

## Rhiz. curcumae.

Gilbwurz, Rhizome de Curcuma, Turmeric.

Das Rhizom von *Curcuma longa* L. zeigt einige sehr charakteristische Eigentümlichkeiten. Gräbt man ein Exemplar der Pflanze aus, nachdem dieselbe die Laubblätter entwickelt hat, so beobachtet man folgendes (Fig. 1). Das terminale Blattbündel (*bl*) sitzt einem breiten Knollen auf (*I*, Fig. 1), der deutlich durch horizontal umlaufende kurze Niederblattschichten in einzelne Zonen geteilt erscheint und dem zahlreiche lange Wurzeln ansitzen. Aus diesem birnförmigen Hauptknollen (Centralknollen, Hauptachse) entspringen außerordentlich zahlreiche, meist schief nach unten gerichtete Rhizomäste. Von denselben — es sind oft 10 und mehr — sind in der Zeichnung nur 3 wiedergegeben (*II*, Fig. 1), die anderen, der Deutlichkeit wegen, abgeschnitten. Sie sind im Querschnitt fast rund und messen etwa 20 mm im Durchmesser. An ihrer Unterseite und meist nur oder doch vorwiegend dort tragen sie fast vertikal nach unten gerichtete (*III*, Fig. 1) oder doch nur schwach gebogene Seitensprosse oder deren Knospen, die für gewöhnlich auf der Mediane der Unterseite in einer geraden Linie angeordnet sind (*III*, Fig. 1) und meist in der Achsel jedes zweiten Niederblattes entspringen. Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1) umgeben auch hier wie beim Hauptknollen als scheidenförmige Manschetten das Rhizom. Sie sind meist kurz, werden aber verhältnismäßig lang gegen die Spitze der Rhizomäste oder deren Verzweigungen, wo sie die Gipfelknospe meist zu zweien kappenartig umhüllen. Bei den Verzweigungen besteht diese Gipfelknospe meist nur aus einem stumpfen Kegel, der sich nicht weiter differenziert, bei dem Hauptaste jedoch ist eine deutliche Knospe entwickelt, die nicht selten sogar austreibt. In diesem Falle krümmt sich der Rhizomstock an der Spitze nach oben (Fig. 1, rechts) und die Knospe entwickelt sich (*kn*, Fig. 1, rechts) in Gestalt eines spitzen Kegels. Während der die Vegetationsorgane tragende centrale und Hauptknollen (*I*) reichlich mit Wurzeln besetzt ist (Fig. 1), tragen die Nebenwurzelsstöcke (*II*) und deren Verzweigungen (*III*) gar keine oder doch nur sehr wenige Wurzeln (*wu*). In dem eben charakterisierten Entwicklungsstadium sorgt die Pflanze bereits für die Zukunft vor. Da nämlich mit dem Absterben der Vegetationsorgane an der Spitze des Hauptknollen oder Hauptwurzelsstockes beim Abschlusse der Vegetationsperiode auch der Hauptknollen selbst abstirbt, so entwickelt

sie einen zweiten Knollen an einem Seitenaste (*x*, Fig. 1), der wie die anderen Rhizomstücke an dem Centralknollen entspringt und der, an seiner Spitze anschwellend, zunächst eine fast genau kugelige Form besitzt (*I* in Fig. 1). Dieser zweite Knollen wird nun allmählich mit den Produkten der Assimilation der Laubblätter gefüllt und schwillt um so stärker an, je älter er wird. Aber schon frühzeitig entwickelt er, ganz wie der die Vegetationsorgane tragende Hauptknollen (*I*, Fig. 1), schief nach unten gehende Äste (*II*, Fig. 1), die ganz wie die entsprechenden Nebenwurzelsstücke des Hauptknollen an der Spitze eine Knospe (*vgl.*, Fig. 1) und vorwiegend an der Unterseite in einer Reihe angeordnete, razemös entspringende Äste oder deren Knospen tragen. Auch bei dem Knollen *I* wiederholt sich bezüglich der Wurzeln das Gleiche wie beim Hauptknollen: er ist reichlich mit Wurzeln besetzt, während die Nebenwurzelsstöcke deren ganz oder fast ganz entbehren (Fig. 1, *wu*). An der Spitze trägt er eine Knospe (*kn*, Fig. 1, links). Stirbt der Hauptknollen (*I*) nach Schluß der Vegetationsperiode ab, so werden für gewöhnlich auch die Nebenwurzelsstöcke (*II*) in Mitleidenschaft gezogen und sterben ebenfalls ab, jedenfalls alle diejenigen, welche ihre Gipfelknospe zu dieser Zeit nicht weiter entwickelt haben. Die Rhizomabschnitte jedoch, die eine Gipfelknospe gebildet haben (Fig. 1, *II*, rechts, *kn*), bleiben erhalten und funktionieren weiter. Nach dem Absterben der Hauptknollen (*I*) löst sich der Nebenknollen (*I*) an der Verbindungsbrücke (*x*) ab und funktioniert in der folgenden Periode als Hauptknollen, d. h. er treibt aus und trägt alsdann die Vegetationsorgane.

Jedes Rhizomstück mit einer Knospe scheint im stande zu sein, auch losgetrennt von dem Centralknollen selbstständig auszutreiben und durch Entwicklung der Spitzknospe einen neuen Spross mit Blättern, durch Anschwellen einen neuen Centralknollen zu liefern.

Einige der Wurzeln schwellen an einer Stelle knollenförmig an und es entsteht so ein ovales Gebilde (Fig. 1, *Kno*), das übrigens gleich wie die übrige Wurzel Nebenwurzeln treibt.

Die Droge besteht jetzt meist aus einem Gemisch von Centralknollen (*I* nicht *I*) — *Curcuma rotunda* — und Nebenwurzelsstöcken (*II* u. *II*), nebst deren Verzweigungen (*III* u. *III*) — *Curcuma longa* —, welche letztere bald auf einer, bald auf beiden

Seiten liegen. Der die zur Zeit der Einsammlung abgestorbenen Blätter tragende Centralknollen *I*, wird nicht mit gesammelt. Die Hauptmasse der Droge bilden die Nebenwurzelstücke. Die Anatomie derselben sei daher zunächst beschrieben.

Das Hautgewebe besteht aus drei Schichten: der Epidermis, einem parenchymatischen Hypoderm und dem Periderm (Kork und Phellogen).

Die Epidermis besteht aus nur schwach verdickten, niedrigen, relativ kleinen Zellen (*Ep*, Fig. 6), die, von der Fläche gesehen, isodiametrisch oder gestreckt erscheinen und deutlich die Tüpfelung der Seitenwände erkennen lassen (Fig. 9).

Der Epidermis eingefügt findet man zahlreiche Haare (Fig. 6. *h*), die eine blasig erweiterte Basis besitzen, ziemlich lang und nicht selten relativ dickwandig sind (Fig. 6, *t*, 9, *t* u. 13). Sie tragen nicht den Charakter von Wurzelhaaren, doch ist ihre Spitze oft verdickt. Meist sind sie einzellig, doch kommen auch Querteilungen vor (Fig. 13). Bisweilen sind sie ausgefallen oder abgebrochen und alsdann findet man nur ihre Ansatzstellen (*x*, Fig. 9). Sie sind ohne Schwierigkeit auch bei der Droge aufzufinden. Besonders die Centralknollen sind oft reichlich damit besetzt.

Das unter der Epidermis liegende hypodermatische Gewebe (*hd*, Fig. 6) ist ein verkorktes Parenchym, in welches dann und wann (Fig. 6) Ölzellen eingebettet sind. Es fehlt bisweilen. Dann folgt der eigentliche Kork (*k*, Fig. 6), der, vom Phellogen (*phg*) vermehrt, meist 4—6 (bis 10) Reihen dick ist (subhypodermales Oberflächenperiderm) und, von der Fläche gesehen (Fig. 10), das charakteristische Aussehen tafelförmiger, reihenförmig untereinander liegender Zellen zeigt.

Das Gewebe der Rinde ist ein dünnwandiges Parenchym und besteht aus ziemlich großen, wenig oder gar nicht in die Länge gestreckten (Fig. 9, *Par*) Zellen mit kleinen Interzellularen. Die Zellen sind erfüllt mit locker liegenden Stärkekörnern, die in einem farblosen Zellsafte liegen. Die Stärkekörner sind bei der Droge bis zur völligen Unkenntlichkeit der Konturen verkleistert, da die Droge, um sie abzutöten und ihre Austreibefähigkeit zu vernichten,  $\frac{1}{2}$ —1 Tag in siedendes Wasser gesteckt wird. Man findet daher in der Droge in jeder Zelle nur mehr einen Kleisterballen, der nur ganz undeutlich noch ein Netzwerk erkennen läßt (Fig. 12): die Begrenzungslinien der völlig verquollenen und verkleisterten Stärkekörner. Die geringen Plasmamengen, die sich zwischen die Kleisterballen der Körner legen, bleiben oft als zartes Netz beim Weglösen der Stärke mittels Kali zurück. Diese Kleisterballen sind bei der Droge gelb gefärbt. Bei dem frischen Rhizom jedoch liegt die Stärke in farblosem Zellsaft. Der Grund dieses Unterschiedes liegt darin, daß das in den alsbald zu erwähnenden Sekretzellen enthaltene Curcumin beim Brühen in das ganze übrige Gewebe eindringt, durch die Membranen des Parenchyms hindurchtritt und besonders das Plasma stark färbt. In der That kann man leicht feststellen, daß weniger die gequollenen und verkleisterten Stärkekörner, als vielmehr namentlich die Zwischensubstanz stark gefärbt ist. Die Verkleisterung der Stärke und Färbung der Kleister-

ballen bedingt das stumpfgelbe, an gelbes Wachs erinnernde Aussehen des Querschnittes der Rhizomstücke des Handels. Die Stärkekörner, die man also nicht in der Droge, wohl aber in dem frischen Rhizom wohl erhalten findet, sind 10—45 mik (meist 15—30 mik) lang und von eigentümlicher Form, bald oval, bald beilförmig, bald dreieckig mit ausgeschweiften Seiten und abgerundeter Basis, sackartig oder rhombisch, bisweilen von der Form einer Granate, oft genabelt, immer flach-scheibenförmig (*x*, Fig. 14), daher, von der Kante betrachtet, stab-linsenförmig, die Schichtung ist sichtbar, aber undeutlich, der Kern liegt im verschmälerten Ende. Ein Zellkern ist in jeder Zelle, auch bei der Droge, mittelst Aniligrün-Essigsäure nachzuweisen.

Eingebettet in das Stärkeparenchym finden sich — besonders zahlreich an den Vegetationspunkten — die Sekretzellen. Dieselben enthalten sowohl das farblose ätherische Öl wie das Curcumin und sind wie die meisten mir bekannt gewordenen Sekretzellen mit einer Membran versehen, deren äußere Lamelle verkorkt ist (Angew. Anatomie Seite 475) und die innerhalb dieser Korklamelle noch eine zarte Cellulosehaut erkennen läßt. Das Sekret scheint auch hier in der Membran zu entstehen. Wenigstens lassen Bilder wie z. B. Fig. 9, *x. oex* (unten), Fig. 8, *x* u. *x. oex* darauf schließen. Man findet nämlich bei zahlreichen Zellen zunächst blasige Abhebungen bzw. Ausstrebungen der Wand mit ätherischem Öl gefüllt (Fig. 8, *x. oex*). Bei höchster Einstellung erscheinen dieselben als der Wand anliegende Tropfen (*oex*, Fig. 8 in der Mitte). Dieselben fließen alsdann zu größeren Gebilden zusammen (Fig. 9, *x. oex*), die wie Taschen der Wand ansitzen (Fig. 7, *x* und *x. oex*). Nunmehr scheint das Öl in Tropfen die „innere Haut“ (*ih*, Fig. 7 u. 9) zu durchdringen (Fig. 8, *y. oex*) und in den Zellraum zu gelangen. Ob dies aber immer geschieht oder nur dann und wann, bleibt fraglich. (Mir stand nur Alkoholmaterial zur Verfügung.) Jedenfalls ist der oder sind die Öl- und Farbstofftropfen im fertigen Zustande von der „inneren Haut“ umgeben, was sowohl bei der Annahme, daß ein Durchdringen erfolgt, wie auch dann, wenn dasselbe unterbleibt, erklärlich wäre.

Nur in diesen Ölzellen, die etwa die gleiche Größe wie die Stärkezellen besitzen, und gegen die hier das Stärkeparenchym oft strahlige Anordnung zeigt, findet sich bei der lebenden Pflanze Öl und Farbstoff. Ihr Inhalt löst sich in Äther leicht zu einer gelben, blau fluoreszierenden Lösung. Der Farbstoff besteht hauptsächlich aus Curcumin. Er bedingt die in der Tabelle (beim Crocus S. 93) aufgeführten Farbenreaktionen mit Alkalien und Säuren. Bei der Droge sind die Sekretzellen, da ihr Inhalt beim Kochen in das Parenchym übergetreten ist, oft leer.

In den Parenchymzellen findet man da und dort sehr kleine eckige Kalkoxalat-Kristalle (Fig. 14 b). Die Thatsache, daß beim Behandeln eines Schnittes mit Schwefelsäure sehr reichliche Gipsnadelbildung erfolgt, erklärt sich wohl dadurch, daß in dem Rhizom neben Calciumoxalat auch andere Kalksalze vorkommen.

Der centrale Teil des Rhizoms wird von dem peripherischen, den man wohl auch als Rinde bezeichnet, durch eine

Kernscheide (Endodermis) getrennt (*ed*, Fig. 3, 5 und 8). Die Zellen derselben sind tangential gestreckt und verkorkt (*ed*, Fig. 8) und führen der Regel nach keine Stärke. Diese Endodermis ist an zahlreichen Stellen unterbrochen (Fig. 3 und 8 *L*), und zwar in Gestalt ovaler Löcher (*L*, Fig. 11), durch welche die Rindenbündel in den Centralcylinder eindringen (Fig. 3 u. 8).

Das Grundgewebe des centralen Teiles gleicht dem der Rinde.

Die Gefäßbündel haben einen gekrümmten Verlauf, besonders an der Endodermis sind sie vielfach hin und her gebogen, sie sind sowohl in der Rinde wie im Centralcylinder kollateral; entschieden kollaterale in der Rinde (Fig. 7), zur Bikollateralität neigend bei den isolierten Bündeln des Centralcylinders (*gfb* in Fig. 8 unten), hier, wie bei den ovalen Bündeln, die sich an die Endodermis anlegen und hier oft miteinander seitlich verschmelzen, scheinbar in den konzentrischen Bau mit centralem Gefäßsteil übergehend (Fig. 8).

Die meist zu 2–7, selten zu 10–15 im Bündel vereinigten Gefäße sind entweder Spiral- oder Netzleisteingefäße und besitzen eine Breite von 30–55 mik (selten bis 75 mik) (Fig. 9, *gf* und Fig. 12a). Die oft in der Mitte des Bündels liegenden, durch anderes Lichtbrechungsvermögen von den später entstehenden unterschiedenen Erstlinge sind stets spirallig verdickt. Die Siebröhren (*sb*, Fig. 7) sind zart, die Siebplatten deutlich. Begleitet werden die Bündel im Siebteil von eigentümlichen kurzen, unverkorkten Zellen (Fig. 14a), die bei Alkoholmaterial einen braunen körnigen Inhalt führten. Derartige (Sekret führende) Zellen sind an der gleichen Stelle auch beim Zedoariarhizom und dem Ingwer zu finden.

Der Gefäßbündelverlauf ist folgender. In der Rindenschicht verlaufen ein oder zwei Gefäßbündelnetze in vertikaler Richtung. Diese Rindenbündel stehen vornehmlich an den Knoten (den Insertionsstellen der Niederblätter) unter sich derartig in anastomosierender Verbindung (Fig. 11, bei *B*), daß ein vollständiges Netzwerk entsteht. Gegen dies Rindenbündelnetz hin verlaufen nun auch die in die Rinde eintretenden Bündel der Niederblätter (*Nbl*), die das Rhizom (und den Centralknollen) manschettenartig umgeben oder die Gipfelknospe der Nebenwurzelstöcke umhüllen. Diese Blattbündel endigen daselbst aber nicht blind, sondern treten mit den Bündeln des Rindennetzes in Verbindung. Andererseits entsendet das Rindenbündelnetz nach dem Centralcylinder hin Zweige (bei *x* Fig. 11). Dieselben treten durch die oben erwähnten Lücken (*L* in Fig. 3, 8, 11) in den Centralcylinder ein, wie dies Fig. 8 (oben) zeigt, beschreiben, nach innen ausbiegend, einen flachen Bogen und kehren alsdann an die Endodermis zurück, der sie sich anlegen. An der Endodermis bilden die Bündel ein vielfach verschlungenes Netz (Fig. 11), doch treten sie nur selten untereinander in anastomosierende Verbindung. Man kann sich dies leicht dadurch sichtbar machen, dass man tangentielle Längsschnitte durch die endodermale Partie in rauchende Salzsäure legt, wodurch die Schnitte völlig transparent werden.

In der endodermalen Partie entspringen natürlich auch die Wurzeln, die, wie erwähnt, den Nebenwurzelstöcken nur in geringer Zahl (Fig. 1, *wu*), den Centralknollen jedoch in großer Zahl ansitzen.

Der Bau der besonders reich mit Haaren besetzten Centralknollen gleicht im großen und ganzen dem der Nebenwurzelstöcke. Auch hier scheidet eine Endodermis einen centralen Teil von einem peripherischen (*ed*, Fig. 5). Ersterer ist verhältnismäßig groß, größer als bei den Nebenwurzelstöcken. Die Gefäßbündel verlaufen im Centralknollen unregelmäßiger als in den Nebenwurzelstöcken, so dass man auf einem Querschnitte zahlreiche Bündel in der Längsansicht sieht (Fig. 5). Die Centralknollen sind reicher an Kalkoxalat, das hier bisweilen in Form von Säulen zu beobachten ist.

Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1), welche den Centralknollen und Nebenwurzelstöcken ansitzen, sind kurz manschettenartig, aber verhältnismäßig dick (Fig. 15). Sie bestehen aus einem lockeren, reich durchlüfteten, von wenigen Sekretzellen (*oex*, Fig. 15) durchsetzten Parenchym, in dem die Nervenbündel ziemlich parallel miteinander, aber mit reichlichen Anastomosen verlaufen. In dem Parenchym und der Epidermis der Unterseite findet man oftmals reichlich Kalkoxalat-Kristalle (*kr* in Fig. 15, 16 und 17), ja selbst die Schließzellen der Spaltöffnungen (*st* in Fig. 15 u. 16) enthalten kleine Kalkoxalatkriställchen (*st*, Fig. 17) von oftmals trotz der Kleinheit überraschend guter Ausbildung (meist Oktaeder). Die Außenseite der Niederblätter trägt — oftmals sehr reichliche — Haarbildungen (Fig. 15, 16, *t*, Fig. 18), die im allgemeinen gleichfalls den Haaren der Rhizomabschnitte gleichen und oftmals kleine Kalkoxalatkriställchen führen (Fig. 18).

Die Wurzeln sind von einer, dicht mit langen Wurzelhaaren (*wh*, Fig. 2) besetzten Epidermis umgeben. Unter derselben liegt ein mehrreihiges, aus derbwandigen, gebräunten Zellen bestehendes Hypoderm (äußere Endodermis), dann folgt das lückige Rindenparenchym, das in seinem inneren Teile von großen, radialgestreckten Luftlücken (*Lii*) durchzogen wird und besonders in den an die Endodermis grenzenden Partien reich an Sekretzellen ist. Die Endodermis besteht aus an der Innenseite stark verdickten Zellen. Der Bündelkranz (*gfb*, Fig. 2) ist polyarch. Man findet nicht selten 20 und mehr (25) radiale Bündel. Die primären Gefäße sind zehnmal kleiner als die sekundären. Die Wurzel bleibt polyarch, die Bündel auch später radial, wie es bei Monokotylenwurzeln die Regel ist. Das Centrum der Wurzel nimmt ein parenchymatisches, Sekretzellen führendes Mark ein. Gefestigt ist die Wurzel durch einen in späteren Stadien sich entwickelnden Libriformpanzer, der die Bündel, besonders die Gefäßsteile, begleitet (wie bei *Sassaparille*). Die zarten Nebenwurzeln sind triarch.

Die knollig verdickten Stellen der Wurzeln (*kno*, Fig. 1) kommen dadurch zu stande, daß das Mark der Wurzeln hypertrophisch anschwillt und die Rinde der Anschwellung folgt. Durch diese Vergrößerung des centralen Markkörpers wird der geschlossene Gefäßbündelring der

unverdickten Wurzel gesprengt und die Gefäßgruppen sowohl wie die Siebteilinseln in kleinere Gruppen aufgelöst (Fig. 4, *gfb*). So findet man denn, dem inneren Rande der unverdickten Endodermis angelehnt, oft 50 und mehr kleine individuenarme, tangentialgestreckte Gefäßteil- und Siebteilinseln. Libriform fehlt ganz. Das Grundgewebe ist ein Stärke führendes Parenchym, in dem verhältnismäßig wenige Sekretzellen liegen. Das Hypoderm der Wurzeln ist oft durch Kork ersetzt. Nebenwurzeln und Wurzelhaare fehlen auch hier nicht. Diese Wurzelknollen sind ebenso stärkereich als die Rhizomstücke.

#### Das Pulver.

Das Pulver des Curcumarhizoms ist nicht zu verkennen. Die aus den Zellen herausgefallenen gelben Kleisterballen, die noch ganz die Form der Zellen besitzen (Fig. 12) und als Stärkekleister sofort durch Jod zu diagnostizieren sind,

geben ihm ein sehr charakteristisches Aussehen. Für gewöhnlich findet man gar keine unveränderten Stärkekörner, doch ist mir neuerdings ein Pulver unter die Hände gekommen, welches wohl erhaltene Stärke der charakteristischen Form (Fig. 14) enthielt. Sekretzellen sind wenige unmittelbar sichtbar, da das Curcumin fast ganz in den Stärkekleister übergetreten ist. Sie werden aber, da ihre Wand verkorkt ist, sichtbar, wenn man konzentrierte Schwefelsäure zusetzt. Die Fragmente des Korkes (Fig. 10), des Parenchyms (Fig. 7, *Par*) und der Gefäßbündel, besonders der Netzleiten- und Leitergefäße (Fig. 12a) (Spiralgefäße sind selten), treten nach Erwärmen des Präparates in Chloral deutlich hervor. Mechanische Elemente fehlen.

Die Farbenreaktionen (siehe die Tabelle bei Crocus) sind sehr charakteristisch. Den dort aufgeführten wäre noch hinzuzufügen, daß das Pulver mit einer konzentrierten Lösung von Borsäure in Salzsäure eingetrocknet beim Befeuchten mit verdünntem Ammoniak (Überschuß vermeiden!) violett wird.

#### Tafel 24.

### Erklärung der Abbildungen.

(*Curcuma longa* L.).

Fig. 1. Rhizom von *Curcuma longa* nach frischem Material (Java). I, Centralknollen — die Vegetationsorgane tragend —, an ihm II, Nebenwurzelnstöcke mit Auszweigungen (III). Ein Nebenwurzelnstock ist in Begriff, eine Knospe auszutreiben (*kn* rechts). I für die folgende Vegetationsperiode neu angelegter zweiter Knollen mit Knospe (*kn*), gleichfalls mit Nebenwurzelnstöcken (II), an denen die Knospen der Auszweigungen sichtbar sind. *Nbl* Niederblattmanschetten. *wu* Wurzeln. *kno* knollenförmig verdickte Wurzelpartie. Etwa 8 weitere Nebenwurzelnstöcke des Centralknollens I, sind nicht gezeichnet. Die meisten derselben sind schräg nach unten gerichtet.

2. Lupenbild eines Wurzelquerschnittes.

3. „ „ eines Rhizoms (Nebenwurzelnstockes) II oder III.

4. „ „ des Querschnittes einer verdickten Wurzel (*kno*, Fig. 1).

5. „ „ des Querschnittes eines Centralknollens.

6—18. Aus einem Nebenwurzelnstock: *oex* in Fig. 6—9 Ölzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

6. Querschnitt durch Epidermis und Kork.

7. „ „ das Gewebe der Rinde.

8. „ „ „ „ an der Endodermis (*ed*) an der Stelle, wo durch eine Lücke (*L*) ein Rindenbündel in den Centralcylinder eindringt.

Fig. 9. Längs- bez. Flächenansichten der Epidermis (*ep*) und eines Gefäßbündels nebst Nachbarschaft. *oex* Ölzelle, *ih* innere Haut.

10. Kork von der Fläche gesehen.

11. Gefäßbündelverlauf.  $\times\times$  bis  $\times\times$  tangentialer Flächenschnitt an der Endodermis, von  $\times\times$  bis an den Rand unten: Radialschnitt des inneren Teiles der Rindenpartie (*R*).

12. Stärkekleisterballen von der Form der Zellen, aus denselben herausgefallen. Im Pulver häufig.

12a. Gefäßfragment aus dem Pulver.

13. Haare der Epidermis von Knollen und Rhizom.

14. Stärkekörner, bei  $\times$  von der Seite gesehen, um zu zeigen, dass sie flach-scheibenförmig sind.

14a. Unverkorkte Sekretzellen aus dem Siebteil.

14b. Kalkoxalatkryställchen.

15. Querschnitt durch ein Niederblatt an der Vegetationsspitze der Nebenwurzelnstöcke.

16. Epidermis der Außenseite und

17. Epidermis der Innenseite dieser Niederblätter, von der Fläche gesehen.

18. Haare der Niederblätter mit Oxalatkryställchen.



