

Rad. angelicae.

Engelwurzel, Racine d'Angelique, Angelica Root.

Das Lupenbild der Wurzel von *Archangelica officinal. Hoffm.* zeigt einen centralen markfreien, durch verschieden lange Holzstränge und breite Markstrahlen deutlich strahlig gebauten Holzkörper, dessen große Gefäße klar hervortreten. Die dunkle, ihn rings umziehende Linie ist das Kambium. In der sehr lückigen Rinde erkennt man die weiten Ölbehälter schon mit bloßem Auge und kann leicht feststellen, daß sie weiter sind als die Gefäßlumina (Fig. 1). Das Lupenbild des Rhizoms zeigt den verzogen-vierseitigen Holzkörper rings um das lückige Mark (Fig. 2). Die Ölbehälter der Rinde lassen oft radial-strahlige Anordnung erkennen.

Das primäre Bündel der Wurzel ist radial-diarch (Fig. 3), wird aber sehr frühzeitig kollateral, so daß eine $\frac{1}{2}$ mm dicke Wurzel schon beiderseits von der medianen Gefäßplatte 10—15 sekundäre Gefäße aufweist. Die Diarchie ist auch noch bei 2 mm dicken Wurzeln deutlich an den beiden gegenüberstehenden, breiten, primären Markstrahlen zu erkennen (*pmk*, Fig. 1). Die im Durchmesser stets kleinen primären Gefäße sind auch in den dicksten Wurzeln noch im Centrum aufzufinden. Bei den jüngsten Wurzeln fehlen Ersatzfasern noch ganz, die bei älteren die Stelle der Tracheiden einnehmen und die Gefäße oft umsäumen. Die Siebbündel sind breit; auf die beiden Gefäßstrahlen laufen die Anlagen der primären Markstrahlen zu (Fig. 3). Die Endodermis besteht aus großen, tangential gestreckten Zellen, die primäre Rinde aus 2—3 Reihen großer Parenchymzellen (Fig. 3). Sie wird frühzeitig abgeworfen. Eine 0,4 mm dicke Wurzel zeigt vor den primären Siebteilen bereits je zwei 25—35 mik weite sekundäre Gefäße, während die 8—10 in einer Reihe liegenden primären Gefäße nur 4 bis 16 mik messen. Die kambiale Zone ist undeutlich, Ersatzfasern sind nur sehr wenige vorhanden. Im Markstrahlengewebe sind zahlreiche Lücken. Anlagen der Ölbehälter sind noch nicht wahrnehmbar. Parenchym, Perikambium und Siebelemente sind reichlich mit Stärke erfüllt. In diesem Stadium bildet die verkorkte Endodermis nebst dem perikambialen Korkzuwachs (Fig. 3) den einzigen Schutz der Wurzel, da die primäre Rinde bereits in Ablösung begriffen ist. In einer 0,5 mm dicken Wurzel sind Ölbehälter noch nicht wahrnehmbar.

Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas.

In einer 0,6 mm dicken Wurzel ist in dem sekundären Siebteile ein Ölbehälter wahrnehmbar. Die Reihen der Korkzellen haben sich auf 3—5 vermehrt. Solche zarte Wurzeln sind in der Droge gar nicht selten aufzufinden. Die Hauptmasse derselben besteht aber aus älteren, etwa 5 mm dicken Wurzeln.

Ein Querschnitt derselben zeigt folgendes Bild. Begrenzt wird der Wurzelkörper nach außen von einer schmalen Korkzone (Außenrinde), die nur bei den dickeren Wurzeln 5 bis 6 Korkzellreihen dick wird, meist nur ein- bis dreireihig ist. Die Mittelrinde ist nur schmal. Sie besteht aus im Querschnitt ziemlich stark tangential gestreckten, stärkeerfüllten, dünnwandigen Parenchymzellen von mäßiger Länge, an die sich nach innen zu rundliches, noch weniger in die Länge gestrecktes, dünnwandiges Parenchym anschließt, welches außerordentlich lückig ist. Meist hängen die Zellen in radialer oder tangentialer Richtung zu einfachen Reihen vereinigt aneinander und zwischen diesen liegen alsdann weite Luft Räume. Dies Zerreißen der Rinde findet fast nur in der eben beschriebenen Schicht statt. Nur bei alten Wurzeln sind auch die äußersten Partien der Innenrinde lückig-zerrissen. Diese weiten Luftlücken entstehen, wenigstens ihrer Mehrzahl nach, nicht durch ein Zerreißen der Zellwände, sondern — schizogen — in der Weise, daß sich die Mittellamelle auf weite Strecken auflöst und so Zellreihen und Zellgruppen voneinander trennt. Die Innenrinde bildet bei weitem die Hauptmasse der Rinde. Sie beginnt bei dem aus etwa 5—10 Reihen dünnwandiger Zellen der charakteristischen Form gebildeten Reihen-Kambium (*c*, Fig. 4) und reicht bis zu den Endigungen der Rindenstrahlen. Letztere laufen nach außen, ohne eine scharfe Grenze zwischen Innen- und Mittelrinde zu bilden, mit blinden, bisweilen sich verbreiternden Enden. Sie sind als die direkten Fortsetzungen der Markstrahlen auch von gleicher Breite wie diese. Meist sind sie etwa 4 Zellen breit, seltener nur einreihig oder bis achtreihig (Fig. 4). Ihre Zellen sind im Querschnitt mehr oder weniger stark radial, in der Längsrichtung aber gar nicht gestreckt, so daß sie auf dem tangentialen Längsschnitt rundlich erscheinen (Fig. 6), auf dem radialen das bekannte

Mauerparenchym darstellen. Die Zellen dieser Rindenstrahlen führen reichlich Stärke. Niemals liegen in den Rindenstrahlen Sekretbehälter. In der kambialen Region sind dort, wo der Markstrahl sich an den Rindenstrahl ansetzt, die Initialzellen der Mark- bez. Rindenstrahlzellen meist auch im Winterzustande deutlich noch zu erkennen. Zwischen den Rindenstrahlen liegt nun die eigentliche Innenrinde (Fig. 4). Sie besteht aus Rindenparenchym (Phloëparenchym), Siebröhren (mit Geleitzellen), Kambiform und gestreiften Spindelfasern. Das Rindenparenchym gleicht dem der inneren Schichten der Mittelrinde: es besteht aus wenig in der Längsrichtung gestreckten, dünnwandigen Zellen. Die Siebröhren, im Querschnittsbilde durch dickere, stark lichtbrechende Cellulosewände prägnant hervortretend (Fig. 5), sind im Längsschnitt ungleich schwieriger aufzufinden. Die Siebplatten sind, besonders in den äußeren Partien der Rinde, sehr undeutlich, da daselbst die bekannte Obliteration der Siebröhren (Angew. Pflanzenanatomie S. 346) eingetreten ist. Begleitet werden die Siebröhren von zahlreichen, verhältnismäßig dünnwandigen, spindelförmigen Fasern, die meist keilförmig an den Enden zugespitzt sind und deren Membran eine zierliche Streifung zeigt (Fig. 8). In steilen Rechtsspiralen läuft das eine, in steilen Linksspiralen das andere Streifensystem, jenes erstere schneidend, um die Wand der Zelle. Die gestreiften Fasern sind oftmals quergekammert. Dies ganze Gewebe ist der Länge nach reich durchlüftet. Die Spindelfasern führen Inhalt, sind also als eigentümliche Zwischenbildungen zwischen Bastfasern (bez. Librifasern, denn sie finden sich in gleicher Ausbildung auch im Holzkörper) und Ersatzfasern. Ihre Funktion ist daher auch eine doppelte, vorwiegend jedoch scheinen sie das mechanische Element der Wurzeln darzustellen.

Stärke ist in größter Menge in den Rindenstrahlen, den äußersten Partien der Innenrinde und ganz besonders in der Mittelrinde vorhanden. Die zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien sind, wenn auch nicht stärkefrei, so doch sehr stärkearm: nur die gekammerten Fasern und das Parenchym (Phloëparenchym) enthalten Stärke in sehr kleinen Mengen. Die Stärke (Fig. 9) bildet stets kleine rundliche, aber nicht genau runde Körner von 1—5 mik Größe. Eiweißreaktion tritt besonders deutlich in dem Kambium und den Siebröhren hervor, die beide stärkefrei sind.

Der Holzkörper besteht aus radial-strahlig angeordneten Gefäßgruppen, die von Holzparenchym und von gestreiften Fasern begleitet und umgeben werden (Fig. 4). Die letzteren gleichen denen der Rinde. Voneinander getrennt werden die „Holzstrahlen“ durch primäre und sekundäre Markstrahlen, die im Bau den Rindenstrahlen vollständig gleichen (Fig. 6 *mk*, s. oben), wie diese reichlich mit Stärke erfüllt sind und sich, das Kambium überspringend, direkt in dieselben fortsetzen. Bei jüngeren Wurzeln ist eine radial-reihenförmige Anordnung der Elemente sowohl des Siebteils als des Gefäßteils zu beobachten, so daß man auf weite Strecken hin die Glieder einer Kambial-Initialzelle verfolgen kann.

Die Wurzel wird in Cöleda bei Beginn des Herbstes gegraben, sie ist also bereits mit Reservestoffen angefüllt.

Selbst ganz zarte und junge, nur 0,3—0,5 mm dicke Wurzeln zeigen schon einen deutlich kollateralen Bau des Wurzelbündels.

Auf Phloroglucin und Salzsäure reagieren nur die Gefäßwandungen rot — nur diese sind also verholzt, die gestreiften Fasern nicht.

Die Gefäße sind selbst in den dünnen Wurzelfasern sämtlich leiter-netzförmig getüpfelt (Fig. 6), spiralige oder Ringverdickungen fehlen. Die Gefäße liegen häufig in zwei- bis vielgliederigen Gruppen radial hintereinander. Die trennenden Querwände der Zellen, aus denen das Gefäß hervorging, sind oftmals nicht gänzlich resorbiert, so daß häufig noch eine breite Ringleiste, ja sogar bisweilen noch die ganze Querwand stehen geblieben ist. Die letztere zeigt alsdann im Querschnittsbilde ebenfalls deutliche, netzförmige Verdickungsleisten.

Ein Markkörper fehlt den Wurzeln gänzlich, nur das kurze, dicke, geringelte Rhizom zeigt ein kleines, von runden Parenchymzellen gebildetes Mark (Fig. 2). Dasselbe ist jedoch meist geschwunden, so daß sich an seiner Stelle Hohlräume finden.

In der Innenrinde, und zwar in den zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien, wie auch in der Mittelrinde finden sich große und weite Ölbehälter (Fig. 4). Dieselben sind im Querschnitt rundlich oder oval (alsdann etwas in tangentialer Richtung gestreckt) und in der Längsrichtung sehr — oft viele Centimeter — gestreckt (Fig. 7). Dabei verlaufen sie zwar im allgemeinen achsial senkrecht, doch sind Schlingungen nicht eben selten. Sie sind schizogenen Ursprungs und demnach von einem dünnwandigen Secernierungsepithel umgeben (*sec*, Fig. 5). Die Zahl der secernierenden Zellen ist meist durch 2 teilbar, 4, 6 oder 8 sind häufige Zahlen. Der Inhalt des Interzellularkanals ist Öl, der der Secernierungszellen eine körnige Substanz. Ausgekleidet sind diese Kanäle wie alle schizogenen (mit Ausnahme derer der Myrtaceen), mit einem in Schwefelsäure und Schultzescher Flüssigkeit unlöslichen Häutchen „innere Haut“ (Fig. 5, *ih*). Zwischen diesem und der Cellulosewand der secernierenden Zellen ist der Ort der Harzbildung zu suchen, in dieser resinogenen Schicht findet sich eine von Fäden durchzogene Schleimmasse, in welcher Harz reichlich auftritt, eine Harz-Schleimemulsion. Löst man das Harz heraus, so bleibt die in Chloral stark quellende Schleimmasse zurück. Das Häutchen, welches die Schleimmembranpartie (die resinogene Schicht) gegen den Kanal und das sich dort vorfindende Harz abschließt, ist keine Cuticula, denn sie löst sich in Chromsäure. Wahrscheinlich ist es ein für Öl permeables Grenzhäutchen, entstanden durch den Kontakt der Harzmasse mit der Schleimmembran. Die weitesten Kanäle (140—180 mik, seltener bis 200 mik längsten Durchmessers) liegen in den äußeren Partien der Rinde, sie sind stets tangential-oval; die engsten (40—70 mik) liegen in dem innersten Teile der Innenrinde, sie sind im Querschnitt rund (Fig. 4). Die Ölbehälter sind, mit einziger Ausnahme der innersten, engsten, bei weitem weiter als die Gefäße, die nur 27—56 mik weit sind (Unterschied von *Levisticum*). Nicht

selten sind die Ölgänge in radialen oder radial-bogigen Reihen angeordnet (Fig. 1), so daß die Rinde der Wurzel eine geflamte Zeichnung erhält, noch mehr ist dies im Rhizom der Fall. Bei diesem lassen sich schon ohne Lupe leicht die Bogenreihen der Ölgänge erkennen (Fig. 2).

Das die Ölbehälter unmittelbar umgebende Rindengewebe pflegt dickere Wände zu besitzen als das übrige (Fig. 5 u. 7), ohne daß man jedoch von „mechanischen Scheiden“ der Sekretbehälter reden könnte.

Das Pulver.

Im Pulver erkennt man leicht die zahlreichen charakteristischen Stärkekörner (Fig. 9). Bringt man das Pulver in Chloralhydratlösung (5:2), so findet man sowohl zahlreiche Gefäßfragmente, wie das dünnwandige Parenchym und Korkzellen. Auch die gestreiften Fasern (Fig. 8) treten alsdann deutlich hervor und sind nicht zu übersehen.

Rad. levistici.

Liebstockwurzel, Racine de Livèche, Lovage Root.

Das primäre Wurzelbündel von *Levisticum officinale* Koch ist radial-diarch, wird aber schon sehr frühzeitig kollateral. Ebenso wird auch die primäre Rinde durch concentrische Korkbildung im Perikambium abgeworfen, so daß bereits bei einer 1 mm dicken Wurzel der perikambiale Binnenkork zu äusserst liegt und von der primären Rinde nur noch Fetzen übrig geblieben sind, bei dickeren häufig nicht einmal diese.

Eine ca. 5 mm dicke Wurzel, wie sie in der Droge sich reichlich finden, zeigt daher einen deutlichen, ringsumlaufenden Verdickungsring (Kambium) von nahezu kreisförmigem Umriß. In der außen stark zerrissenen sekundären Rinde waltet das Phloëparenchym vor. Daneben finden sich, besonders in der inneren Partie, Siebelemente. Dünnwandige, ein- bis zweireihige Rindenstrahlen durchziehen ziemlich gerade die Rinde in radialer Richtung. Den zwischen diesen liegenden Rindenpartien (Siebteil) sind zahlreiche, sehr lange, in den inneren Partien 40—50, in den äusseren 70 (bis 160 mik) weite schizogene Ölbehälter eingebettet, die in ihrem Längsverlauf ungleich weit sind und von einem zartwandigen Secernierungsepithel ausgekleidet werden. Sie enthalten äthe-

risches Öl, zeigen die resinogene Schicht und die innere Haut deutlich.

Die Weite der auf weite Strecken hin in regelmässigen Radialreihen angeordneten Elemente der sekundären Rinde und der Ölbehälter nimmt von innen nach aussen kontinuierlich zu.

Der centrale Holzkörper wird durch die beiden primären Markstrahlen in zwei Teile halbiert. Die letzteren laufen direkt auf die primäre Gefäßplatte zu, deren Elemente sich von dem sekundären Holze durch geringere Weite unterscheiden. Das sekundäre Holz bildet die Hauptmasse des centralen Holzkörpers; er besteht aus zahlreichen (bei einer 5 mm dicken Wurzel ca. 30) Holzstrahlen, die durch sekundäre Markstrahlen voneinander getrennt sind. Die Gefässe sind durchweg netzleistenförmig verdickt, im Querschnitt rundlich-eckig 25—70 mik weit, also etwa von der Weite der in den inneren Rindenpartien liegenden Ölbehälter.

Stärke findet sich bei der im Herbst gegrabenen Wurzel in der ganzen sekundären Rinde, im Holzparenchym und den Markstrahlen des Centralcylinders. Eine im Frühjahr gegrabene Wurzel war gänzlich stärkeleer.

Tafel 1.

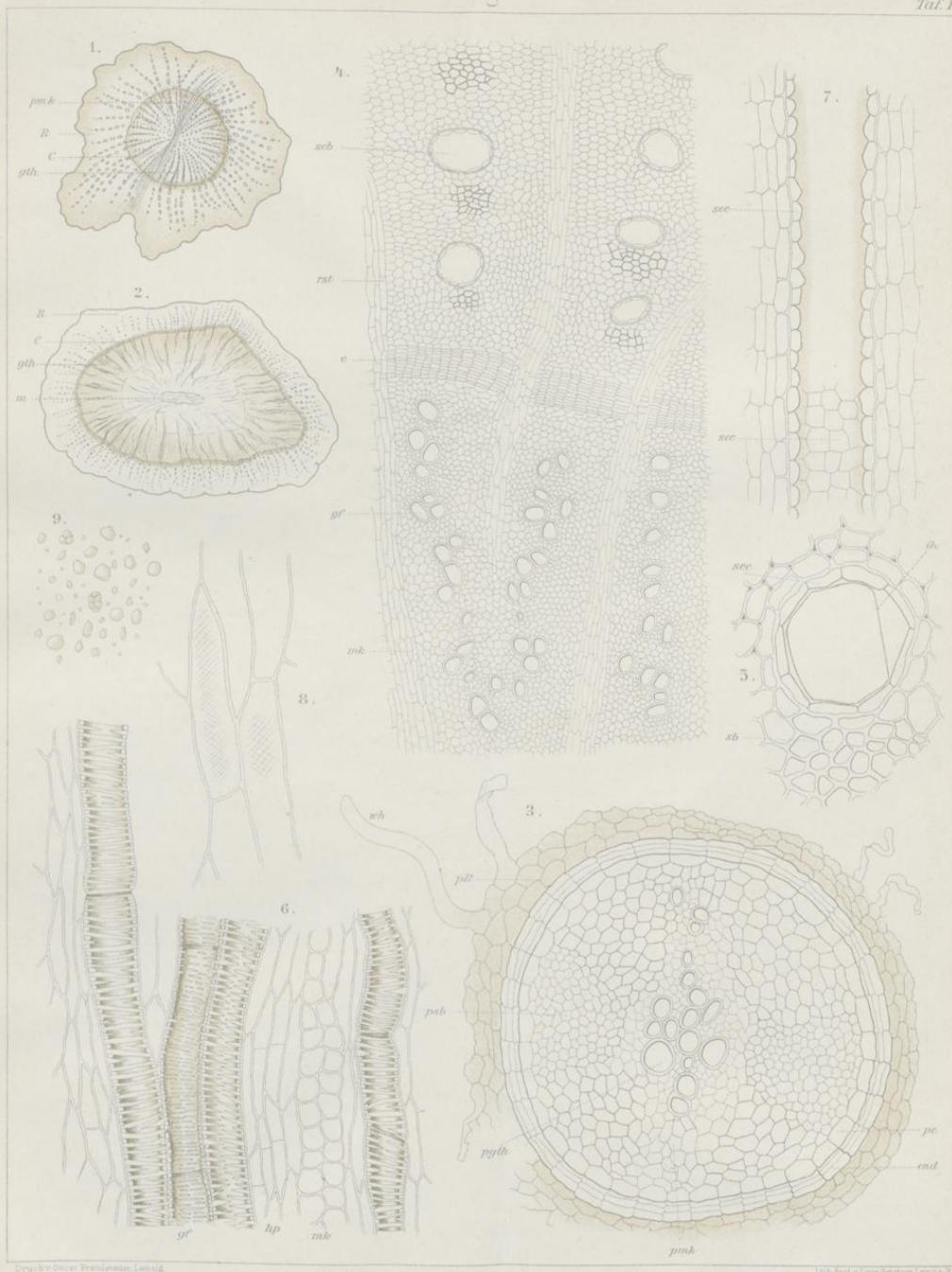
Erklärung der Abbildungen.

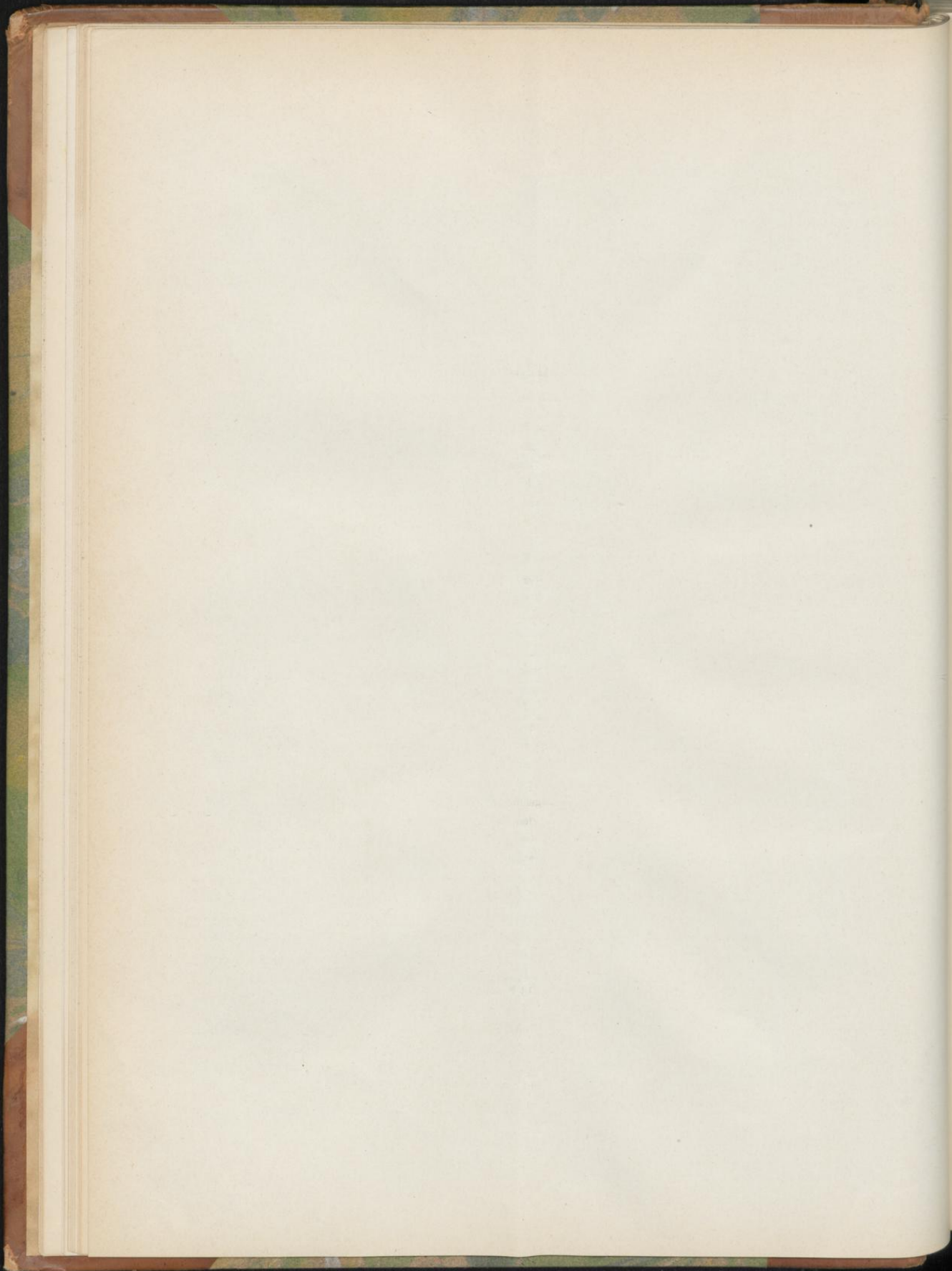
(Rad. angelicae.)

1. Lupenbild einer dickeren Wurzel.
2. Lupenbild des Rhizoms.
3. Primärer Bau der Wurzel.
4. Querschnitt durch die Wurzel am Kambium.
5. Sekretbehälter, Querschnitt.
6. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzteil.
7. Sekretbehälter, Längsschnitt.
8. Ersatzfasern, Längsansicht.
9. Stärke.

Rad. Angelicae.

Taf. 1.





sitz
keg
Ve
zur
un
zur
(Fi
Sch
Das
des
Rö

träg
reit
aus
ger
len
seic
Blü
bod
sell
mo
grö
klei
sen
stor
von
die
Chl
bod
nac
Sch
ist
Prä
zwa
Par