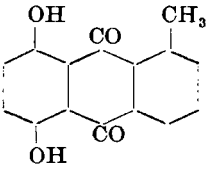
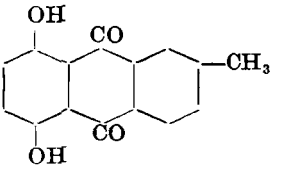
synthetisch dargestellt worden und nach Untersuchungen von Jowett und Potter[1]) mit Chrysophansäure nicht identisch ist:



Chrysophansäure nach Hesse



2 Methyl-5.8-dioxyanthrachinon nach Niementowski

Nach unseren Erfahrungen dürften die Hydroxylgruppen sich wohl kaum in einem Kerne befinden, auch dürfte, wenn man die leichte Methylierbarkeit berücksichtigt, wenigstens eine Hydroxylgruppe β-ständig sein. Arbeiten, die vielleicht einigen Aufschluß über die Konstitution der Chrysophansäure geben, sind im Gange.

Mitteilung aus dem pharmazeutischen Institut der Universität Strassburg i. E.

Ein Beitrag zur Anatomie von Cnicus benedictus L.

Von L. Rosenthaler und P. Stadler.

(Eingegangen den 16. VII. 1908.)

Inhalt:

Einleitung. I. Keimpflanze. II. Blatt. III. Stengel. IV. Drüsen und Haare. V. Wurzel. VI. Blüte. VII. Frucht. VIII. Sekretgänge. IX. Textentwurf für das Arzneibuch.

Die offizinellen Kräuter sind bisher ein wenig die Stiefkinder der Pharmakognosten gewesen. Unsere großen pharmakognostischen Werke berücksichtigen ihren anatomischen Bau, von wenigen Ausnahmen abgesehen, fast gar nicht, und auch in Dissertationen sind nur ganz vereinzelte von ihnen monographisch behandelt. Das Deutsche Arzneibuch vollends gibt über kein Kraut anatomische Angaben, wenn man von *Herba Hyoscyami* absieht, unter welchem Titel ja nur die Blätter beschrieben sind. Wenn auch die offizinellen Kräuter nicht zu den allerwichtigsten Drogen gehören, so werden

[1]) Transact. of the chemic. Soc. 1903, 1328.

doch manche von ihnen noch viel gebraucht, einige auch als Pulver in der Veterinärmedizin. Eine eingehende anatomische Beschreibung der Kräuter erscheint uns deshalb als durchaus nicht überflüssig, und wir haben uns im folgenden bemüht, eine solche von *Herba Cardui benedicti* zu geben[1]). Der Vollständigkeit halber sind auch die nichtoffizinellen Gebilde, wie Frucht, Keimpflanze und Wurzel, beschrieben worden, dagegen machen wir über das Pulver keine Angaben, da es bereits von Koch in seinem Werke „Analyse der Drogenpulver" ausführlich behandelt wurde.

I. Die Keimpflanze.

1. Die Wurzel. Die normal gestaltete, mit Wurzelhaaren versehene Epidermis umschließt das in radialen Reihen angeordnete Rindenparenchym, dessen außen gelegene Zellen rundlich, die inneren viereckig sind. In der inneren Region liegen die winzigen Harzgänge (vgl. Kap. VIII). Die Zellen der Endodermis, die das diarche Gefäßbündel umfaßt, sind nur an Streifen der Radialwände verkorkt und alternieren mit denen des Pericambiums. Die innersten Gefäße der beiden Strahlen grenzen unmittelbar aneinander; Parenchym findet sich nicht zwischen ihnen. Die Wurzel der Keimpflanze ist frei von Stärke.

2. Das Hypokotyl. Das schwach grün gefärbte Hypokotyl ist an den Ansatzstellen der Wurzel und der Kotyledonen ein wenig verdickt. In seinem unteren Teile ist das Gefäßbündel noch radial wie in der Wurzel, im oberen Teile findet eine Zerlegung des Gefäßbündels statt, dessen Teilbündel dann wieder anastomosieren.

Die Epidermis des Hypokotyls ist mit Spaltöffnungen versehen. Die Endodermis wird von einer Stärkescheide umgeben. Im oberen Teile liegt zu beiden Seiten der mittleren Gefäßbündel je eine große Interzellulare, welche die Stiele der Keimblätter bis vor die Lamina durchzieht. Das Hypokotyl ist unbehaart; ebenso die Kotyledonen.

3. Die Kotyledonen. Vom hypokotylen Glied gehen in jeden Kotyledo fünf kollaterale Gefäßbündel. Sie besitzen, solange sie im Stiel verlaufen, sämtlich eine Stärkescheide, die in der Lamina auch noch regelmäßig dem Mittelnerv zukommt, bei

[1]) Morphologische Angaben und manche hier nicht wiedergegebene anatomische Einzelheiten finden sich in der Dissertation von P. Stadler: Die Morphologie und Anatomie von *Cnicus benedictus* L. Straßburg i. E. 1908.

den Seitennerven aber öfters fehlt. Die kahlen Epidermen der Ober- und Unterseite besitzen Spaltöffnungen, die meist von fünf Epidermzellen umgeben sind. Das Mesophyll (Palissaden- und Schwammparenchym) führt einige Kryställchen von Calciumoxalat.

Sekretbehälter bilden sich in der ganzen Keimpflanze schon frühe.

II. Das Blatt.

Während die Blätter je nach ihrer Stellung am Stengel morphologisch verschieden sind (vgl. *Fig. 11—14, Tafel I*), zeigen sie alle denselben anatomischen Bau (vgl. *Fig. 15—18, Tafel II*). Die Epidermis, deren Zellen auf dem Querschnitt schwach tangential gestreckt erscheinen, führt auf Ober- und Unterseite zahlreiche Spaltöffnungen, Drüsen und Haare. Von der Fläche gesehen, erscheinen die Epidermzellen beider Seiten stark wellig-buchtig. Nach Adolf Meyer[1]) sollen die oberen Epidermzellen flachwellig, die unteren tiefwellig sein; wir konnten einen ausgesprochenen Unterschied nicht finden. Zwei bis drei Reihen Palissadenzellen der Oberseite füllen den Raum zwischen beiden Epidermen großenteils aus. Für Schwammparenchym bleibt somit nur wenig Platz, der noch weiter eingeschränkt wird, wenn, was vorkommt, auch die Unterseite palissadenartige Zellen (1—3 Reihen) aufweist. Am Blattrande sieht man die Palissaden sich radienartig von der Oberseite zur Unterseite fortsetzen; außerdem kommen hier dicht unter der Epidermis, besonders im Blattstielflügel, einige Kollenchymzellen vor. Krystalle fehlen.

Die Spaltöffnungen zeigen elliptische Formen und sind über den Nerven mehr längsgestreckt, auch etwas größer als über der Blattfläche. Sie ragen nur wenig über die Blattfläche hervor. Nebenzellen fehlen ihnen. Ihre Gestalt ist dieselbe auf Ober- und Unterseite. Lemaire[2]) gibt an, daß Spaltöffnungen über den Nerven fehlen. Dies ist unzutreffend. Sie finden sich allerdings nur selten auf den Nerven der Blattoberseite, dagegen häufig auf denen der Unterseite.

Die Anatomie der Nerven und des nur bei den basalen Blättern gut ausgebildeten Blattstiels ist im wesentlichen dieselbe, und kann deshalb gemeinsam besprochen werden (vgl. *Fig. 1 u. 2, Tafel I*).

---

[1]) Adolf Meyer, Anatomische Charakteristik der offizinellen Blätter und Kräuter. Halle 1882, S. 33.

[2]) Adrien Lemaire, De la détermination histologique des feuilles médicinales. Paris 1882, S. 144.

Der Mittelnerv zeigt auf dem Querschnitt etwa die Form eines rechtwinkeligen Dreiecks, dessen Basis der Oberseite entspricht. Die Epidermiszellen der Nerven unterscheiden sich von den über dem Mesophyll gelegenen durch ihre langgestreckte Form und ihre geraden Wände; ihre Kutikula ist häufig längsgestreift. Außerdem enthalten sie meist einen roten Farbstoff, wodurch der Mittelnerv rot angelaufen erscheint. Viele Epidermiszellen sind zu Drüsen und Haaren ausgewachsen (s. Kap. IV). In den subepidermalen Zellreihen findet sich Kollenchym, besonders an den Kanten. Das Parenchym der Nerven besteht aus rundlichen Zellen, die zwei- bis viermal so lang als breit sind, und nur in der äußeren Region Chlorophyll führen. Zwischen ihnen finden sich häufig kleine Interzellularen. Doch kommen auch größere vor. Sie finden sich wenigstens bei den basalen Blättern, ähnlich wie bei den Kotyledonen, in dem zu beiden Seiten des mittelsten Gefäßbündels liegenden Grundgewebe.

Das farblose Grundgewebe wird von drei Gefäßbündeln durchzogen, von denen das mittlere beschrieben werden mag. Seine Querschnittsform ist rundlich bis elliptisch, sein Aufbau der kollaterale. Holz- und Siebteil werden von zwei starken, halbmondförmigen Gruppen dickwandiger Sklerenchymfasern umfaßt, die ihrerseits wieder von einer Stärkescheide umgeben sind. Die Fasern sind sehr lang und durchschnittlich 12—15 μ breit. In jüngeren Blättern sind sie noch unverholzt und weniger verdickt als später, und führen Inhalt. Zwischen dem Holzteil und der diesem benachbarten Fasergruppe findet sich noch etwas langgestrecktes Parenchym. Der nierenförmige oder elliptische Siebteil hat zahlreiche, von Siebparenchym begleitete Siebröhren, die 8—12 μ breit, 75—150 μ lang sind und (im Weingeistmaterial) gelblichen Inhalt führen.

Die Gefäße des Holzteils liegen in radialen Reihen. Sie besitzen einen Durchmesser von 15—40 μ (durchschnittlich 35 μ), und ring-, schrauben- oder netzförmige Verdickungen; in älteren Blättern finden sich auch Gefäße mit Hoftüpfeln. Die Lücken zwischen den Gefäßen werden durch Parenchym ausgefüllt, dessen dünne, unverholzte Wände einfache Tüpfel besitzen. Im oberen Teile des Blattes werden diese Zellen seltener. Die Struktur der Seitennerven erster und höherer Ordnung ist im wesentlichen dieselbe. Doch werden allmählich die Halbmonde, die das Gefäßbündel umfassen, kleiner, ihre Zellen mehr kollenchymatisch. Zuletzt fehlen sie ganz, bis die kleinsten Nerven blind mit einer Tracheide endigen.

Auch in den Blättern finden sich Sekretgänge, die, meist in

der Einzahl, in unmittelbarer Nähe der Stärkescheide vor dem Siebteil liegen.

Von Blattnerven sind auch die Stacheln gebildet, in welche die Zähne der Blattlamina auslaufen. Ihre Epidermiszellen besitzen, wie die der Nerven überhaupt, langgestreckte Form mit geraden Wänden; die Membranen sind aber stark verdickt und bisweilen mit buckeligen Emporhebungen versehen. Rundliche Spaltöffnungen (vielleicht Wasserspalten) kommen auch hier vor. Innerhalb der Epidermiszellen liegen noch Fasern und einige Tracheiden in der Weise, daß die ersteren die letzteren mantelförmig umschließen. Die mit einfachen Tüpfeln versehenen Fasern sind 15—25 μ breit und 450 bis über 600 μ lang.

III. Der Stengel.

An einem ausgewachsenen Stengel finden wir folgendes: Das Mark wird von dem für die Dikotyledonen charakteristischen Bündelring umgeben (*Fig. 4, Tafel I*). Die einzelnen Bündel sind innen und außen mit starken Faserbelägen versehen. Der Gefäßbündelzylinder wird von der schmalen Rinde umfaßt.

Die Epidermiszellen sind in der Richtung der Achse gestreckt. Sie gleichen denen über den Blattnerven. Ihre Kutikula zeigt parallele Streifung. Spaltöffnungen, Drüsen und Haare sind auf der Epidermis häufig. Unter der Epidermis liegen an den Ecken des Stengels starke Kollenchymplatten, die durch ein bis zwei Reihen kollenchymatischer Zellen unter sich verbunden sein können. Das sonstige äußere Parenchymgewebe hat rundliche, chlorophyllhaltige Zellen und reichlich Interzellularen. In der Mitte der Rinde liegen einige Reihen zusammengedrückter, tangential gestreckter Zellen, denen sich nach innen ein normales, dünnwandiges, inhaltsreiches, chlorophyllfreies Parenchym anschließt. Vor den Fasergruppen liegt eine einreihige Scheide großer Zellen mit verdickten und verholzten Innen- und Seitenwänden. An den Markstrahlen fehlt sie in dieser typischen Form. Die Wände der dort liegenden Zellen zeigen Zellulosereaktionen. Stärke fehlt den Zellen der Scheide, wie dem ganzen Stengel. Ein bis zwei Zellreihen vor dieser Scheide liegen Sekretbehälter, in der Regel je einer vor jedem größeren Bündel, ausnahmsweise sind es zwei bis vier. Vor kleineren Bündeln fehlen sie. Sie besitzen 5—8 Epithelzellen. *Fig. 36* zeigt einen jugendlichen Sekretgang, *Fig. 37* einen älteren.

Außerdem kommen in der Rinde manchmal isolierte Fasergruppen vor, die aus drei und mehr Fasern bestehen (*Fig. 35, Tafel V*)

und stets eine Scheide besitzen, und überdies stammeigene Gefäßbündel. Diese verhältnismäßig seltenen, auf dem Querschnitt kreisrunden, kleinen Bündel (*Fig. 34, Tafel IV*) besitzen konzentrischen Bau. Zu innerst liegen einige von Holzparenchym begleitete Gefäße, die wieder von einem geschlossenen Fasermantel umgeben sind. Um diese liegt ein ringförmiger Siebteil, um den noch ein bisweilen unterbrochener dünner Ring aus tangential gedehnten Fasern herumzieht.

Die Zahl der ungefähr ovalen Gefäßbündel ist je nach der Stengelregion verschieden; wir zählten bis zu 60.

Die Siebteile der Bündel sind ziemlich groß; sie sind auf dem Querschnitt halbmondförmig und bestehen aus Siebröhren nebst Geleitzellen und inhaltsreichem Parenchym.

Für die größeren Bündel (*Fig. 3, Tafel I*), wie sie z. B. unter den Ecken des Stengels liegen, gilt folgendes:

Die Siebröhren sind durchschnittlich 100—150 μ lang, und bis zu 11 μ breit. Die Siebplatten sind horizontal oder nur schwach schräg gestellt; die Seitenwände ermangeln der Siebtüpfel. Der Inhalt der Siebröhren wird mit Jod dunkelbraun.

Der ganze Siebteil wird von einem großen Bastfasermantel umgeben, der sich vor allen Bündeln findet, und nur vor den Markstrahlen fehlt. Vor den Bündeln der Stengelecken ist er besonders stark ausgebildet, oft bis zu 20 Zellen tief. Die Fasern selbst sind typisch, spitz, mit spaltenförmigen Tüpfeln. Viele von ihnen sind gefächert. Die Fasern sind sehr lang (300—2000 μ und mehr); ihre Breite beträgt 8—15 μ, durchschnittlich 12 μ.

Das Kambium ist schwach ausgebildet, eine bis wenige Zellreihen breit.

Die Holzteile der Gefäßbündel besitzen Gefäße (*Fig. 32, Tafel IV*) mit Hoftüpfeln, wie sie bei der Wurzel (s. d.) vorkommen, ferner ringförmig verdickte Gefäße und Tracheiden mit Ring- und Netzverdickungen. Durchmesser der ersteren 15—70, der letzteren 15—25 μ. Die Durchbrechungen der Gefäße sind einfach. Die Gefäße liegen nach außen zu, entweder einzeln oder unregelmäßig in kleineren Gruppen, umgeben von zahlreichen dickwandigen, gefächerten Holzfasern (*Fig. 3, Tafel I*), während sie sich nach innen zu in radiale Reihen ordnen, zwischen denen Holzparenchym in der Breite von 1—2 Zellen liegt. Zu innerst befinden sich einige verholzte Zellen von geringem Durchmesser, die meist mit Sekret erfüllt, und von radial angeordneten Parenchymzellen allseitig umgeben sind (*Fig. 33, Tafel IV*). Um beide Flanken der Gefäßstrahlen ziehen Holzfasern bis zu einer großen Fasergruppe, die das

Gefäßbündel gegen das Mark zu begrenzt. Dieses markständige Faserbündel erreicht oft einen großen Umfang, und legt sich halbmondförmig um den inneren Teil des Holzes herum. Seine Elemente ähneln in Wandbeschaffenheit und Gestalt den Holzfasern, unterscheiden sich jedoch dadurch von ihnen, daß sie keinen Inhalt führen und viel intensivere Verholzungsreaktionen geben. Die eigentlichen Holzfasern haben Inhalt und besitzen einfache Tüpfel.

Neben den großen Gefäßbündeln kommen noch viele kleinere (*Fig. 31, Tafel IV*) mit einfacherem Bau vor. Ihr Siebteil stimmt mit denen der größeren überein, er besitzt ebenfalls Fasergruppe und Scheide, wenn auch in viel geringerem Umfang. Der Holzteil enthält viel weniger, meist einzeln liegende Gefäße, die von sehr vielen Fasern umgeben sind. Mit einigen Zellreihen der letzteren schließen diese kleinen ovalen Bündel, die ganz frei von Parenchym sind, nach dem Mark zu ab.

Die Markstrahlen sind 2—12 Zellen breit und ungemein hoch. Ihre Zellen sind ziemlich dickwandig, und mit großen, einfachen Tüpfeln versehen. Sie gehören zu den liegenden; stehende finden sich nur in der Wurzel. Unmittelbar am Kambium besteht der Markstrahl aus kleinen, dünnwandigen Zellen mit unverholzten Wänden, der innere Teil der Markstrahlzellen verholzt jedoch vollständig, so daß sie zusammen mit den Elementen der Gefäßstrahlen einen geschlossenen, mechanischen Ring bilden (*Fig. 4, Tafel I*).

Das Mark besteht aus rundlichen Parenchymzellen, in deren reichlichem Inhalt Calciumphosphat vorkommt. Schnitte durch Weingeistmaterial zeigen es als Sphärite, die mit Schwefelsäure Gipskrystalle und mit molybdänsaurem Ammonium einen gelben Niederschlag geben. Die Zellwände sind verholzt und mit zahlreichen, einfachen, runden Tüpfeln versehen. Der innere Teil des Marks ist in älteren Stengelteilen stets zerstört.

IV. Drüsen und Haare.

Drüsen finden sich, wie bereits erwähnt, sehr zahlreich an den oberirdischen Teilen der Pflanze vor. Die ersten Laubblätter der Keimpflanze bilden bereits Drüsen aus, Stengel und Blätter sind damit bedeckt, auch in der jungen Blüte sind sie sehr häufig, z. B. an Korolle, Antheren und Pappusborsten. Viele Autoren, wie Marmé, Ad. Meyer, Gilg u. a. erwähnen nicht, daß sie am Stengel vorkommen; es ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß sie an älteren Stengeln leicht kollabieren und dann bei der großen Anzahl von Haaren übersehen werden können. Auch die Angabe

M a r m é's[1]), daß Drüsen nur an jüngeren, in der Nähe der Blüte stehenden Blättern vorhanden seien, ist unrichtig. Man findet sie auch an älteren Blättern, auch an basalen.

Die Entwickelung der Drüsen verläuft folgendermaßen: Eine Epidermiszelle wölbt sich empor und teilt sich dann durch eine Längswand (vgl. *Fig. 19, Tafel IV*), während nach T s c h i r c h[2]) u. a. andere Kompositendrüsen zuerst eine Querwand anlegen. Diese Längswände werden fast durchgängig so angelegt, daß sie beim Sproß in die Horizontalebene fallen. Analog ist ihre Stellung am Blatte; sie stehen deshalb senkrecht zu der durch den Verlauf des Mittelnerven gegebenen Richtung. Nach der ersten Längswand entsteht eine Querwand, die in der Höhe der Epidermisoberfläche gebildet wird. Dann treten in dem so entstandenen oberen Zellpaar meist drei bis vier weitere Querwände in jeder Hälfte auf.

Fig. 20 II, Tafel II zeigt eine solche junge Drüse, die mit dem Sezernieren noch nicht begonnen hat, vom Blattlängsschnitt. Das oberste Zellpaar ist am größten, auch am reichsten an Plasma. Hier ist auch die Längswand zu sehen, nicht aber in der Drüse der *Fig. 21 IIa, Tafel II*, die an einem Blattquerschnitt mitgetroffen wurde. Die Längswand ist eben, wie aus den oben geschilderten Lagerungsverhältnissen hervorgeht, nur auf Blattlängsschnitten wahrzunehmen.

Die bald beginnende Sezernierung geht von einer resinogenen Schicht aus, welche sich als feiner Belag auf der Außenseite der Membran des obersten Zellpaares zwischen dieser und der Kutikula findet. Die Sezernierung setzt gewöhnlich in der Mitte der Endzellen ein, man sieht daher häufig den Zustand, den *Fig. 22 II b, Tafel II*, wiedergibt.

Von jeder der beiden Endzellen hebt sich die Kutikula erst etwas in der Mitte ab, während sie über der Region der Längswand noch mit der Membran verbunden bleibt. Durch den Innendruck wird aber die Kutikula bald gänzlich vom obersten Zellpaar abgehoben (*Fig. 23 III, Tafel III*). Gleichzeitig mit der Steigerung der Sezernierung wachsen die unteren Zelletagen und vermehren sich durch Querwände. Dadurch wird die ganze Drüse größer, obgleich die oberen 4—5 Etagen, die sogenannten sezernierenden Zellen, sich nicht mehr verändern. In diesem Stadium beträgt die Zahl der Etagen, die des Stieles inbegriffen, bis zu zwölf. Die anliegenden Epidermiszellen werden etwas mit in die Höhe ge-

---

[1]) Lehrbuch der Pharmakognosie 1886, S. 235.

[2]) Die Harze und die Harzbehälter, 2. Aufl., Bd. II, S. 1160.

hoben. Die Drüsen der Blütenregion, deren Etagenzahl 14—16 betragen kann, besitzen eine mehr haarartige Form (*Fig. 65, Tafel VIII*), und sind länger. *Fig. 24 IV, Tafel III*, zeigt eine Drüse in voller Tätigkeit. Auf der deutlich sichtbaren, sezernierenden Schicht lagern Tropfen verschiedener Größe; der übrige Hohlraum ist von stark lichtbrechender, mehr oder weniger zäher Flüssigkeit ganz erfüllt, beides zusammen ein Zeichen dafür, daß zwei verschiedene, nicht mischbare Körper sezerniert werden. Bei starker Sezernierung löst sich die Kutikula in vielen Fällen auch von den Membranen der darunter liegenden Zelletagen ab; deren resinogener Belag sezerniert dann gleichfalls. Diese sezernierenden Zellen werden aber bald zusammengedrückt und sind dann schlecht zu sehen (*Fig. 25 V*). Die Abhebung der Kutikula erstreckt sich nie über die sezernierenden Zellen hinaus, die Sekretblase sitzt so direkt den großen Stielzellen auf. Wird das Sekret beim Altern der Drüse entleert, so faltet sich die zersprengte Kutikula auf den zerdrückten sezernierenden Zellen zusammen (*Fig. 26 VI*). Auf Stengelquerschnitten sieht man das sehr häufig. Platzt die Kutikula nicht, dann ist der Hohlraum zuletzt mit Luft und braunen Sekretrückständen erfüllt. In den Stielzellen kommen zuweilen winzige Krystalle vor; ihre chemische Beschaffenheit konnte wegen ihrer Kleinheit nicht aufgeklärt werden.

Eine ausgewachsene Drüse ist ohne Stielzellen 45—70 μ lang, 35—45 μ breit; die Sekretkugel besitzt einen Durchmesser von 50—60 μ. Die Drüsen der Blütenregion sind bei gleicher Breite bis zu 120 μ lang (*Fig. 65, Tafel VIII*).

Das Sekret stellt eine klare, farblose, je nach dem Alter mehr oder minder dickliche Flüssigkeit dar, in der sich einzelne rötliche, stärker lichtbrechende Tropfen befinden. Zur mikrochemischen Untersuchung dienten Drüsen von Blättern und Stengeln junger Pflanzen.

Mit Kalilauge wird der Inhalt des Drüsenkopfes intensiv gelb; die Kutikula wird schließlich gesprengt, worauf die anfangs homogen aussehende Flüssigkeit wolkig entleert wird, und kleine Tropfen oder Körnchen abgeschieden werden. Waren die Sezernierungszellen bereits zusammengedrückt, so kann durch Kalilauge die alte Form wiederhergestellt werden. Sprengt man durch Druck auf das Deckglas die Kutikula einer in Alkohol liegenden Drüse, so löst sich das Sekret, während ein wabiger oder körniger Belag zurückbleibt. Osmiumsäure schwärzt die Hauptmasse des Sekrets rasch, die Tropfen nur langsam. Sudan und Alkanna färben gleichfalls. Millon's Reagens färbt die resinogene Schicht vorübergehend

braunrot, das Sekret bleibt gelb. Zerdrückt man die Drüsen unter Wasser, so verändert sich der Inhalt beim Heraustreten; es bilden sich körnige Massen, die manchmal eigenartige Strukturen aufweisen; auch fließen gelbe Tropfen zusammen. Mit Vanillin-Salzsäure färbt sich der Inhalt der sezernierenden Zellen rosa bis violett, das Sekret wird grünlichgelb. Mit Eisenchlorid färbt sich das Sekret gelb bis orange, einzelne zirkumskripte Partien der resinogenen Schicht nehmen schöne weinrote Farbe an.

Durch Formaldehyd-Schwefelsäure wird das Sekret erst grün, dann rot; alte Drüsen und resinogene Schicht werden sofort rot. Franchimont-Unverdorben's Reagens färbt das Sekret nach 8—14 Tagen grünblau. Gegen Lackmus reagiert es neutral. Zerdrückt man die Drüsen unter Chlorzinkjod, so treten im Inhalt vorübergehend blaue und violette Zonen auf.

Aus den geschilderten Reaktionen darf man schließen, daß das Sekret aus mindestens zwei verschiedenen Substanzen besteht, und zwar aus Schleim und Oel resp. Harz.

Ausdrücklich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß die mikrochemischen Reaktionen, je nach dem Alter der Drüsen, verschieden ausfallen können.

Die Zellwände der sezernierenden Zellen färben sich mit Chlorzinkjod im Gegensatz zu anderen Kompositendrüsen[1]) rein gelb, die der Stielzellen blau.

Haare finden sich bei Cnicus benedictus in mehreren Formen vor. Blätter und Stengel sind dicht behaart; es finden sich an ihnen:

a) Gliederhaare. Sie bestehen aus einer Reihe von Zellen (10—30), deren untere abgeplattet sind und vielfach stark gewölbte Außenwände besitzen; die oberen sind längsgestreckt, die Höhe dieser Zellen beträgt in der Nähe der Ansatzstelle durchschnittlich 110, die Breite ca. 160 μ. Nach der Spitze zu werden sie allmählich länger und schmäler. Die Endzellen sind meist zerknittert.

Die Gliederhaare entstehen aus einer Epidermiszelle, welche sich so stark emporwölbt, daß sie die ihr benachbarten (ca. 8—10) Zellen der Epidermis mit emporhebt (*Fig. 29, Tafel III*). Dadurch bildet sich eine Interzellulare zwischen diesen Zellen und den subepidermalen. Die Gliederhaare sitzen über den Nerven, seltener über dem Mesophyll; im letzteren Falle sind die um das Haar liegenden Epidermzellen gerade gestreckt, während sie sonst wellig

[1]) Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, 2. Aufl., Bd. II, S. 1161.

sind. In beiden Fällen liegen die Nebenzellen des Haares strahlig um dieses. Die jugendlichen Haarzellen führen reichlichen Inhalt; später Luft.

b) Köpfchenhaare (*Fig. 28, Tafel III*). Sie sind den Gliederhaaren, mit denen sie zusammen vorkommen, ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen in mehreren Punkten: Sie sind kleiner als jene; die Zellreihen bestehen aus 6—12, meistens aus 8—10 Zellen. Ihr Inhalt ist reicher, und vor allem ist die Endzelle köpfchenartig angeschwollen. Die Zellen sind ein wenig länger als breit (Länge ca. 14 μ, Breite ca. 11—12 μ): Sie kommen auch an ausgewachsenen Stengeln und Blättern vor. Ihre Endzelle ist oft zerdrückt.

c) Wollhaare (*Fig. 27*). Sie finden sich vorwiegend an den Deckblättern des Blütenköpfchens, aber auch häufig auf Stengeln und Blättern, besonders deren Basen, hier wie auf den Deckblättern spinnwebartige Bildungen hervorrufend. Die Wollhaare bestehen aus einem einreihigen Haarstiel, der den gewöhnlichen Gliederhaaren völlig, auch hinsichtlich der Entwickelung, gleicht, und einer sehr langen Endzelle. Der Stiel, den wir nur ein einziges Mal verzweigt fanden, besteht aus 6—50, durchschnittlich 30 Zellen, mit plasmatischem Inhalt. Ihre Breite beträgt unten 55—80 μ, ihre Länge ca. 100 μ und mehr. Die obersten Zellen sind oft völlig zerknittert.

Auf diesem Haarsockel sitzt die Endzelle mit einer blasigen Austreibung. Die Endzellen sind verbogen, gewunden und mit benachbarten verschlungen. Sie stellen lange (bis 2 cm), schmale (Breite 6—10 μ), spitz zulaufende Haare dar, deren Wände dünn und glatt sind.

Die für die Blütenregion charakteristischen Haare sollen mit dieser besprochen werden.

V. Die Wurzel.

Ueber den primären Bau der Wurzel wurden bereits bei der Schilderung der Keimpflanze einige Angaben gemacht. Vor Beginn des sekundären Dickenwachstums bietet der Querschnitt folgendes Bild: In der Mitte ein diarches Bündel, dessen Gefäßteil aus einer Reihe von 3—7 Spiralgefäßen gebildet wird. Die beiden Siebstränge sind noch sehr klein. Um sie und die Gefäße herum liegen wenige Reihen von Parenchymzellen. Die Endodermis, welche den Gefäßbündelzylinder umgibt, besteht aus ungefähr 15—25 kleinen viereckigen Zellen, deren Seitenwände mit kutikularen Verdickungsstreifen versehen sind. Ueber die Sekretgänge, die

außen von der Endodermis in deren unmittelbarer Nähe liegen, vgl. Kap. VIII. Vier bis fünf Reihen Parenchymzellen mit kleinen Interzellularen bilden das Rindenparenchym. Von der Epidermis gehen zahlreiche Wurzelhaare aus.

Mit eintretendem Dickenwachstum werden die ersten großen sekundären Gefäße rechts und links von den kleinsten, wie normal nach außen liegenden primären Gefäßen angelegt; außerhalb des primären Phloems bildet sich ein starkes sekundäres, so daß auch noch in späteren Stadien die ursprüngliche Diarchie (*Fig. 5, Tafel I*) noch an der starken Ausbildung der zwei einander gegenüberliegenden Siebteile ebensowohl erkannt werden kann, wie an den zwei Hauptmarkstrahlen. In älteren Wurzeln werden diese Verhältnisse, wie gewöhnlich, undeutlicher. Außer den primären Markstrahlen werden auch sekundäre gebildet, neben Tüpfelgefäßen entstehen prosenchymatische Elemente, die bald verholzen. Die Bastzone verwandelt sich infolge der Tätigkeit des Kambiums in einen gleichmäßigen, noch immer von der Endodermis eingeschlossenen Ring. Auf einige Reihen Parenchym, dessen innerster Teil die Sekretbehälter (*Fig. 38, Tafel V*) umschließt, folgt zu äußerst eine verkorkte Randschicht.

Der Holzteil der völlig entwickelten Hauptwurzel ist stark ausgebildet, seine Elemente (Gefäße und Fasern) zeigen radiale Anordnung (*Fig. 6, Tafel I*). Die Gefäße sind 120—250 μ, durchschnittlich ca. 160 μ lang, 20—30 μ breit und besitzen runde oder elliptische Hoftüpfel. Sie schließen mit einfachen Durchbrechungen derart aneinander, daß von den gelösten Querwänden Doppelringe übrig bleiben, die horizontal oder etwas schräg orientiert sind. Die Holzfasern erreichen eine Länge von 200—400 μ, eine Breite von 10—14 μ; sie besitzen 2—3 μ dicke Wände, zugespitzte Enden und strich- oder kreisförmige, einfache Tüpfel. Manchmal sind sie gefächert. Auf dem Querschnitt erscheinen sie rundlich oder polygonal, nach dem Kambium zu können sie zonenweise eine tangentiale Streckung erfahren. Ihre Querschnittsform nähert sich dann dem Viereck.

Die Zellen der Markstrahlen geben, mit Ausnahme der in unmittelbarer Nähe des Kambiums gelegenen, Holzreaktionen. Radiale Längsschnitte lassen erkennen, daß neben den liegenden auch stehende Zellen vorkommen, und daß sie mit zahlreichen Tüpfeln versehen sind, die kreisrund oder unregelmäßig, teils einfach sind, teils Uebergänge zu Hoftüpfeln bilden.

Die Hauptmarkstrahlen sind 5—6 Zellen breit, ihre Höhe kann mehr als 50 Zellen überschreiten. Die Nebenmarkstrahlen

werden meist nur 1—4 Zellen breit, aber oft eben so hoch, als die Hauptmarkstrahlen (*Fig. 40, Tafel V*).

Die sekundäre Rinde enthält Siebröhren, deren Länge ca. 200 μ, deren Breite ca. 12—15 μ beträgt (*Fig. 39*). Sie sind also ein wenig größer als die des Stengels, und werden außer von Parenchym von Bastfasern begleitet, die entweder einzeln oder in Gruppen beieinander liegen. Sie gleichen fast völlig den bereits beschriebenen Holzfasern, doch sind sie breiter und etwas kleiner.

Die Markstrahlen, die in der Rinde sich verbreitern, bestehen aus dünnwandigem Parenchym.

Mehrere Reihen tangential gestreckter, dickwandiger Parenchymzellen, mit schwach kollenchymatischem Charakter, liegen innerhalb der gut erhaltenen, jetzt völlig verkorkten Endodermis. Die auf diese nach außen folgenden 6—8 Reihen regelmäßig gebauter, großer, viereckiger oder quadratischer Zellen, die Reste der primären Rinde, zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Zellulosewände, besonders die der äußeren Reihen, teilweise verkorkt sind. Zu äußerst hängen noch Fetzen verkorkter Zellen, sei es der Epidermis oder des darunter liegenden Gewebes. Ein Korkmeristem ist nicht vorhanden und demgemäß auch kein typischer Kork.

VI. Die Blüte.

a) Hüllkelchblätter. Ober- und Unterseite sind verschieden ausgebildet, wie ein Querschnitt durch den unteren Teil eines Hüllkelchblattes erkennen läßt (*Fig. 43, Tafel VI*). Der Epidermis der Ober- (Innen-) Seite fehlen Spaltöffnungen. Auf die Epidermis folgen ein bis zwei Reihen stark verdickter Fasern, an die Schwammparenchym anschließt. Die Mitte nimmt ein mit zahlreichen Interzellularen durchsetztes Parenchym ein, in welchem auch die kleinen kollateralen Gefäßbündel, meist fünf an Zahl, liegen. Sie gleichen den Bündeln der Blattnerven und besitzen ebenfalls Sekretgänge (*Fig. 43*).

Der Mittelnerv ist größer als die Seitennerven. Nach außen folgt wieder Parenchym, es ist verholzt, wird dickwandiger und geht allmählich in den Faserbeleg der Blattunterseite über, der, drei bis vier Zellreihen breit, aus lückenlos aneinanderschließenden Fasern besteht. Palissadenzellen fehlen. Die Fasern sind nicht immer ganz spitz, sondern mehr abgeschrägt; ihre Länge ist bedeutend, ihre Dicke 10—15 μ. Sie besitzen zahlreiche runde Tüpfel, während die Fasern der Blattoberseite daran arm sind. Die Epidermis der Unterseite trägt Spaltöffnungen (*Fig. 45, Tafel VI*);

ihre Schließzellen besitzen innen verdickte Membranen, die mit den dünnen Seitenwänden ein Gelenk bilden. Ein weiterer Unterschied der beiden Epidermen zeigt sich darin, daß die der Unterseite aus kurzen, polygonalen, manchmal gewellten Tafelzellen besteht, während die der Oberseite gerade und, spitz zulaufend, sehr lang gestreckt sind.

Nach dem trockenhäutigen Blattrande zu schwindet das chlorophyllhaltige Gewebe, die Zahl der Fasern nimmt ab, schließlich verschwinden sie ganz, so daß der Rand zuletzt nur noch aus den beiden Epidermen besteht. Stärke fehlt den Hüllkelchblättern vollständig, dagegen ist Inulin in großen Mengen, besonders um die Gefäßbündel herum, vorhanden. In der äußersten direkt unter der Epidermis gelegenen Faserschicht der Blattunterseite finden sich Oktaeder von Calciumoxalat.

Die fiederförmig verzweigten Stacheln, in welche die Hüllkelchblätter endigen, kann man sich durch Reduktion des Hochblattendes entstanden denken. Sie zeigen nämlich im wesentlichen dasselbe Querschnittsbild, wie die Hüllkelchblätter. Es fehlt nur das parenchymatische Gewebe, während die mechanischen Elemente, nämlich die Sklerenchymfasern und vor allem die verholzten Zellen mit runden bis strichförmigen Tüpfeln stark zugenommen haben. Den Stacheln auf allen Seiten angedrückt liegen einzellige, stark verdickte Borsten mit verholzten Membranen. Daneben finden sich noch vielzellige Gliederhaare und Wollhaare vor (vgl. Kap. IV). Die Gefäßbündel der Hüllkelchblätter setzen sich in den Stachel fort und entsenden dort Abzweigungen in die Fiedern. An der Grenze zwischen Stachel und Blatt liegt ein dichter Kranz der oben beschriebenen derben Borsten. Inulin kommt auch in den Stacheln vor.

b) Der Blütenboden. Der kreisrunde Blütenboden sitzt terminal der unmittelbar unter dem Blütenboden ausgehöhlten Hauptachse auf. Sein dichtes Parenchym wird von zahlreichen Gefäßbündeln und Harzgängen durchzogen. Gegen die Achsenhöhlung schließt sich der Blütenboden mit einem eigenartigen, gelb gefärbten und teilweise sklerotisierten, mit einfachen Tüpfeln versehenen Schwammparenchym (*Fig. 47, Tafel VI*) ab, das gleichzeitig der Festigung und der Durchlüftung dient. Daneben kommen kurze Fasern vor.

Im oberen Teile des Blütenbodens findet sich normales, kleinzelliges Parenchym, auf dem dann die Spreuborsten und Blüten aufsitzen. Die Gefäßbündel ziehen am Achsenrand empor, und gehen teils in die hier entspringenden Hüllblätter, teils in die Blüten.

Der gesamte Blütenboden enthält reichlich Inulin in besonders großem Maßstabe aber die Höhlung darunter. Hier liegen (Alkoholmaterial) oft so große Klumpen von Inulin, daß sie mit unbewaffnetem Auge zu erkennen sind, und leicht herausgekratzt werden können.

c) Die Blütenbodenhaare, auch als Spreublätter oder Spreuborsten bezeichnet, bilden weiße, hohle, bis 2 cm lange, häufig terdierte Zellkörper, die aus zahlreichen, langen, dünnwandigen, spitz endigenden Zellen zusammengesetzt sind. Nach der Spitze zu, die aus mehreren, meist drei (*Fig. 46, Tafel VI*), spitz endigenden Zellen gebildet wird, nimmt ihr Umfang gleichmäßig ab. Gefäßbündel fehlen. Ein Querschnitt durch die Haare zeigt einen von der Kutikula umgebenen Ring aus 20—25 kleinen, meist gleichförmigen Zellen (*Fig. 49*), die in der Jugend feinkörnigen Inhalt führen. Ihre mit einfachen kleinen Tüpfeln versehene Wand (*Fig. 48*) besteht aus Zellulose. Die Zellen schließen meist schräg mit ihren Querwänden aneinander. Am Grunde hängen die Haare oft mit mehreren anderen zusammen.

Koch[1]) gibt an, daß die basalen und mittleren Partien der Blütenbodenhaare mehr weich, die Spitzen schon borstig seien. Wir fanden sie stets bis zur Spitze gleichmäßig biegsam und weich, wofür auch die anatomische Beschaffenheit spricht, da die Spitze weder verdickt noch verholzt ist. Ebenso gibt Koch an, bei den Blütenbodenhaaren kämen Sekundärhaarbildungen vor. Wir haben davon nichts gesehen; bei Pappushaaren sind sie jedoch häufig. Es liegt bei Koch wohl eine Verwechselung mit letzteren vor.

d) Die Blumenkrone. Der untere, röhrige Teil der Blumenkrone zeigt auf dem Querschnitt fünf große Luftlücken. In jungen Blüten sind sie noch nicht vorhanden, werden aber später so groß, daß sie in extremen Fällen nach innen und außen nur noch von den Epidermen begrenzt werden. Auf den Brücken zwischen den einzelnen Lücken liegen, in der Verwachsungslinie der Petala verlaufend, je zwei Gefäßbündel voreinander. Das äußere und größere geht jedesmal direkt unter die Stelle der Korolle, wo sie sich in Zipfel teilt. Jeder Strang gabelt sich hier und entsendet in die zugehörigen zwei Zipfel einen Ast, der nahe dem Rande verläuft und sich unter der Spitze mit dem anderen desselben Zipfels vereinigt, mit ihm zusammen noch einen kleinen Fortsatz unmittelbar unter der Spitze bildend.

Der innere und kleinere Strang läuft in die Filamente; auf einem oberhalb der Ansatzstelle der Filamente durch die Röhre

[1]) Analyse der Drogenpulver, Bd. III, S. 31.

geführten Querschnitt sind also nur noch fünf Bündel (*Fig. 52, Tafel VII*) zu sehen, auf einem durch die freien Zipfel jedoch wieder zehn, die an den Rändern liegen. Die Bündel sind bis in die Zipfel von Sekretgängen begleitet.

Die Epidermen der Außen- und Innenseite sind in gleicher Weise ausgebildet. Sie bestehen (*Fig. 54, Tafel VII*) aus mäßig langen, schmalen Zellen, deren Querwände meist rechtwinkelig, seltener spitz, aneinander stoßen. Die Membran der Längswände, besonders die der Innenseite, ist oft gewellt. An ihren Querwänden können sie verdickte Ecken resp. Ringe zeigen (*Fig. 54 u. 55*). An der Spitze der Zipfel und an ihrem Seitenrande finden sich Papillen, auf der Außenseite des unteren Teiles der Korollenröhre auch wenige Spaltöffnungen.

Die Brücken bestehen aus normalem Parenchym, die Luftlücken sind öfters mit Resten zerdrückter Zellen ausgekleidet.

Die Farbe der Blüte wird durch winzige gelbe Chromatophoren hervorgerufen, die der Epidermis und dem Parenchym eingelagert sind. Reichlich ist Inulin vorhanden, das hier, wie überall wo es vorkommt, aus Weingeistmaterial in großen Sphärokrystallen auskrystallisiert; sie treten hier oft in kreisrunden Klumpen auf, die sich durch viele Zellen hindurch erstrecken, ohne daß, wie es scheint, ihr Gefüge durch die Zellmembran gestört und unterbrochen wird.

e) Die Staubgefäße (*Fig. 60—62, Tafel VIII*). Die Staubfäden bilden weiße, zylindrische Gewebskörper, die nach dem Konnektiv zu ein wenig abgeflacht sind.

Auf dem Querschnitt durch das Filament fallen außen die gleichmäßigen Epidermiszellen mit ihren ziemlich dicken Membranen auf; anschließend findet sich dickwandiges plasmareiches Parenchym mit vielen Interzellularen, und in der Mitte liegen einige kleinere Spiralgefäße.

An allen Seiten des Filaments, am dichtesten nach der Mitte zu, sitzen Haare, die als reizleitende Organe betrachtet werden, da ihre Berührung die bekannten, für die Cynareen-Staubfäden charakteristischen Bewegungen hervorruft.

Diese Haare (*Fig. 57 u. 58, Tafel VII*) werden aus zwei nebeneinander liegenden Zellen gebildet. Sie entstehen so, daß zwei benachbarte Epidermiszellen längs ihrer kurzen, horizontalen, gemeinsamen Wand sich emporwölben. Die Scheidewand wächst mit; diese die beiden Zellen des Haares trennende Wand ist wegen ihrer horizontalen Lage nur auf Längsschnitten gut wahrzunehmen.

Das Haar besitzt eine normale Kutikula und eine dicke Außenwand, die manchmal Ausbuckelungen zeigen kann. Die Zwischen-

wand ist stets dünn und trägt Tüpfel. Eine gelenkartige Einschnürung der Außenwand am Fuße des Haares, wie sie bei anderen Cynareen vorkommt, ist nicht vorhanden. Die Außenwand selbst ist dünner als die der Epidermiszellen. Die unmittelbar unter der Kutikula liegende Schicht der Zellmembran ist quellbar und gibt keine Zellulosereaktion. Mit Jod färbt sich diese distinkte Schicht schwach gelb, mit Rutheniumrot intensiv rot; von Chromsäure und konzentrierter Schwefelsäure wird sie leicht gelöst. Konzentrierte Salzsäure vermag sie um das Vier- bis Fünffache ihrer ursprünglichen Breite aufzuquellen.

Behandelt man Mikrotomquerschnitte des Haares mit Chlorzinkjod, so sieht man zu äußerst die dünne Kutikula als braunen Ring; in der Mitte liegt die farblose bis schwach gelbe, quellbare Partie und zu innerst die blau gefärbte Zellulosemembran. Letztere zeigt bei Verwendung nicht frischen Materials feine Querfältelungen, ebenso auch die Membran der mit den Füllhaaren in Verbindung stehenden Zellen, der Bewegungszellen. Letztere sind parenchymatischer Natur; ihre dicken Wände tragen zahlreiche einfache Streifentüpfel. Zwischen ihnen sind häufig Interzellularen (*Fig. 57 b*).

Außer diesen Haaren kommen bei *Cnicus benedictus*, wie bei anderen Cynareen kleinere, die sogenannten Fühlpapillen (*Fig. 57b u. 59*) vor. Sie sind zwar beträchtlich kleiner wie die ersteren, gleichen ihnen aber so, daß die Annahme berechtigt erscheint, sie seien nur Jugendzustände der größeren Reizhaare. Jedenfalls sind zahlreiche Uebergänge zwischen beiden zu beobachten.

Dort, wo die Anthere ins Konnektiv übergeht, liegt eine zirkumskripte Partie von Zellen (*Fig. 56*), die isodiametrisch oder länglich sind. Sie entstanden durch Verholzung von Epidermalzellen und bilden einen Belag auf der der Korolle zugekehrten Antherenseite, von den anliegenden Epidermiszellen durch ihre dicke verholzte gelbliche Membran und ihre Form leicht unterscheidbar. Schon äußerlich ist diese Stelle an einer Verjüngung und Verflachung der Filamente zu erkennen. Die unter der verholzten Epidermis liegenden Parenchymzellen sind wieder normal dünnwandig. Die stark verholzte Partie der Epidermis darf wohl als eine Art Gelenk betrachtet werden; sie dürfte außerdem dazu dienen, die darüber gelegenen Partien gegen allzugroße Beanspruchung durch den bei der Reizbewegung ausgeübten Zug zu schützen.

Die Antheren sind pfeilförmige Gebilde. Zwischen den thecae, die sich am Grunde in ziemlich lange Schwänze fortsetzen, liegt

das spitz zulaufende Konnektiv. Jede Anthere trägt zwei Schwänze, die unter sich frei sind. Sie bestehen aus lockerem, trockenhäutigem Gewebe, das keinen Pollen mehr birgt. Es wird aus dünnwandigem Parenchym mit einigen verholzten Elementen gebildet. Im untersten Teile sind nur noch die beiden Epidermen vorhanden. Die Hörnchen, in welche die Antheren nach oben auslaufen, schließen dicht aneinander und verlängern die Antherenröhre infolgedessen bedeutend. Nach Hoffmann[1]) sind die Hörnchen der Cynareen-Antheren nicht verwachsen. Jedenfalls sind die Hörnchen von *Cnicus benedictus* durch eine sehr dicke Kutikularschicht miteinander verbunden (s. a. weiter unten). Ebenso läßt sich das den Staubfaden durchziehende Gefäßbündel noch im unteren Teile des Horns nachweisen, im Gegensatz zu einer Angabe desselben Autors, wonach es allgemein bei den Staubgefäßen der Kompositen im Konnektiv endigen soll.

Unter der äußeren unverholzten Epidermis des Horns (*Fig. 62, Tafel VIII*) liegen zwei bis vier Reihen kleiner, lückenlos aneinander schließender Fasern, weiter nach innen etwas Parenchym, in dessen Mitte das kleine Gefäßbündelchen eingebettet ist. Die Innenepidermis ist glatt und unbehaart. Die Außenwand ihrer Zellen ist stark verholzt; die Innen- und Seitenwände sind dünn und unverholzt. An der Längsfurche, die an der Innenseite des Horns bis kurz unter dessen Spitze verläuft, ist die Epidermis unverholzt. Die Außenseite des Horns trägt einige wenige zweizellige Haare derselben Art, wie sie beim Pappus vorkommen und dort beschrieben werden. Die Hornspitze wird fast ganz aus Fasern gebildet, die wie auch die weiter unten liegenden, einfache runde kleine Tüpfel besitzen (*Fig. 62*).

Die Antheren selbst zeigen auf dem Querschnitt (*Fig. 61, Tafel VIII*) folgendes Bild: Unter der Epidermis setzt im Konnektiv eine zwei- bis dreireihige Schicht dickwandiger Fasern an, die halbmondförmig nur den Rücken des Konnektivs umfaßt; nach innen zu liegt in der Mitte des Parenchymgewebes das Gefäßbündelchen, das hier noch 3—6 Tracheiden besitzt. Die thecae sind zweifächerig, springen ihrer ganzen Länge nach auf und besitzen eine zweischichtige Wand. Die äußere Schicht besitzt normalen Epidermalcharakter, die innere dagegen, die fibröse Schicht, trägt leistenartige Verdickungen. Letztere sitzen mit verbreiterten Enden an den Zellwänden, und bieten deshalb auf dem Querschnitt das Bild von

[1]) Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, IV. Teil, V. Abt., S. 105.

T-Trägern dar. Die fibröse Schicht setzt direkt an die Fasergruppe des Konnektivs an.

Die Stellen, an denen die thecae sich abtrennen, besitzen dünne Membranen, die an aufgesprungenen Antheren einen Belag von zerrissenen Zellwänden bilden. Was die Verwachsung der Antheren untereinander anbelangt, so fanden wir die Angaben Tschirch's[1]) bestätigt, wonach sie sich nur auf die Kutikula erstreckt. Nur bei den Hörnern traten uns Zweifel darüber auf, ob es lediglich Kutikula sei, welche die Verwachsung bedingt. Denn einerseits ist das „Ligament" sehr breit, andererseits stimmt auch seine Farbe nicht mit der anschließenden Kutikula überein. Die Kutikularpartie des Ligaments ist nämlich gelb, eine Färbung, die der Kutikula nur noch in den Kutikularbelägen der anliegenden Epidermiszellen, besonders an deren Innenseite zukommt. Gegen Reagentien erwies sich indes das Ligament in seiner ganzen Masse als Kutikularsubstanz.

f) Der Pollen. Er gleicht ganz dem anderer Kompositen, und stellt gelbe runde oder schwach eiförmige Körner von ca. 35—45 μ Durchmesser dar. Die Exine ist nur mit schwachen, wenig hervortretenden Wärzchen versehen, die unregelmäßig angeordnet sind. Austrittsstellen des Pollenschlauches sind drei vorhanden, kreisrunde Löcher, durch welche die Intine als kleine, farblose Blase ein wenig über die Oberfläche heraustritt (*Fig. 64, Tafel VIII*). Die Austrittsstellen liegen in einer äquatorialen Ebene. Die Intine ist in jungen Pollenkörnern relativ dick; erst in den völlig reifen Körnern tritt sie an den Austrittsstellen hervor. Der Inhalt reifer Pollenkörner besteht aus trübem gelblichem Plasma, in welchem Differenzierungen nicht gut zu erkennen sind, und das in die Ausstülpungen der Intine mit eintritt. Jüngerer Pollen zeigt deutlich die bekannten zwei membranlosen Zellen.

Mit konzentrierter Schwefelsäure färbt sich die Membran vorübergehend intensiv rot.

g) Das Gynöceum. Die Verhältnisse sind im großen Ganzen dieselben wie bei anderen Kompositen. Eine spezielle Untersuchung des Gynöceums von *Cnicus benedictus* liegt indes noch nicht vor; nur C. Gerdts[2]) hat bei seiner Beschreibung der Fruchtwandentwickelung die Jugendstadien kurz berührt.

Die Außenepidermis der zwei verwachsenen Karpelle besteht aus gleichmäßig gebauten Zellen, von denen einzelne, besonders in

---

[1]) Flora, Bd. 93 (1904), Heft 1, S. 51.

[2]) Bau und Entwickelung der Kompositenfrucht. Diss. Bern 1905.

der oberen Partie der Fruchtknotenwand, zu kleinen zweizelligen Haaren ausgestülpt sind. Kahl ist somit der Fruchtknoten nicht, im Gegensatz zu einer Angabe von Gerdts[1]). Oeldrüsen fehlen. Die Karpellwand selbst besteht in der Hauptsache aus parenchymatischem Gewebe, das nach der Außenepidermis zu aus dicht aneinanderliegenden Zellen besteht. Sie bilden eine Zone, welche an den Fugen ca. 6, an den Rippen ca. 16 Zellen breit ist. Nach innen zu wird das Parenchym großmaschiger; es wird zu einem Schwammparenchym, in welchem sich große Interzellularen befinden. Fast alle diese mehr langen als breiten Zellen sind von monosymmetrischen Calciumoxalat-Krystallen erfüllt. Die innere Epidermis ist aus kleinen, auf dem Querschnitt quadratischen Zellen gebildet, denen die Kutikula aufliegt (*Fig. 73, Tafel X*). In den Rippen liegen die kleinen Gefäßbündel ziemlich am äußeren Rande. An zwei Stellen der Innenseite der Karpellwand verlaufen. einander gegenüberliegend, die Stränge der tela conductrix, des Gewebes, in welchem die Pollenschläuche verlaufen; es zieht sich bis zur Mikropyle hinunter (*Fig. 69 u. 70, Tafel IX*).

Das ovulum nimmt fast die ganze Fruchtknotenhöhle ein. Sein Integument ist sehr stark entwickelt, so daß für den nucellus nur wenig Platz übrig bleibt. Die äußere Epidermis des Integuments ist an die Fruchtwand angedrückt; von einer Verwachsung ist jedoch nichts zu bemerken. Sie besteht aus zahlreichen, im Querschnitt rechteckigen Zellen; nur nach der Mikropyle hin haben sie schon jetzt eine radiale Streckung erfahren. Das Gefäßbündel, das durch den kurzen Funikulus am Grund der Samenanlage eintritt, läuft durch die nicht besonders ausgebildete Raphe hindurch bis zur Chalaza und von da weiter bis zur Mikropyle hin auf der entgegengesetzten Seite, stets dicht unter der Epidermis des Integuments und kreuzweise mit den Streifen der tela conductrix (*Fig. 70*).

Das zwischen den Epidermen liegende Gewebe des Integuments besteht aus inhaltreichen, parenchymatischen, isodiametrischen Zellen, die nach innen zu sich strecken und in ein in Auflösung begriffenes Gewebe übergehen. Nach innen zu wird dann das Integument von einer besonderen Innenepidermis, Endothel genannt, begrenzt, die aus großen, regelmäßigen, inhaltsreichen parenchymatischen Zellen besteht. Sie umfassen noch die Mikropyle und bilden in ihrer Gesamtheit einen großen, flaschenförmigen Sack, in welchem der vor der Befruchtung noch von einem wenigzelligen nucellus umgebene Embryosack liegt (*Fig. 73, Tafel X*). Diese

[1]) l. c., S. 66.

innere Epidermis, deren Zellen eine kleine radiale Streckung erfahren haben, ist mit einer Kutikula versehen. An der Mikropyle zeigt der Querschnitt des Endothels durchschnittlich 10, am verbreiterten Teile des Sackes ca. 40—60 Zellen.

An der der Mikropyle gegenüberliegenden Stelle dieses Sackes sind seine Zellen dünnwandig; auch war dort kein Kutikularbelag nachzuweisen. Auf diese Stelle streben eine größere Anzahl inhaltsreicher Zellen zu, die als „Haustorium" bezeichnet seien. Im Innern des Endothelsackes sollte auch später noch der nucellus liegen, er geht jedoch schon vor der Befruchtung hier, wie bei anderen Kompositen, zugrunde.

Im Embryosack findet sich die Eizelle mit den zwei Synergiden, direkt unter der Mikropyle, sodann der große sekundäre Embryosackkern, und am unteren Ende die Antipoden.

Auf dem kreisrunden Querschnitt durch den Griffel sehen wir zu äußerst die ziemlich derbe Epidermis als vierseitige Zellen (*Fig. 67, Tafel IX*), und unter ihr ein normales Parenchym mit kleinen Interzellularen. Die Mitte nimmt die tela conductrix ein, eine ovale Platte dickwandiger Zellen, die auf zwei Seiten von kleinen Gefäßbündeln flankiert wird. Letzteren liegt nach außen zu je ein Sekretgang an. Die dicken Zellulosemembranen der tela conductrix lassen im Innern der Zellen nur kleine Lumina frei, und so sieht, da auch die Mittellamellen nicht zu erkennen sind, die tela conductrix wie eine siebartig durchlöcherte Platte aus.

Die beiden Gefäßbündel, die stets getrennt verlaufen und bis in die Narbenlappen gehen, besitzen 4—8 Tracheiden mit spiraligen Verdickungen.

Die Narbe ist an ihrem unteren Teile mit einem dichten Kranz langer, senkrecht abstehender Fegehaare umgeben. Sie sind einzellig, bis 100 μ lang und 12 μ breit, und ihrer Funktion entsprechend steif und dickwandig (*Fig. 66, Tafel VIII*). Kleinere Haare derselben Art kommen auch an der Außenseite der Narbenlappen, dieselben völlig bedeckend, vor. Die Innenseite der Narbe, die eigentliche Narbenfläche, ist nicht papillös; an der Stelle der sonst vorhandenen Papillen tritt eine Schicht palissadenartig verlängerter Epidermiszellen, deren nach außen gerichtete Wand etwas ausgetrieben ist (*Fig. 68, Tafel IX*). Die Narbenlappen sind nur in ihrem oberen Teile ganz frei, im unteren sind sie längs ihrer mittleren Partie verwachsen. Hier verbreitert sich der unten zylindrische Strang der tela conductrix, teilt sich und schließt als breiter Streifen unmittelbar an die inneren, palissadenartigen Zellen der Narbenfläche an (*Fig. 68*).

Den basalen Teil des Griffels umgibt ein Diskus, der sich als ringförmiger Wulst zwischen Korolle und Griffelbasis erstreckt. Er besteht aus parenchymatischem, kleinzelligem, lockerem Gewebe, das sehr inhaltsreich ist und Interzellularen führt. Am oberen Teile des Diskus befinden sich eigentümliche Spaltöffnungen (*Fig. 63, Tafel VIII*) ohne Nebenzellen. Die Schließzellen sind über die Oberfläche emporgehoben und bilden zwei wurstförmige Zellen, die mit dem darunterliegenden Gewebe nur lose auf der Unterseite verbunden sind. Die Breite des ganzen Schließapparates beträgt 30 μ, die Länge ca. 42 μ. Die Atemhöhle ist relativ groß. Die zwei Gefäßbündel des Griffels verlassen ihn unter dem Nektarium in horizontaler Richtung, um sich an die Gefäßbündel anzusetzen, welche die Karpellwand durchziehen.

h) Der **Pappus**. Die Pappushaare oder besser Pappuskörper stehen in zwei Kreisen zu je 10 Gliedern; die Glieder eines Kreises sind an der Basis miteinander verwachsen. Die Epidermen der äußeren Pappusglieder bestehen aus langen schmalen, noch Inhalt führenden Zellen. Spaltöffnungen fehlen. Am unteren Teile kommen meistens einige vielzellige Drüsen vor, außerdem dünne kleine, fast rechtwinkelig abstehende Haare.

Der untere Teil des Pappus zeigt auf dem Querschnitt die aus stark verdickten, radial gestreckten Zellen bestehende Epidermis (*Fig. 72, Tafel IX*). Ist gerade ein Haar getroffen, so sieht man, daß eine kleine vorgewölbte Epidermiszelle als Fußzelle für das mit der Fußzelle zweizellige Haar dient.

Mehr oder weniger stark verdickte, mit einfachen Tüpfeln versehene, spitz endigende Zellen, die im Alter Holzreaktionen geben, umhüllen den zentralen Teil. Er wird aus einigen sehr kleinen parenchymatischen Zellen gebildet, die ein bis drei Ringtracheiden umgeben.

Im oberen Teile verschwinden die zweizelligen Haare; an ihre Stelle treten derbe, dickwandige, anliegende, ebenfalls im Alter verholzte Borsten, welche schließlich in der Zahl von 6—8 die Spitze bilden. Sie sind einzellige, aus Epidermiszellen entstandene Gebilde. An ihrer Basis und eine Strecke weiter sind sie mit Epidermiszellen verwachsen, mit ihrer Spitze biegen sie nach außen ab (*Fig. 71, Tafel IX*). In diesem Teile des Pappus endigen die Tracheiden; die ganze Mitte des Gewebes wird dann noch von dickwandigen, verholzten Zellen eingenommen.

Die Glieder des inneren Pappuskreises ähneln den oben beschriebenen in anatomischer und morphologischer Hinsicht sehr; die Drüsen (mit bis 16 Etagen) kommen zahlreich bis zur Spitze

vor (*Fig. 65, Tafel VIII*). Einzellige Borsten sind selten; die bereits erwähnten zweizelligen Haare sind öfters zu finden. Tracheale Elemente sind im oberen Teile sicher nicht vorhanden, im unteren waren sie wegen der Kleinheit der Objekte nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Der äußerste Kreis von Pappusgebilden ist nur schwach ausgebildet. Er besteht aus einem Kranze mit zehn kleinen Kerben. Diese Gebilde setzen sich aus verholzten Zellen zusammen. Die Zellen der nach innen oder oben liegenden Epidermis sind radial gestreckt. Einzelne Zellen der Außenepidermis sind zu kleinen zweizelligen Haaren ausgestülpt, wie sie oben beschrieben wurden.

Die Entwickelung der Blüten von *Cnicus benedictus* weicht nicht von der anderer Kompositen ab, wie sie u. a. von Köhne genau geschildert wurde. Ueber Einzelheiten vergleiche die Dissertation von Stadler und die Figuren 75—85.

VII. Die Frucht.

a) Die Entwickelung. Ueber die Entwickelung der Frucht von *Cnicus benedictus* liegen bereits kurze Angaben von Heineck und ausführlichere von Gerdts vor. Beide schildern im wesentlichen die älteren Entwickelungsstadien; es seien deshalb einige Angaben über die jüngeren gemacht.

Zurzeit der Befruchtungsreife, wo das ovulum seine endgültige Gestalt erhalten hat, zeigt die Karpellwand schon deutliche Riefen, die Zähne ihres oberen Kranzes beginnen sich auszubilden, die der Wandmitte angehörigen Zellen zeigen reichliche Ansammlung von Calciumoxalat-Krystallen; die innere Epidermis hängt vollkommen mit diesen Zellen zusammen. Die Außenepidermis des Integuments beginnt jetzt ihre Zellen radial zu strecken; die an der Mikropyle gelegenen strecken sich zuerst. Gleichzeitig lösen sich die inneren Zellen des Integuments auf; ihre zerdrückten, halbgelösten Wände und ihr plasmatischer Inhalt sind zunächst noch deutlich zu erkennen. Von ihnen hebt sich die Innenepidermis des Integuments, das Endothel, scharf ab. Diese Schicht, die auch bei anderen Kompositen sich findet, ist von manchen Autoren anders gedeutet worden; von Portheim[1]) z. B. hält sie für eine Embryosackhülle, Schwere[2]) (bei *Taraxacum*) für ein Nucellar-Gebilde. Bei

[1]) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Achäne usw. in Sitzungsber. d. deutsch. naturw.-med. Ver. f. Böhmen. „Lotos". Prag 1901.

[2]) Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von Taraxacum. Flora 1896.

Cnicus benedictus ist sie sicher nichts anderes, als die innere Epidermis des Integuments, wofür sie auch schon Gerdts gehalten hat. Dafür spricht die ganze direkt zu beobachtende Entwickelung, ferner die Tatsache, daß man an guten Längsschnitten deutlich sieht, wie die Endothelzellen sich bis in die Wand der Mikropyle fortsetzen. Ebenso beweiskräftig ist der Umstand, daß das Endothel auf der dem Embryosack zugewandten Seite, mit Ausnahme weniger Zellen, kutikularisiert ist.

Mit dem unteren Ende des Endothels ist ein eigenartiges, aus wirren büschelartig auf das Endothel zulaufenden Zellen bestehendes Gewebe verbunden, das auch beim Herauspräparieren des Endothelsackes mit ihm vereinigt bleibt. Ueber seine Entstehung läßt sich nichts Sicheres sagen. Seine Funktion dürfte darin bestehen, daß es dem Embryosack resp. dem Embryo Nahrung aus dem umliegenden, in der Auflösung begriffenen Integumentgewebe vermittelt. Man könnte es deshalb als Haustorium bezeichnen. In diesem Stadium ist der Nucellus verschwunden; der Embryosack ist äußerst dünn, und auch die von ihm eingeschlossenen Zellen sind sehr schwer zu erkennen. Leider war es uns nicht möglich, diese Verhältnisse zeichnerisch darzustellen, weil uns völlig einwandfreie Mikrotomschnitte nicht gelangen, wozu verschiedene Ursachen beitrugen. Die Zellgruppen, um die es sich handelt, sind äußerst dünnwandig und befinden sich nur in losem Zusammenhang. Meistens stört die Endothelschicht die Uebersicht, und schließlich erschweren auch die großen Mengen von Inulinkrystallen die Beobachtung. Für die weitere Entwickelung der Fruchtwand verweisen wir auf die Angaben von Gerdts, die wir vollauf bestätigen können.

b) Die reife Frucht. Ueber die Beschaffenheit der Frucht und Samenschale liegen wiederum Angaben von Gerdts vor. „Die zarte Kutikula (der Fruchtwand) bedeckt die — Epidermis-Zellreihe, die sehr zart und meist zusammengeschrumpft ist. Das ganze übrige parenchymatische Gewebe ist sklerotisiert, sowohl die Rippen als auch die Zwischenräume, auch die innere Epidermalzellreihe der Fruchtwand. — Ganz dicht hieran gepreßt ist nun die äußere Epidermis des Integumentes.“ Diese Zellen sind nach den Beobachtungen von Gerdts „durcheinander geschlungen und gewunden, sie liegen nicht wagerecht übereinander, sondern sie sind schräg nach oben gerichtet“. Dazu ist noch folgendes hinzuzufügen: In den Furchen hebt sich die Epidermis der Fruchtwand infolge von Spannungen, die beim Trocknen entstehen, leicht ab, dadurch kleine Hohlräume bildend. Die verholzten Zellen

endigen stumpf oder spitz. Sie sind ca. 20 μ breit, bis 400 μ lang und besitzen an ihren ca. 3 μ dicken Wänden zahlreiche einfache Tüpfel. In den Rippen sind die Gefäßbündel wegen der allgemeinen Verholzung des Fruchtwandgewebes nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen; doch scheinen sie in deren äußerem Teil vorhanden zu sein. Eine Verwachsung von Frucht- und Samenschale konnten wir, ebenso wie Gerdts, nicht beobachten. Die mechanische Trennung beider ist leicht ausführbar.

Innerhalb der Epidermis der Samenschale liegen einige Reihen zusammengedrückter Parenchymzellen und zu innerst befindet sich die bereits als Endothel beschriebene innere Epidermis des Integuments, deren Zellen sich ein wenig tangential gestreckt haben.

Abweichend sind die Verhältnisse an der Ansatzstelle der Frucht. Das sklerotisierte Parenchym lockert sich hier und erhält große Interzellularen. Stellenweise geht es in normales, dünnwandiges Parenchym oder in eine Art Schwammparenchym über, durch welches dann das Gefäßbündel verläuft. Hier liegen auch einzelne Oxalatkrystalle in Nadeln und Oktaedern. Außen bildet dünnwandiges, großlumiges und mit zahlreichen einfachen Tüpfeln versehenes Parenchym den Gewebshöcker, der hier die Fruchtwand bildet. Die testa hat in dieser Region ihre alte Form behalten; der Mikropylekanal ist noch zu erkennen.

Im Innern des Samens liegt, an das Endothel angrenzend und den vorhandenen Raum ganz erfüllend, der grünlich weiße, glänzende Embryo mit seinen beiden Kotyledonen. Auf der Innenseite sind sie schwach gefaltet. Die ersten Anlagen der Laubblätter sind bereits zu erkennen. Die Radikula ist stielrund, kurz und ein wenig gebogen.

Die kleinen Epidermiszellen sind viereckig. Das Palissadengewebe ist schon angedeutet, die Initialbündel sind vorhanden.

In den Zellen der Kotyledonen finden sich neben fettem Oel und Zucker Aleuronkörner als kugelige oder polyedrische Gebilde. Ihre Grundmasse wird von Wasser herausgelöst und dann bleiben kleine Globoide in verschiedener Zahl (bis 8) zurück und können allmählich durch verdünnte Essigsäure gelöst werden. Kali löst die Aleuronkörner bis auf eine äußere Haut auf. Phosphorsaures Natrium löst die Grundmasse ebenfalls, Chloralhydrat erst diese und dann die Globoide. In einzelnen Aleuronkörnern scheinen auch Krystalle vorzukommen, doch war deren Identifizierung wegen ihrer Kleinheit nicht möglich.

VIII. Die Sekretgänge.

Sekretgänge finden sich bei *Cnicus benedictus* in großer Zahl von der Wurzel durch Stengel und Blatt bis zur Blüte. Der Griffel ist noch davon durchzogen, einmal fanden wir einen Sekretgang sogar längs der Raphe.

Die Wurzelgänge unterscheiden sich von den anderen dadurch, daß sie typischer Epithelzellen, wenigstens anfangs, entbehren. Die Anordnung und Entstehung der Gänge in der Wurzel von *Cnicus benedictus* entspricht genau der von de Bary[1]) für die der Cynareen gegebenen Schilderung. Zellen der Endodermis teilen sich tangential außerhalb der verkorkten Stelle ihrer Radialwände. Dort, wo vier der so entstandenen Teilzellen, die alle endodermalen Ursprungs sind, einander berühren, bildet sich der Sekretgang (*Fig. 41, Tafel V*). In älteren Wurzeln besitzen die Sekretgänge, ihrer Entstehung entsprechend, entweder noch rhombische Querschnittsform oder sie wurden tangential gestreckt (*Fig. 38, Tafel IV; Fig. 42, Tafel V*). Viele Gänge entbehren hier der typischen Epithelzellen, bei anderen sind in den benachbarten zwei Zellen des Parenchyms tangentiale Teilungen eingetreten, und die so entstandenen Zellen haben Epithelcharakter bekommen.

Zu den primär gebildeten, je eine Bogenreihe vor jedem Siebstrahl bildenden Sekretgängen kommen später sekundäre hinzu, so daß sie vor der Endodermis einen lockeren Kreis bilden, ohne daß, wie im primären Zustand, vor den Gefäßstrahlen der Kreis unterbrochen wäre. Auch außerhalb dieses Kreises kommen in der sekundären Rinde vereinzelte Sekretgänge vor. Immer aber liegen sie vor den beiden stark ausgebildeten Siebteilen in dichter Reihe, je einer vor jeder zweiten oder dritten Endodermiszelle, während in den übrigen Teilen des Kreises nur vor jeder zehnten oder zwölften Zelle sich einer befindet.

Ueber die Anordnung der Sekretgänge in der Rinde des Stengels sei wieder auf de Bary verwiesen. Daß sie auch im Holz vorkommen, wurde bereits früher erwähnt. Diese Gänge gleichen in ihrem Aussehen völlig den anderen; doch sind ihre Wände verholzt; von Epithelzellen sind sie umgeben.

Die Blätter besitzen Sekretgänge nur in den größeren Blattnerven, wo je einer vor der Gefäßbündelscheide gegenüber dem Siebteil steht.

---

[1]) de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne (Leipzig 1877), S. 460.

Im Blütenboden und in den Hüllblättern sind die Sekretgänge häufig, in der Blüte selbst trifft man sie in Korolle und Griffel vor den Bündeln an. Hier kommt es vor, daß zwei sekretführende Interzellularen von einem gemeinsamen Ring von Epithelzellen umgeben sind (*Fig. 67, Tafel IX*).

Auffallend war die beträchtliche Weite (25—30 μ) der Gänge in Korolle und Griffel; wir halten es nicht für völlig ausgeschlossen, daß hier eine nachträgliche lysigene Erweiterung eingetreten ist. Anastomosen der Gänge waren in keinem Falle zu beobachten. Niemals auch fand sich Sekret in den Epithelzellen.

Zur Untersuchung der Sekretgänge diente scharf getrocknetes Material oder solches aus Alkohol.

Wird das Sekret mit Alkohol oder Aether entfernt, so bleibt in jungen Gängen eine hellgelbe Masse zurück, die den Innenraum fast ganz erfüllt. Aeltere Gänge sind mit einem Wandbelag derselben Art (Tschirch's resinogene Schicht) vollständig ausgekleidet. Die Gelbfärbung, welche diese Schicht zeigte, war mit Alkohol, Xylol u. dgl. nicht zu entfernen. Die resinogene Schicht ist in der Wurzel besser zu beobachten als im Stengel. Sie zeigt körnige Strukturen und quillt mit Kali auf; mit Wasser dagegen nicht oder wenig. Entfärbt man sie mit konzentrierter Chlorallösung, dann färbt sie sich mit Chlorzinkjod gelb. Mit Rutheniumrot war keine rechte Färbung zu erzielen. Gegen konzentrierte Schwefelsäure ist die resinogene Schicht ziemlich widerstandsfähig: ein Teil nur geht in Lösung, und es bleiben gelbe Strukturen. Safranin-Rohrzuckerlösung nach O. Tunmann[1]) ergab schöne Rotfärbung.

Das Sekret selbst ist in frischen Pflanzen ölartig bis zähflüssig, von gelber Farbe, die nach dem Trocknen in Braun bis Braunrot übergeht. Chlorallösung, Alkohol und Aether lösen es, Vanillinsalzsäure wirkt nicht ein, Eisenchlorid ebenfalls nicht. Alkannatinktur färbt es rot, Osmiumsäure schwarz.

Junge Pflanzen, besonders Keimpflanzen, geben diese Reaktionen noch nicht deutlich. Bedient man sich zur Ausführung der Reaktionen frischen Materials, so kann man feststellen, daß der Sekretgang unter Druck steht, da beim Durchschneiden das Sekret durch den Turgor sich weit über die Schnittfläche verbreitet.

IX. Textentwurf für das Arzneibuch.

Im Anschluß an unsere Untersuchung geben wir im folgenden eine Beschreibung des Kardobenediktenkrautes, wie sie uns zur

[1]) Ber. d. deutsch. pharm. Gesellschaft 1907, S. 456.

Aufnahme in das kommende Arzneibuch geeignet erscheint. Wir folgen dabei im morphologischen Teile dem im 4. Arzneibuch gegebenen Text. Abzuändern ist dessen zweiter Satz: „Die Blätter sind grundständig, 5—30 cm lang —"; es muß selbstverständlich heißen: Die grundständigen Blätter sind 5—30 cm lang usw. Außerdem fügen wir noch einige Angaben über die Blüten hinzu.

Herba Cardui benedicti. — Kardobenediktenkraut.

Die getrockneten Blätter und blühenden Zweige von *Cnicus benedictus* L. Die grundständigen Blätter sind 5—30 cm lang, lineal- oder länglich-lanzettlich, spitz, am Grunde allmählich in einen dreikantigen, geflügelten Blattstiel übergehend, schrotsägezähnig oder fiederspaltig. Die oberen Stengelblätter nehmen an Größe allmählich ab, sind zuletzt sitzend und laufen am Stengel mit buchtig-stachelspitzig gezähnten Leisten hinab. Die einzelständigen Blütenköpfe sind kürzer als die Hochblätter; die äußeren Blättchen ihres Hüllkelchs sind eiförmig, in einen einfachen, am Rande spinnwebig behaarten Stachel ausgehend, die inneren sind schmäler und laufen in einen gefiederten Stachel aus.

Blütenboden mit zahlreichen, weißen glänzenden Spreuhaaren. Randblüten 4—6 geschlechtslos; Scheibenblüten zwitterig und zahlreich. Fruchtknoten der letzteren rund, mit meist 20 Leisten. Pappushaare in drei Reihen, die äußerste ein zehnzackiges Krönchen bildend. Blumenkrone röhrig, gelb, fünfzipfelig. Der Griffel besitzt am Grunde einen Diskus, an seiner Spitze einen Kranz von Fegehaaren, darüber die stumpfen, spatelförmigen Narbenlappen.

Das Blattgewebe ist frei von Krystallen. Der Mittelnerv wird von drei kollateralen Gefäßbündeln durchzogen, deren Holz- und Siebteil von je einer starken halbmondförmigen Gruppe dickwandiger Sklerenchymfasern umfaßt wird.

Der stärkefreie Stengel zeigt außer den kollateralen innen und außen durch Faserbeläge gestützten Gefäßbündeln des zentralen Bündelringes bisweilen in der Rinde konzentrische, von einer Faserscheide umgebene kleine Gefäßbündel und außerdem vereinzelte Faserbündel.

Die Hüllkelchblätter der Blüte besitzen unmittelbar an den Epidermen Faserbeläge, die an der Außenseite stärker ausgebildet sind als an der Innenseite. In der direkt unter der Epidermis der Außenseite gelegenen Faserschicht finden sich Einzelkrystalle von Calciumoxalat. Der untere röhrige Teil der Blumenkrone zeigt auf dem Querschnitt der reifen Blüten fünf große Luftlücken.

Im Parenchymgewebe des Fruchtknotens liegen zahlreiche Krystalle von Calciumoxalat.

Die ganze Pflanze ist reich mit Haaren und Drüsen versehen. An Stengel und Blatt finden sich:

1. Große Oeldrüsen mit zahlreichen Etagen zu je zwei Zellen.
2. Gliederhaare mit einer Reihe von 10—30 Zellen, die nach der Spitze zu allmählich länger und schmäler werden.
3. Köpfchenhaare aus einer Reihe von 6—12 Zellen, mit köpfchenartig angeschwollener Endzelle.
4. Wollhaare, bestehend aus einem einreihigen, vielzelligen Stiel und einer sehr langen Endzelle. Sie sind häufig zu spinnwebartigen Bildungen verbunden.

In der Blütenregion finden sich außerdem:

5. Blütenbodenhaare: Hohle, häufig tordierte, bis 2 cm lange, aus dünnwandigen, spitz endigenden Zellen zusammengesetzte Zellkörper.
6. Die Fühlhaare und Fühlpapillen der Antheren, aus zwei aneinanderliegenden Haaren bestehend.
7. Die Fegehaare der Narbe: Einzellig, steif, dickwandig.

In der Nähe der Gefäßbündel finden sich fast überall in der Pflanze Sekretgänge. Kardobenediktenkraut schmeckt bitter.

Im Pulver fallen am meisten die langen Fasern des Stengels auf; daneben finden sich von charakteristischen Bestandteilen, wenn auch nicht in jedem Präparat, die Trümmer der oben geschilderten Haare, besonders der Blütenbodenhaare. Konzentrierte Chlorallösung löst den Farbstoff der Stengelepidermis mit roter Farbe. Die mit drei Austrittsstellen versehene, unregelmäßig warzige Membran der Pollenkörner färbt sich mit konzentrierter Schwefelsäure kirschrot.

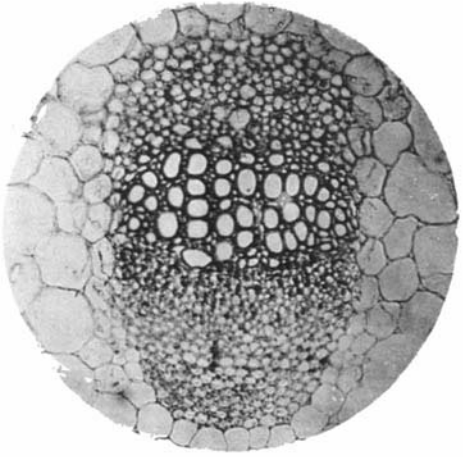
Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

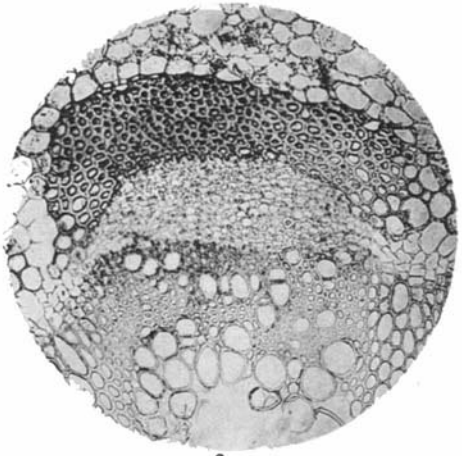
Fig. 1. Querschnitt durch den Blattstiel eines basalen Blattes.
Fig. 2. Mittelnerv desselben.
Fig. 3. Stengel, großes Gefäßbündel, quer.
Fig. 4. Stengel, quer.
Fig. 5. Junge Wurzel, quer.
Fig. 6. Wurzel; Holzteil, quer.
Fig. 7—10. Keimpflanzen.
Fig. 11—14. Blattformen.



1



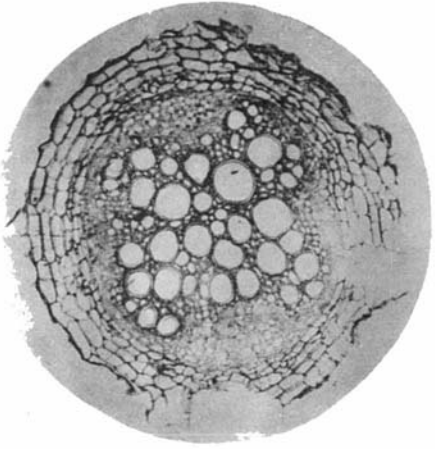
2



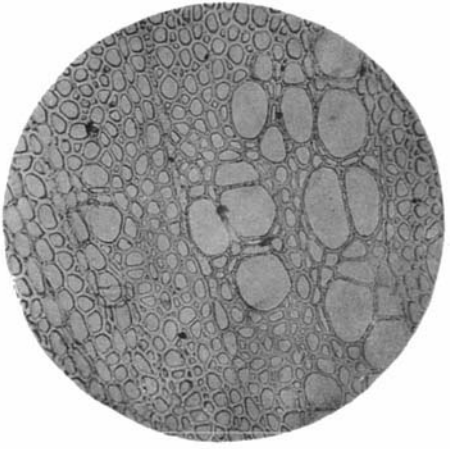
3



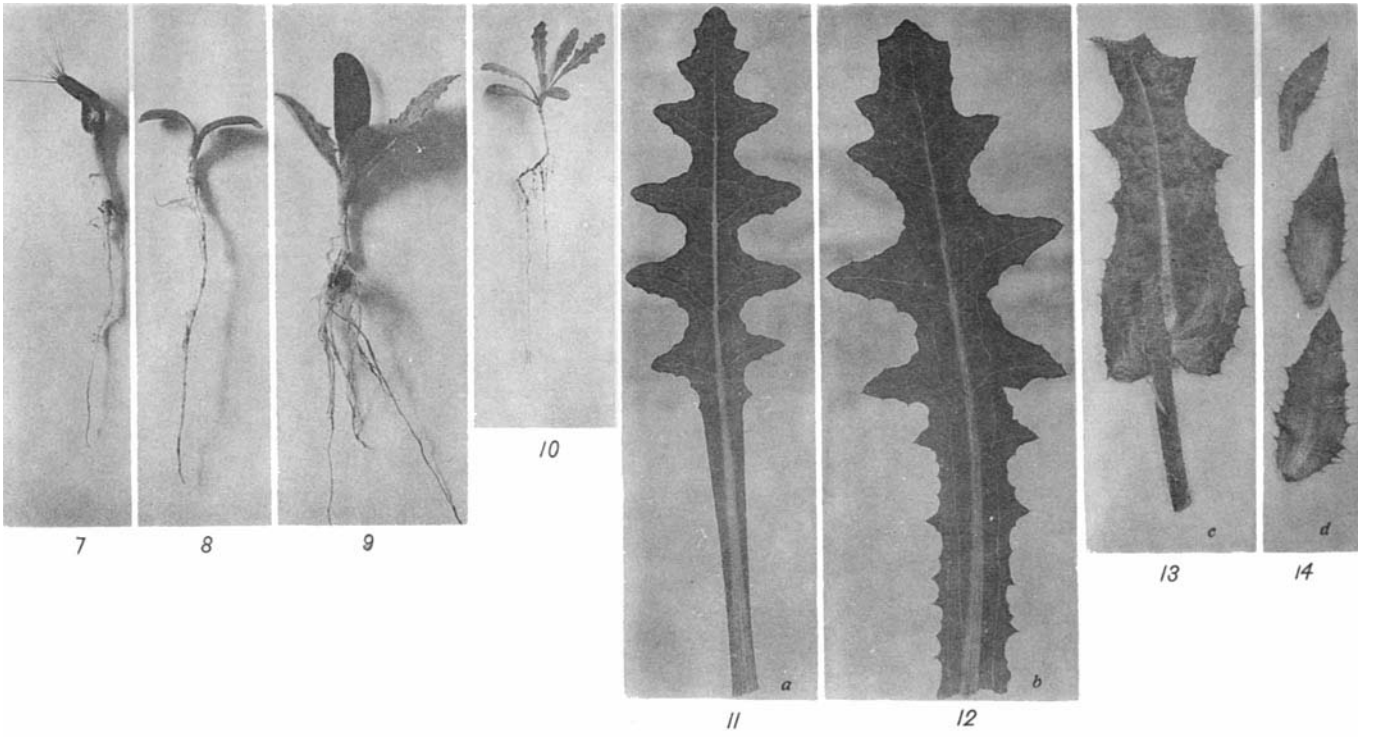
4



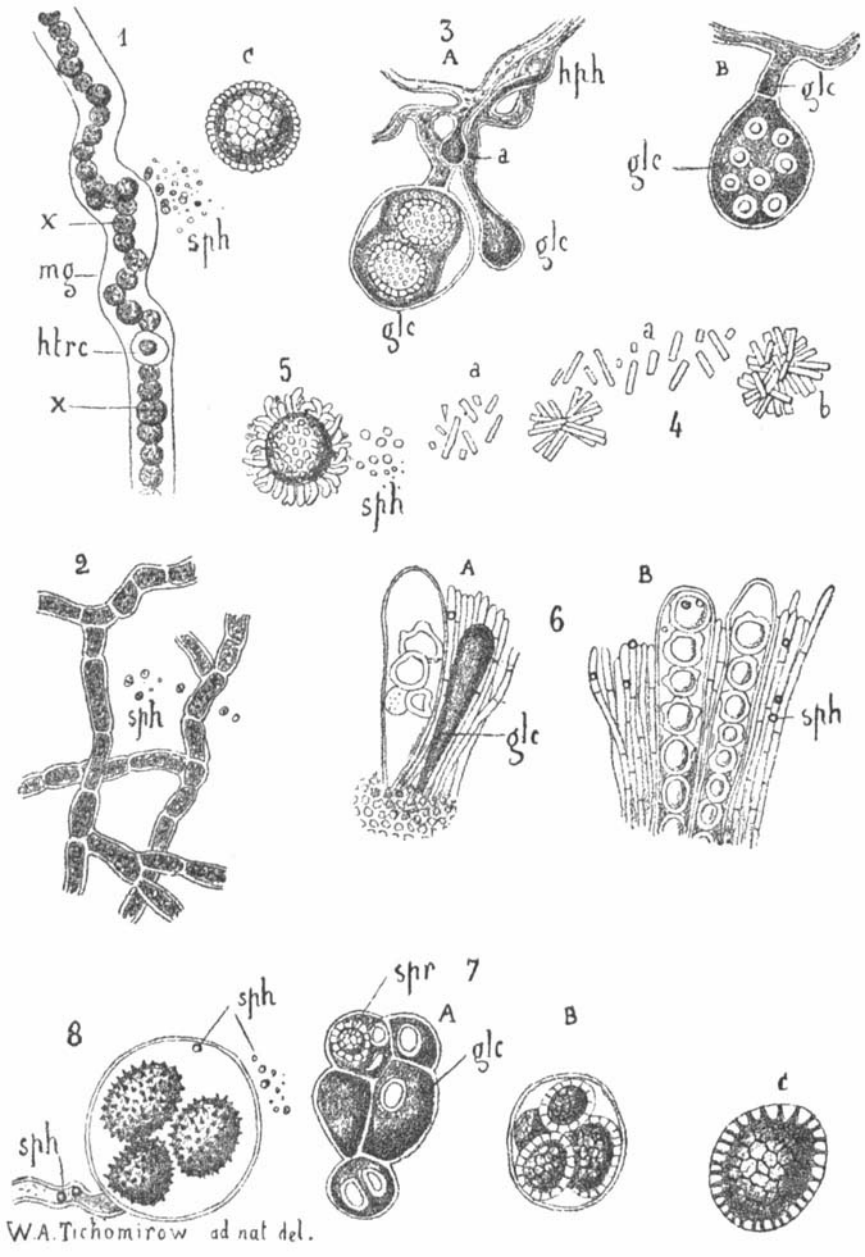
5



6



Tafel I.



Das Glykogen bei den Ascomycetenpilzen.

Tafel II.

Fig. 15—18. Blatt.
Fig. 15. Epidermis der Oberseite über dem Mesophyll (Vergr. 260).
Fig. 16. Epidermis der Oberseite über den Nerven (Vergr. 100).
Fig. 17. Epidermis der Unterseite über den Nerven (Vergr. 260).
Fig. 18. Blattlamina, quer (Vergr. 100).
Fig. 19—22. Drüsenentwickelung (Vergr. 375): Fig. 19, 20 und 22 Längsschnitte, Fig. 21 Querschnitt.

Tafel III.

Fig. 23—26. Drüsenentwickelung, Fortsetzung (Vergr. 375): Fig. 23, 24 und 25 Längsschnitt, Fig. 26 Querschnitt.
Fig. 27. Wollhaar vom Stachel eines Blütenhüllblattes.
Fig. 28. Köpfchenhaar (Vergr. 125).
Fig. 29. Haarfuß eines Gliederhaares (Vergr. 125).
Fig. 30. Stengelepidermis (Vergr. 260).

Tafel IV.

Fig. 31. Stengel; kleines Bündel, quer (Vergr. 260).
Fig. 32. Stengel (Radialschnitt); Gefäße und Holzfasern (Vergr. 260).
Fig. 33. Stengel; innere Partie des Holzteiles eines größeren Bündels mit Sekretgängen (Vergr. 260).
Fig. 34. Stengel; konzentrisches Gefäßbündel der Rinde (Vergr. 260). S = Siebteil, G = Gefäßteil, Sch = Holzscheide, HP = Holzparenchym.

Tafel V.

Fig. 35. Fasergruppe der Rinde (Vergr. 260).
Fig. 36. Sekretgang der Stengelrinde (junges Stadium) quer (Vergr. 260).
Fig. 37. Sekretgang der Stengelrinde (älteres Stadium) quer (Vergr. 260). S = resinogene Schicht.
Fig. 38. Sekretgang der Wurzel (älteres Stadium) quer (Vergr. 260).
Fig. 39. Wurzel (Radialschnitt); Siebröhren und Fasern (Vergr. 260).
Fig. 40. Wurzel (Tangentialschnitt); Markstrahl und Holzfasern (Vergr. 260).
Fig. 41. Wurzel; primäres Stadium mit Sekretgängen (Vergr. 260).

Tafel VI.

Fig. 42. Wurzel; Radialschnitt mit Sekretgang (Vergr. 260). E = Endodermis, Ep = Epithelzellen.
Fig. 43—49. Blüte.
Fig. 43. Hüllkelchblatt, quer, mit Sekretgang und Seitennerv (Vergr. 260).
Fig. 44. Hüllkelchblatt; Epidermis der Innenseite (Vergr. 260).
Fig. 45. Hüllkelchblatt; Epidermis der Außenseite (Vergr. 260).
Fig. 46. Blütenbodenhaar; Spitze (Vergr. 200).
Fig. 47. Blütenboden; Längsschnitt (Vergr. 100).
Fig. 48. Spreuborste des Blütenbodens (Blütenbodenhaar) Flächenansicht (Vergr. 200).
Fig. 49. Spreuborste, quer (Vergr. 200).

Tafel VII.

Fig. 50—59. Blüte (Fortsetzung).
Fig. 50. Korolle alt; unterer Teil, quer, mit Luftlücken (Vergr. 25).
Fig. 51. Korolle jung; unterer Teil, quer (Vergr. 38,5).
Fig. 52. Korolle alt; oberer Teil, quer (Vergr. 25).
Fig. 53. Korolle jung; quer, unterer Teil (Vergr. 260) (Sekretgänge nicht eingezeichnet).
Fig. 54. Korolle; Außenepidermis von der Fläche (Vergr. 260).
Fig. 55. Korolle; Außenepidermis, Längsschnitt (Vergr. 260).
Fig. 56. Filament, oberer Teil, quer, mit verholzten Epidermiszellen auf der Außenseite (Vergr. 260).
Fig. 57a. Reizperzipierendes Fühlhaar, quer (Vergr. 260).
Fig. 57b. Fühlpapille, längs, Bewegungszellen des Filamentes längs (Vergr. 260).
Fig. 58. Fühlhaar, quer (Vergr. 260).
Fig. 59. Fühlpapille, quer (Vergr. 260).

Tafel VIII.

Fig. 60—66. Blüte (Fortsetzung).
Fig. 60. Filament; verholzte Epidermiszellen längs (Vergr. 260).
Fig. 61. Anthere, quer (Vergr. 165).
Fig. 62. Hörnchen der Anthere, quer (Vergr. 165).
Fig. 63. Diskus, längs (Vergr. 260).
Fig. 64. Pollen, quer (Vergr. 260).
Fig. 65. Drüse der Blütenregion (Vergr. 260).
Fig. 66. Griffel mit Fegehaaren (Vergr. 260).

Tafel IX.

Fig. 67—72. Blüte (Fortsetzung).
Fig. 67. Griffel, quer (Vergr. 200).
Fig. 68. Narbenlappen, quer (Vergr. 260).
Fig. 69. Fruchtknoten, quer, junges Stadium (Vergr. 25). C = Karpellwand, G = Gefäßbündel, T = äußere Epidermis des Integuments, F = tela conductrix, I = Integumentgewebe (in Auflösung begriffen), E = Endothel.
Fig. 70. Fruchtknoten, quer, etwas älter (Vergr. 200).
Fig. 71. Pappusborsten, längs (Vergr. 260).
Fig. 72. Pappuskörper, quer (Vergr. 200).

Tafel X.

Fig. 73. Fruchtknoten, längs (Vergr. 25). D = Diskus, E, F und I wie oben, H = Haustorium, Es = Embryosack.
Fig. 74. Fruchtwand, quer. T = testa, I und E wie oben (Vergr. 260).
Fig. 75—85. Entwickelung der Blüte. Fig. 77—79 und 81 (Vergr. 38,5), Fig. 75, 76, 80, 82—85 (Vergr. 27,5).