rinde verläuft zunächst ein ziemlich einfaches Netz von Bündeln. Dieselben laufen ziemlich gerade von oben nach unten und stehen unter sich durch schiefe Queranastomosen in Verbindung (Fig. 13, *R*). Gewöhnlich sind 2 oder 3 (seltener 4) solcher, nahezu parallel miteinander verlaufender Netze vorhanden. Man sieht daher auf dem Lupenbilde 2 oder 3 undeutliche lockere Bündelkreise (Fig. 5). Es stehen nun nicht nur die Bündel bei diesen 3 Netzen untereinander in anastomosierender Verbindung, sondern auch die Netze selbst sind miteinander verbunden. Hier und da tritt dann auch ein Bündel dieses Netzes nahezu horizontal in den Centralzylinder ein, und zwar durch eine Lücke der Endodermis (bei *x*, Fig. 5). Das Bündel verläuft dann im Centralzylinder wie bei *Curcuma* beschrieben. An das Rindenbündelnetz setzen sich auch die Bündel der Niederblätter an, die schräg nach innen laufend auf das äußere Rindenbündelnetz treffen. Die der Endodermis anliegenden Bündel verlaufen, wie ein Tangentialschnitt durch die endodermale Region zeigt (Fig. 13, *Mit*), außerordentlich unregelmäßig, kreuz und quer, doch immerhin mit ausgesprochener Vertikaltendenz. Auf Rhizomquerschnitten findet man daher hier oft Bündellängsschnitte neben Querschnitten und schiefen Längsschnitten.

Bei den nach Europa kommenden Ingwersorten findet immer eine Schälung statt. Die Bengalensorte ist halb geschält, die Cochinchin- und Jamaikasorte ganz geschält. Erstere zeigt Schälung auf den flachen Seiten (Fig. 5, *x-x*), aber dort auch nur in der Mitte, so daß ein verhältnismäßig kleiner Teil des Korkes entfernt ist. Außer dem Kork ist nur ein sehr kleiner Teil der Rinde durch das Schälen beseitigt (Fig. 5). Die ganz

geschälten Sorten (Fig. 3) sind weiß. Bei ihnen ist die Schälung bis ziemlich tief in die Rinde hinein geführt, doch niemals bis zur Endodermis. Es unterliegt keinem Zweifel, daß namentlich die völlige Entfernung des Korkes der Droge schadet. Denn den ganz geschälten mangelt der Korkschutz und sie werden daher ihr ätherisches Öl leichter verlieren, als die mit Kork ganz oder teilweise bedeckten. Aus diesem Grunde, nicht weil durch das Schälen besonders ölfreiche Schichten entfernt werden, ist von demselben abzuraten.

Dorthin, wo die Knospen sitzen oder wo Seitensprosse (die ausgetriebenen Knospen) sich entwickelt haben, ist das Centralgewebe ausgestülpt und die Endodermis des Hauptsprosses setzt sich demgemäß direkt an die des Seitensprosses an, der Centralzylinder der Hauptsprosse geht unmittelbar in den der Seitensprosse über. Die Knospen bestehen aus einem flachen Vegetationskegel und wenigen kappenförmigen Blättern. Unmittelbar neben ihnen endet das Periderm. Ich fand sie oft rot gefärbt.

Die Niederblattnarben (*Nbl*, Fig. 1) sind nur als Ringhöcker sichtbar, in die sich besonders das Hypoderm (*hd*, Fig. 6) fortsetzt. Die Blattnarbe ist verkorkt und überwallt.

Die Wurzeln fehlen der Droge stets, auch an ungeschälter oder halb geschälter findet man selbst die Reste derselben kaum noch, nur die Narben sind sichtbar (Fig. 1). An frischem Material liefs sich feststellen, daß das centrale Bündel polyarch ist. Ich zählte oft 15—20 Gefäßstrahlen und ebenso viele

Siebinseln. Im Centrum liegt ein großer centraler Libriformcylinder. Nicht eben sehr zahlreiche Ölzellen finden sich in der Rinde und der subepidermalen Zellreihe. Zahlreiche Wurzelhaare entwickeln sich aus der Epidermis.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren Form und Größe charakteristisch ist. In dem mit Chloral aufgehellten Präparate findet man dann, nachdem die Stärke verkleistert ist, leicht auch die übrigen Gewebeelemente: Korkketten (besonders wie Fig. 10, *k*), verkorkte Ölzellen mit hellgelben Öl- (bezw. Harz-) Klumpen, Gefäßfragmente, die deutlich Netzleistenverdickung zeigen (Fig. 11), und ganz besonders die charakteristischen dünnwandigen Bastfasern, die nicht selten vollständig oder fast vollständig erhalten sind (Fig. 15) und bald geradkegelförmige, bald mehr oder weniger knorrige Enden haben. Die Breite der Gefäße beträgt 35—65 mik (selten mehr, bis 105 mik), die der Bastfasern 15—45 mik. Das Parenchym ist zu zahlreichen kleinen Fragmenten zertrümmert. Auch die die Gefäße begleitenden gestreckten braunen Sekretzellen (Fig. 14) findet man da und dort.

Eine Verfälschung des Ingwer mit Stärke oder Mehl (von Cerealien und Leguminosen), Curcuma, Ölkuchen (von Lein, Senf, Raps) oder Mandelkleie ist mikroskopisch leicht, eine Beimischung von Kreide oder Gips chemisch nachzuweisen. Die Asche beträgt 3,5—5 Proc.

Tafel 26.

Erklärung der Abbildungen.

Zingiber officinale Rose.

- Fig. 1. Ingwerrhizom, in Java gegraben; die Zahlen I, II, III, IV, bzw. I, II, III, veranschaulichen den Verzweigungsgrad, o ist der abgestorbene vorjährige Trieb. *Nbl* Niederblattnarben.
- 2. Verzweigungsschema des in Fig. 1 dargestellten Rhizoms.
- 3. Geschälter Kotschingwer, Handelsmuster.
Die zarte Längsstreifung der Oberfläche ist bedingt durch die Gefäßbündel der Rinde, die durch das Schalen freigelegt wurden.
- 4. Verzweigungsschema des in Fig. 3 dargestellten Rhizoms.
- 5. Lupenbild des Rhizomquerschnittes einer halbgeschälten Sorte.
- 6. Querschnitt durch die Randpartie des Rhizoms.
- 7. Querschnitt durch einen Teil der Rinde des Rhizoms.

- Fig. 8. Querschnitt durch die endodermale Partie des Rhizoms.
- 9. Querschnitt durch die centrale Rhizompartie.
- 10. Sucedane Flächenschnitte durch Epidermis, Hypoderm und Kork.
- 11. Längsschnitt durch eine Partie eines Bündels des Centralzylinders.
- 12. Stärkekörner.
- 13. Gefäßbündelverlauf im Rhizom:
Mit: Flächenansicht der endodermalen Partie.
R: Radialer Längsschnitt durch die Rindenpartie.
- 14. Unverkorkte, die Gefäße begleitende Sekretzellen, isoliert.
- 15. Bastfasern aus dem Bastzellbeleg, isoliert.



