Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 51 (1941)

Artikel: Vergleichende pharmakognostische Untersuchung der Drogen aus der Genera Arcticum und Petasites unter besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse

Autor: Jeuch, Josef

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-35113

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vergleichende pharmakognostische Untersuchung der Drogen aus den Genera Arctium und Petasites

unter besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse.

Von *Josef Jeuch*, Baden.

(Aus dem Pharmazeutischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich, Pharmakognostische Abteilung.)

Eingegangen am 13. Mai 1940.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung und Problemstellung	6
Untersuchungsmethoden	7
Spezieller Teil	9
Genus Arctium	9
Die Stammpflanzen der Arctiumdrogen	9
Beschreibung des Genus Arctium	10
Bisherige anatomische Untersuchungen	11
Bisherige Untersuchungen über Inhaltstoffe	12
Arzneiliche Anwendung der Arctiumdrogen	14
Die Anatomie der einzelnen Arctiumspezies	15
Arctium Lappa L.	15
Arctium minus (Hill.) Bernh.	24
Arctium nemorosum Lej. u. Court.	30
Arctium tomentosum Miller	35
Differenzierung der untersuchten Arctiumspezies	40
Verhalten der Wurzeldrogen im Fluoreszenzmikroskop	43
Verhalten der Arctiumwurzeln bei Mikrosublimation	44
Verhalten der Drogen gegen die verschiedenen Reagentien	44
Untersuchung über den Aschengehalt	44
Handelsdrogen	45
Verwechslungen und Verfälschungen	45
Untersuchung von Handelsmustern	45
Normierungsvorschlag	46
Genus Petasites	47
Die Stammpflanzen der Petasitesdrogen	47
Beschreibung des Genus Petasites	49
Bisherige anatomische Untersuchungen	49
Bisherige Untersuchungen über Inhaltstoffe	49
Arzneiliche Anwendung der Petasitesdrogen	50
Die Anatomie der einzelnen Petasitesspezies	50
Petasites hybridus (L.) Fl. Wett.	50
Petasites albus (L.) Gaertner	57
Petasites paradoxus (Retz.) Baumg.	61
Differenzierung der untersuchten Petasitesspezies	65

Seite
Verhalten der Wurzeldrogen im Fluoreszenzmikroskop 68
Verhalten der Petasiteswurzeln bei Mikrosublimation 68
Verhalten der Drogen gegen verschiedene Reagentien 68
Untersuchung über den Aschengehalt 69
Handelsdrogen 69
Untersuchung von Handelsmustern 69
Normierungsvorschlag 70
Zusammenfassung 71
Verzeichnis der Abbildungen 73
Literaturverzeichnis 75

Einleitung und Problemstellung.

Die vorliegende Arbeit wurde am Pharmazeutischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem sehr verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. H. Flück, der die Anregung gab und die Leitung innehatte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen für seine wertvolle Unterstützung sowie für sein unermüdliches, freundliches Entgegenkommen.

Des weitern verdanke ich Herrn Prof. Dr. W. Koch die Ueberprüfung von Bestimmungsmaterial, Herrn Prof. Dr. H. Flück, Herrn Dr. B. Siegfried, Herrn P. Meier sowie Herrn E. Müller (Wallenstadtberg) Pflanzenmaterial, der Drogenfirma Denolin (Bruxelles) Drogenmuster, dem Geobotanischen Institut Rübel die Erlaubnis zur Benützung der Herbarien.

*Arctium- und Petasites*arten bereicherten seit alter Zeit den Volksdrogenschatz. *Petasites* begegnet heute erneutem Interesse als Heilmittel (Madaus, Schwabe); die Blätter trifft man hin und wieder als Verfälschung von Fol. Farfarae. *Arctium*spezies werden heute von der Schulmedizin verwendet und sind in einzelnen Ländern offizinell. Es ist deshalb auch verständlich, dass über *Arctium* immer wieder pharmakognostische Publikationen erschienen, hingegen fehlt es bis heute an einer anatomischen Differenzierung dieser Arten. *Petasites* wurde in der pharmakognostischen Literatur ziemlich vernachlässigt. Es schien uns deshalb von theoretischem und praktischem Interesse, den anatomischen Bau dieser Drogen aus diesen beiden Genera zu untersuchen. Darüber hinaus haben wir die morphologische Zusammensetzung der wesentlichsten Handelsdrogen bestimmt. Wir waren dabei besonders darauf bedacht, anatomische Merkmale für die Differentialdiagnose der einzelnen, Drogen liefernden Spezies, aufzufinden. Da die Möglichkeit bestand, dass die Aschengehalte der einzelnen Spezies wesentlich variieren könnten, haben wir auch diese Merkmale für die Wurzeln der verschiedenen *Arctium*- und *Petasites*spezies festgelegt.

Untersuchungsmethoden.

Von der Gattung *Arctium* war vorerst nur beabsichtigt, die *Wurzel* einer eingehenden anatomisch-pharmakognostischen Untersuchung zu unterwerfen. Es stellte sich aber bald dadurch eine Schwierigkeit ein, dass die einzelnen Arten nur mit Hilfe der Blütenbestimmung morphologisch untereinander differenziert werden können und somit wildwachsende, einjährige Pflanzen nicht bestimmt werden konnten, und doch wollten wir ja gerade die noch nicht blühenden Exemplare erfassen, da sie ja in dieser Zeit therapeutisch wirksamer sein sollen als während oder gar nach der Blütezeit, weshalb die Droge im Herbst des ersten Jahres oder im Frühjahr des zweiten Jahres gesammelt wird. Es wurde deshalb versucht, an Hand von *Blatt*material an blühenden Exemplaren, die einzelnen Spezies des Genus *Arctium* anatomisch zu differenzieren, was uns auch gelungen ist. Da die Bardane neuerdings stark angebaut wird durch Aussaat, wurde auch die *Frucht* einer anatomischen Orientierung unterzogen. Um jeweils einen exakten Vergleich unter den einzelnen Spezies im Verlaufe des Wachstums zu gewährleisten, wurden zu gleicher Zeit und bei gleichen klimatischen und bodenkundlichen Bedingungen im Herbst Samen ausgesät, welche im Winter im Freien blieben.

Von der Gattung *Petasites* wurden sowohl die unterirdischen Teile wie auch die Blätter untersucht, da beide als Drogen gelegentlich noch gebraucht werden.

Um immer frisches Material zu haben, wurde eine Kultur der Gattung *Arctium* und *Petasites* angelegt.

Für die Bestimmung wurde Schinz und Keller (38) sowie Hegi (21) konsultiert, wobei noch zu bemerken ist, dass *A. pubens* Babington als schwierig abzugrenzende Mittelform (Senay) zwischen *A. nemorosum* Lej. u. Court. und *A. minus* Bernh. nicht berücksichtigt wurde, dies auch deshalb nicht, als sie praktisch im Drogenhandel keine Bedeutung hat und auch in verschiedenen Bestimmungswerken nicht als eigene Art aufgeführt ist.

Das Material wurde soweit als möglich in der engern Heimat beschafft. Zu diesem Zwecke wurde Lüscher (30) konsultiert. Es muss aber zum vornherein bemerkt werden, dass *Arctium* den Standort stark wechselt, so dass die Angaben Lüschers nicht mehr zutreffen. Weiteres Material stammt aus dem Tessin, besonders Lugano, aus Wallenstadtberg, aus Kippel und Mörel (Wallis).

Von *Petasites* ist in der Umgebung von Baden nur *P. hybridus* Fl. Wett. zu finden, *P. albus* Gaertner wurde hauptsächlich bei Einsiedeln gesammelt, während *P. paradoxus* Baumgartner aus Litzirüti b. Arosa und Umgebung stammt. Es wurden noch andere Standorte berücksichtigt, doch ist hier ein Standortwechsel von geringer Bedeutung.

Zur Fixierung wurden die Wurzeln bei ca. 40° getrocknet und nachher wie zu untersuchende Handelsdroge in Glyzerin-Alkohol-Wassermischung (Aq. 25 T. + Glyzerin + Spiritus āā ad 100) gebracht, oder sie wurden frisch in Carnoymischung (Acid. acet. conc. 10 T. + Glyzerin 10 T. + Spir 80 T.) eingelegt. Vom Blattmaterial wurde sowohl frisches als auch Herbarmaterial in Chlorallactophenol (Chloral. hydrat. 3 T. + Acid. lact. 1,5 T. + Phenol 1,5 T.) aufgehellt, und zwar durch Kochen bei Frischmaterial ca. 10′, Herbarmaterial entsprechend länger. Für Querschnitte wurde Carnoymaterial verwendet. Die Beobachtung der Flächenansicht der aufgehellten Blätter erfolgte durchwegs in Chloralhydrat (Chloral. hydrat. 80 T. + Aq. 20 T. + Glyzerin 10 T.). Dadurch war immer derselbe Brechungsindex gewährleistet.

Der Nachweis der Stärke erfolgte mit Jodjodkalilösung.

Der Gerbstoffnachweis wurde mit Eisenchloridlösung erbracht.

Die Korkreaktion wurde durchgeführt mit 50% Chromsäurelösung, welche Kork nur langsam auflöst, sowie durch Anfärbung mit Sudan III 0,1 gelöst in Glyzerin + Spir. ana partes 50,0.

Die Untersuchung des Inulin erfolgte in Glyzerin, nachdem das Material entweder nach erfolgtem Trocknen in Glyzerin eingeweicht worden, oder Frischmaterial sogleich tage- bis wochenlang in absolutem Alkohol gelegen hatte. Dadurch wurden meist grosse, amorphe Inulinschollen, aber auch Inulinsphärite erhalten.

Das Studium der Aleuronkörner in den Kotyledonen der Bardanenfrucht erfolgte nach vorherigem Entfetten mit Aether-Weingeist (1 : 1), Färben mit Jodjodkali und Einbetten in Glyzerin. Die Betrachtung der Kalziumoxalatkristalle erfolgte im Polarisationsmikroskop; ihre Natur wurde erkannt durch Auflösung in Salzsäure und Bildung von Gipsnädelchen (allerdings nicht sehr deutlich) mit konzentrierter Schwefelsäure.

Für Querschnitte wurden soweit als möglich Handschnitte verwendet; von zarteren Organen, wie junge Würzelchen und Blätter auch Mikrotomschnitte, die aus Carnoymaterial nach der Paraffinmethode hergestellt wurden. Gefärbt wurden die Mikrotomschnitte nach einer neuen Methode mit Thionin (1 g Thionin in 500 ccm Wasser), wobei die Sklerenchymfasern und Gefässe in transparentem Blau erscheinen, während Zellulosewände sich violett anfärben. Daneben wurde mit Haematoxylin-Ehrlich gefärbt. Verholzungsreaktionen wurden auch mit Phlorogluzin-Salzsäure durchgeführt.

Ausführung der Schnitte :

Wurzel : durch obere, mittlere und untere Partien (bei *Arctium* bei ein- und zweijähriger Wurzel).

Rhizom : (bei *Petasites*) am Hauptrhizom, an Ausläufern und Wurzeln.

Blatt: durch obere, mittlere und untere Partien.

Frucht: Querschnitt und Längsschnitte an verschiedenen Stellen.

Gemessen wurden in der Regel Spaltöffnungen, Epidermiszellen, Sekretbehälter und Gefässe sowie Oxalatkristalle.

Spezieller Teil.

Genus Arctium.

Die Stammpflanzen der Arctiumdrogen.

Ueber die Stammpflanzen der bis jetzt arzneilich benützten Drogen des Genus *Arctium* herrscht noch einige Unklarheit. So nennt der *Codex medicamentarius Gallicus VI* als Stammpflanze für Bardane: Lappa major Gaertn. *Pharmacopoea Austriaca VIII,* die allerdings heute nicht mehr in Kraft ist, fordert als Stammpflanze für Radix Bardanae: Lappa vulgaris Neilr. *National Formulary* 1936 für Lappa: A. Lappa L. und A. minus Bernh. *The British Pharmazeutical Codex* 1934 für Lappa: A. majus Bernh. und andere Arctiumspezies. Das *Ergänzungsbuch zum deutschen Arzneibuch* 5. Ausgabe, für Radix Bardanae: A. majus Schkuhr. und andere heimische Arten der Gattung. Schwabe führt im *Homöopathischen Arzneibuch* 2. Aufl. für Arctium Lappa als Stammpflanzen: Lappa minor D. C., Lappa major Gaertn., Lappa tomentosa Lam. auf. Madaus verwendet als Radix Bardanae ebenfalls Arctium Lappa, Arctium minus und A. tomentosum. Wie aus diesen Ausführungen ersichtlich ist, sind die Anforderungen für die botanische Abstammung der Droge divergierend. Dies hat schon Youngken (62) veranlasst, sich mit der Frage der Stammpflanzen der *Arctium*drogen auseinanderzusetzen, ebenso hat Flück (12) die Frage angeschnitten. Beide Autoren kommen zur Ansicht, dass mehrere Arten als Drogenlieferanten z. Zt. in Frage kommen. Wir haben in Anlehnung an die beiden letztgenannten Autoren in unserer Untersuchung die folgenden Arten einbezogen:

Arctium Lappa L. (= A. majus Bernh. = A. vulgare (Hill.) Bruce, non Evans = Lappa officinalis All. = L. major Gaertn., = L. vulgaris Hill. var. major Neilr. = L. communis Cosson et Germ. var. major Neilr.).

Arctium minus (Hill.) (= Lappa minor Hill. = L. glabra Lam. = L. vulgaris Hill. var. minor Neilr. = L. communis Coss. et Germ. var. minor Neilr. = Arctium minus subspec. euminus Syme).

Arctium nemorosum Lej. apud Court. (= Arctium majus Bernh. subspec. A. nemorosum [Lej.] Rouy = Lappa nemorosa Koernick = Lappa macrosperma Wallr. = Arctium macrospermum Hayeck = Lappa intermedia Rechb. = L. vulgare [Hill.] Evans).

Arctium tomentosum Mill. (= A. Lappa L. var. β L. = L. tomentosa Lam. = Arctium Bardanae Willd. = Lappa communis Coss. et Germ. var. tomentosa Neilr. = L. communis var. γ tomentosa Coss. et Germ.).

Systematische Stellung: *Compositae, Cynareae-Carduinae, Arctium L.*

Die ***allgemeine Verbreitung*** der Spezies ist nach Hegi (21) die folgende: *Arctium Lappa* ist durch ganz Europa mit Ausnahme von Nordengland und Schottland sowie von Mittel- und Nordskandinavien, Nordrussland und Finnland verbreitet, erstreckt sich nach Sibirien (mit Ausnahme der Nordgebiete) zum Himalaja, sowie China, Kleinasien und Japan. In Nordamerika, Argentinien und Uruguay findet es sich eingebürgert vor. *Arctium tomentosum* und *Arctium minus* haben ein ähnliches Verbreitungsgebiet, gehen jedoch weniger weit ostwärts. *Arctium memorosum* ist eine typisch mitteleuropäische Art, geht westwärts bis Mittelfrankreich, ostwärts bis Westrussland. In der Schweiz finden sich alle vier Arten, gehen in den Alpen bis ca. 1700 m hoch.

Die ***Standortsansprüche*** sind wie folgt: *A. nemorosum* bevorzugt Kalkboden, findet sich besonders auf ± feuchteren Böden wie in Waldschlägen und Gebüschen, während die anderen drei Arten nitrophil sind und ubiquitär vorkommen, meist truppweise auf Schuttplätzen, an Wegrändern, Mauern und auf Flußschotter. Häufige Begleiter sind Urtica dioeca und U. urens, Ranunculus repens, Solanum nigrum, Chenopodium- und Atriplexarten, dann Rumex obtusifolius, Mentha arvensis, Galeopsis Tetrahit, Plantago major, auf Euphorbia Cyparissias-Weiden.

Arctium nemorosum findet sich in Mischlaubwäldern zusammen mit Melica uniflora, Festuca silvatica, Allium ursinum, Veronica montana, weiter mit Dryopteris Filix mas, Alliaria officinalis, Aruncus silvester, Geum urbanum, Mercurialis perennis, Chelidonium majus, Impatiens Noli me tangere, Circaea intermedia, Geranium Robertianum, Galeobdolon luteum, Stachys silvaticus, Heracleum Sphondylium usw.

Mit der Bedeutung der einzelnen Arten für die Drogenproduktion setzen wir uns im Kapitel *Handelsdrogen* auseinander.

Beschreibung des Genus Arctium.

Die vier aufgeführten Spezies des Genus *Arctium* werden in der Literatur überall als zweijährige Pflanzen bezeichnet. Im ersten Jahre treiben die Pflanzen eine Grundrosette. Die Wurzel erreicht im ersten Jahre eine Länge von 30—70 cm und eine Dicke von 1—2 cm. Im zweiten Jahre treibt die Pflanze einen ± ästigen, zum Teil reich beblätterten Blühtrieb, der die zahlreichen Blütenköpfchen trägt. Alle Arten erscheinen v. a. an den Stengeln und Blütenständen zum Teil auch an den Blättern etwas rötlich angelaufen. Die Wurzel erfährt im

zweiten Jahre noch ein beträchtliches Längen- und Dickenwachstum und kann bis über 1,5 m Länge und bis ca. 7 cm Dicke erreichen. Die Wurzel ist bei allen Spezies wenig verzweigt und besteht im wesentlichen aus der grossen Pfahlwurzel. Im Kulturboden gewachsene Pflanzen haben meist reicher verzweigte Wurzeln, wie dies ja ganz allgemein für Wurzeldrogen gilt. In bezug auf die Zweijährigkeit der Pflanzen berichtet uns Prof. Däniker, dass im Zürcher Botanischen Garten *A. tomentosum* durch Adventiv-Sprossbildung vieljährig werden kann. Exemplare von *A. tomentosum* aus dem Fabrikareal der AG. vorm. B. Siegfried, Zofingen, bestätigen diesen Befund.

Wir haben besondern Wert auf die Festlegung der Zuwachsverhältnisse bei *Arctium* gelegt, weil in den Arzneibüchern und in der übrigen Literatur fast durchwegs die Wurzel der einjährigen Pflanze gefordert wird. Wir werden uns mit dieser Forderung im Kapitel *Handelsdrogen* auseinandersetzen.

Die oberirdischen Teile und die Wurzeln der *Arctiumarten* sehen sich ausserordentlich ähnlich. Dies kommt darin zum Ausdruck, dass die verschiedenen Spezies in den modernen Sprachen in der Regel nicht verschieden bezeichnet werden, sondern gemeinsame Namen tragen. Die ***Namen,*** soweit sie die Gesamtgattung betreffen, sind die folgenden: Klettenwurzel — glouteron, bardane, gratteron (franz.) — bur, burdock (engl.) — bardana (ital.) — klis (holl.) — gobo, kitakisu, uma fuki (japan.) — ta-li-tzu, nin fang. (chin.).

In der Schweiz sind die ***volkstümlichen Bezeichnungen*** folgende: Chläberä, Chlebchrut, Chläblüs, bardaniom (Jura), lietàta (Waadt), palonjé (Wallis), erbe pwacha (Bern), plaque ma dame und arbàla (Berner Jura), pedson (Freiburg).

Die ***Ethymologie*** der Bezeichnungen *Arctium* und *Lappa* kann als abgeklärt bezeichnet werden. Der Name *Arctium* findet sich nach Hegi (21) schon bei Dioskurides als *ἄρκτειον* und leitet sich von *ἀρκτός* = Bär ab, wahrscheinlich wegen der wolligen Beschaffenheit der Blütenköpfchen. Der Name *Lappa,* der bei Plinius vorkommt, ist abgeleitet vom griechischen *λαβεῖν* = ergreifen, festhalten, wegen der an den Kleidern festhaltenden Fruchtköpfe.

Ueber die Gattung *Arctium* liegt bereits eine Arbeit von H. Wilpert (61) vor, die berücksichtigt und an einigen Stellen berichtigt wurde. Triebel (51) hat die Oelbehälter von Kompositenwurzeln, darunter auch die von *Lappa tomentosa* studiert und gibt zugleich eine Beschreibung dieser Wurzel. Vogl (56) untersuchte die Milchsaftgefässe in der Klette und hat ebenfalls eine kurze anatomische Beschreibung über die Wurzel von *Lappa tomentosa* gegeben. Gerts

(13) hat im Rahmen einer Monographie über die Anatomie der Kompositenfrucht auch die von *Lappa tomentosa* behandelt. Und Ebert (8) hat die Frucht von *Arctium Lappa* beschrieben.

In den pharmakognostischen Werken von Berg (1), Gilg-Brand-Schürhoff (15), Thoms (50), Wasicky (57), Zörnig (66) usw. sind die Drogen des Genus *Arctium* nur in unvollständiger Weise behandelt worden. In der Neuauflage des Tschirchschen Handbuches wurde von Flück (12) der Beschreibung der Bardane vermehrtes Interesse geschenkt.

Weitere einschlägige Literatur ist im Literaturverzeichnis angeführt.

Bisherige Untersuchungen über Inhaltstoffe.

Wurzel. Als Hauptbestandteil findet sich in der Klettenwurzel *Inulin.* Da der Inulingehalt im Verlaufe des Jahres bedeutenden Schwankungen unterliegt (Maximalgehalt im Herbst des ersten Jahres, während die Wurzel zur Blütezeit fast inulinfrei ist), ist es verständlich, dass die Angaben über den Inulingehalt in der Literatur sehr verschieden sind, nach Dragendorf (6) für A. minus 19 %, für A. tomentosum 27 %, für A. Lappa bis zu 45 %, nach Kellner (23) für A. Lappa bis zu 57 %, nach Krantz und Carr (24) 50—70 % für A. Lappa. Die Klettenwurzel weist neben Helianthus tuberosus unter den Kompositenwurzeln den höchsten bisher bekannten Inulingehalt auf. Neuerdings werden inulinreiche Pflanzen zur Kohlehydraternährung der Diabetiker verwendet, so nach Moritz (31 a) Helianthus tuberosus, Dahlia variabilis, Scorzonera hispanica, Cichorium intybus und Taraxacum officinale. Dass diesen nicht auch die Klettenwurzeln beigezählt wird, dürfte ihren Grund wohl darin haben, dass Radix Bardanae, in grösseren Mengen eingenommen, diuretisch wirkt.

Des weitern wurden in Arctium Lappa gefunden: 5 % *Glukose* nach Weckler (59); Invertzucker mit sehr überwiegender *Fruktose,* dies steht mit dem hohen Inulingehalt in Beziehung nach Zellner und Scherr (65), letztere fanden auch *Pentosane.*

In der Wurzel fehlen Alkaloide, Glukoside von therapeutischer Wirksamkeit. Das Vorkommen eines Bitterstoffes ist fraglich.

Nach Haensel (18) ist in der Wurzel 0,065—0,176% *ätherisches Oel* von bräunlicher Farbe, anfangs brennendem, später etwas bitterem Geschmack und saurer Reaktion. Es erstarrt bei 20°, ist rechtsdrehend und enthält Palmitinsäure.

Daneben findet sich nach Gerloff (14) 0,26 % *fettes Oel,* welches grünbraun, zähflüssig ist, und 30,5—31,8 % Unverseifbares sowie 65,2—66,3 % Fettsäuren enthält. Die Fettsäuren bestehen aus 21,4 bis 21,6 % festen, 75,4 % flüssigen Säuren. Die flüssigen Säuren setzen

sich aus 31,8 % Oelsäure, 47,5 % Linolsäure und 2,1 % Linolensäure zusammen.

Von Zellner und Scherr wurde ein *Grenzkohlenwasserstoff* gefunden mit der wahrscheinlichen Formel $C_{26}H_{54}$, ein Phytosterin vom Smp. 132°, nach Schmid und Bilowizki ein Gemisch von *Stigmasterin* und *Sitosterin* darstellend und von ihnen in 1 ‰ Ausbeute erhalten, daneben *Palmitinsäure, Stearinsäure,* wenig *Phlobaphene* sowie etwas *Gerbstoff.*

Schliesslich fanden Zellner und Scherr noch in sehr geringer Ausbeute einen kristallisierbaren Körper, der bei ca. 225° zersetzt wird und die Reaktionen von Liebermann und Hesse-Salkowski (Cholesterin) gibt.

In hundert Teilen Trockensubstanz enthält die Wurzel nach Zellner und Scherr: in Petroläther lösliche Stoffe 0,89 %, in Aether lösliche Stoffe 0,80 %, in Wasser lösliche Stoffe 43,2 %, reduzierende Zucker 10,2 %, freie Säuren (als KOH) 1,6 %, wasserlösliche Mineralstoffe 4,7 %, lösliche Polysaccharide (besonders Inulin) 24,5 %, Rohfaser 35,0 %, Stickstoff 1,77 %, Gesamtasche 8,1 %.

Der Aschengehalt wird von Nygård (32) mit 4,27 % angegeben. Nach der Oesterreichischen Pharmakopoe darf der Aschengehalt nicht über 5 % betragen. Die Wurzel enthält nach Nygård im lufttrockenen Zustand 13,3 % Feuchtigkeit.

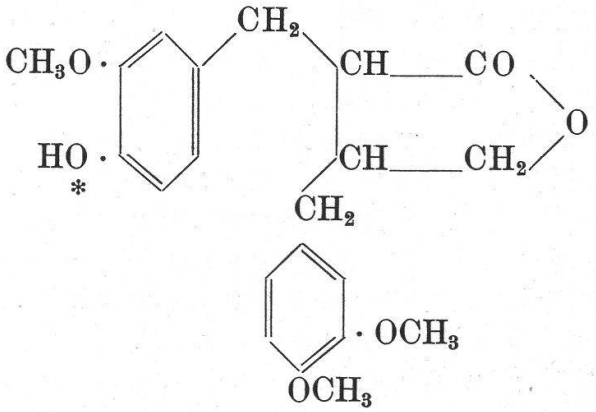
Blatt. Ueber die Inhaltstoffe des Blattes ist wenig bekannt. Es werden als Inhaltstoffe genannt: *Schleim, Gerbstoff, Inulin* und, nach Wehmer (60) 0,0285 % *ätherisches Oel* von dunkelbrauner Farbe, welches Palmitinsäure enthält. Nach Kellner (23) beträgt die Bruttozusammensetzung 73,8 % Wasser, 3,2—3,7 % N-Substanz, 0,13 bis 0,22 % Fett, 18,8—20 % N-freie Extraktstoffe, 2—2,5 % Rohfaser, 0,82—0,94 % Asche.

Frucht. In den Früchten ist reichlich *fettes Oel* enthalten in wechselnden Mengen; so gibt Wehmer für A. Lappa 25—30 %, Trimble und MacFarland (52) 15 % an. Das Oel ist farblos bis hellgelb, geschmacklos, löslich in heissem Alkohol, Aether und Chloroform. Das fette Oel enthält nach Gerloff (14) 0,86—0,91 % Unverseifbares, 94,1—94,3 % Gesamtfettsäuren, davon 7,8—8,1 % feste und 90,1 bis 90,4 % flüssige Säuren. Letztere bestehen zu 20,4 % aus Oelsäure, 69 % aus Linolsäure und 3,8 % aus Linolensäure.

Aus den Früchten von A. minus haben Shinoda und Kawasaki (45) ein fettes Oel erhalten, welches aus Arachin-, Stearin-, Palmitin-, α-Linol- und Oelsäure besteht und aus dessen unverseifbarem Anteil sie ein Sterin $C_{27}H_{46}O_7$ vom Smp. 128—129° isolierten und mit *Gobosterin* bezeichneten.

Trimble und MacFarland (52) fanden schon 1888 einen amorphen Körper, den sie Lappin nannten und als Alkaloid ansahen.

Derselbe wurde von Trimble (53) später in kristallisierter Form rein dargestellt und als *Glykosid* erkannt. Dieses Lappin dürfte mit dem von Shinoda und Kawagoye (44) später isolierten *Arctin* identisch sein. Das Arctin bildet farblose Nadeln von Smp. 112°, spez. Drehung $[\alpha]_D^{18} = -38{,}8°$. Es ist löslich in Wasser, Weingeist, Chloroform, Essigester, unlöslich in Aether, Benzol und Schwefelkohlenstoff. Es reduziert Fehlingsche und ammoniakalische Silberlösung. Nach Omaki (33) besitzt es die Formel $C_{27}H_{34}O_{11} \cdot H_2O$. Durch saure Hydrolyse wird es in *Arctigenin* ($C_{21}H_{24}O_6$) und *Glukose* gespalten. Durch Arbeiten von Shinoda, Omaki sowie Haworth und Kelly (20) wurde die Konstitution aufgeklärt. Omaki (33) hat sie durch Synthese bewiesen.



Das Arctin ist bei * veräthert mit Glukose. Das Arctigenin gehört nach Haworth (20) mit dem nahe verwandten Cubebinolid zu den Phenolharzen.

Arzneiliche Anwendung der Arctiumdrogen.

In alten Kräuterbüchern wird die Wurzel als Blutreinigungsmittel: « welche blutt und eytter ausreuspern » (Dioskurides cit. nach Tabernaemontanus) empfohlen, sowie als harn- und schweisstreibendes Mittel, auch zur Vertreibung der Kröpfe in Salbenzubereitung. Die frischen Blätter wurden ähnlich verwendet wie Symphytum officinale bei Verrenkungen und Beinbrüchen. Ferner wurden die Blätter verwendet bei Koliken (Aebtissin Hildegard). Vermischt mit Salz wurden sie gegen den Biss giftiger Tiere gebraucht. Bei Tabernaemontanus (47) findet sich noch eine Notiz, wobei die jungen Schösslein wie Spargeln genossen wurden. Die Frucht wurde gegen Steinleiden verwendet.

In neuerer Zeit wird die Klettenwurzel vom Volke häufig als *Haarwuchsmittel* verwendet als Klettenwurzelöl und Klettenwurzelspiritus. Vielleicht ist dies auf die Signaturenlehre zurückzuführen. Die Wurzel wird ferner gebraucht als *Diureticum, Diaphoreticum* und *Laxans,* so besonders in Amerika. Bohn (2) empfiehlt die Wurzel bei Skrofulose,

Gicht und Rheumatismus. Leconte und Burnier (3) untersuchten die Droge pharmakologisch und fanden, dass ein wässeriger Klettenwurzelextrakt ausgezeichnete Erfolge zeige bei der Behandlung der *Furunkulose.* Nach Leconte ist die arzneiliche Wirkung nur im Frühjahr bei frischen Wurzeln vorhanden; ein aus ihnen hergestellter Extrakt behält aber die Wirkung bei. Nach Leclerc (27) zeigt die Anwendung der Bardanenwurzel auch gute Resultate bei gewissen Dermatosen wie *Seborrhoe, Akne, Ekzem.* Blätter und Früchte sind heute fast obsolet geworden als Heilmittel. Ob das in den Früchten enthaltene Arctin therapeutisch wertvoll ist, müsste erst eine pharmakologische Untersuchung klarstellen.

Die Anatomie der einzelnen Arctiumspezies.

Arctium Lappa L.

Gewöhnliche Klette.

Fundort des untersuchten Materials: Lugano (Nähe Strandbad), Kippel und Mörel (Wallis).

Makroskopische Merkmale.

Wurzel: Einfache oder schwach ästige, zylindrische oder spindelförmige, in frischem Zustand fleischige, bis zu 4 cm dicke und bis zu 50 cm lange Wurzeln. Die Aussenfläche ist längsrunzelig, hellgraubraun bis schwärzlichbraun und von einer leicht in Schuppen ablösbaren Borke bedeckt. Der Bruch ist hornartig. Die Klettenwurzel riecht frisch stark aromatisch-narkotisch und schmeckt beim Kauen schleimig, später süsslich-bitterlich. Beim Trocknen schrumpfen die Wurzeln stark zusammen und sind dann meist etwas gedreht. Der Querschnitt zeigt eine weisse Rinde mit undeutlicher, dunkler Radialschichtung, eine deutliche Kambialzone als dunklen, dünnen Ring und einen weisslichen, von gelblichen oder bräunlichen Holzbündeln grob gestreiften Holzkörper. Im Zentrum liegt ein weisses, schwammiges, bei älteren Wurzeln oft stark zerrissenes, markartiges Gewebe.

Blatt: Die grundständigen Blätter erreichen eine beträchtliche Grösse, bis zu 50 cm lang und gegen 30 cm breit, sie sind länglich oval bis dreieckig, am Grunde herzförmig ausgebuchtet oder bis auf die untersten Seitennerven eingeschnitten; oben sind sie zugespitzt oder abgerundet. Der Blattrand ist schwach gebuchtet und mit spitzen Zähnchen besetzt. Die Blätter sind rauh und dick, oberseits grün, rauhhaarig, unterseits meist dicht weiss bis graufilzig. Die Laubblätter des zweiten Jahres sind eirund, am Grunde herzförmig oder in den Blattstiel keilförmig verschmälert, ganzrandig oder entfernt knorpelig gezähnt, oberseits grün, dünn flaumhaarig, unterseits dünn graufilzig.

Schattenexemplare sind oft fast filzlos. Nach oben zu nehmen die Blätter rasch an Grösse ab. Die getrockneten Blätter sind geruchlos, von süsslich schleimigem, später bitterlichem Geschmack. Der Hauptnerv springt an der Unterseite keilförmig gerundet vor.

Frucht : Sie ist hell- bis dunkelbraun, länglich eiförmig bis keilartig, seitlich zusammengedrückt, am Rücken schwach gekrümmt, oberwärts querrunzelig mit schwarzen Flecken, kahl mit deutlich hervortretenden, längsverlaufenden Hauptrippen und feinern Nebenrippen. Am obern Ende zeigt eine schwach trichterförmige Vertiefung mit kegelförmigem Griffelrest die Ansatzstelle des Pappus, der bei ausgereiften Früchten fast durchwegs abgebrochen ist. Der Griffelrest überragt meistens nicht die Insertionsstelle des Pappus. Am andern Ende zeigt eine kleine rundliche Narbe die flache Ansatzstelle der Frucht. Der Geruch ist ganz schwach fettigranzig, der Geschmack ölig und scharf brennend.

Länge der Frucht : 6—7 mm.

Die Bestimmungstabelle Wilperts zur morphologischen Bestimmung von Früchten der einzelnen Arctiumspezies ist nicht immer zutreffend. Die Merkmale können so stark wechseln, dass sie nicht Anrecht auf Allgemeingültigkeit besitzen. So stand uns Fruchtmaterial zur Verfügung, bei welchem von A. tomentosum die Grundfarbe hell, graubraun, die von A. minus hingegen bedeutend dunkler war, also im umgekehrten Verhältnis als nach der Wilpertschen Tabelle. Auch hatten wir Fruchtmaterial von A. nemorosum, deren Früchte meist stark gekrümmt waren. Trennen lassen sich die Früchte *A. Lappa* und *nemorosum* von *A. minus* und *tomentosum* durch ihre Grössenverhältnisse. Auch die Unterscheidung von *A. Lappa* gegenüber *A. nemorosum* mit Hilfe der Nebenrippen kann als Merkmal von uns bestätigt werden.

Der Querschnitt zeigt die braune, lederartige, harte Wandung, bestehend aus Frucht- und Samenschale, die die weissen, flachen Kotyledonen umschliesst.

Mikroskopische Untersuchung.

Wurzel.

Im folgenden ist zur Hauptsache die Anatomie der Herbstwurzel des 1. Jahres beschrieben, da diese meist als Handelsdroge in Betracht kommt.

Querschnitt :

Aussenrinde : zeigt Borkenbildung mit Abborkung, weshalb gegen Ende des 1. Jahres an den Wurzeln meist keine Epidermis mehr zu erkennen ist. *Epidermis :* Soweit sie noch vorhanden, besteht aus isodiametrischen bis tangential gestreckten, dünnwandigen Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. *Kork:* Bereits in jungen Sämlingswurzeln bildet sich stellenweise in dem aus ± isodiametrischen

Zellen bestehenden *Hypoderm* durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand ein *Phellogen,* das rasch zur Funktion kommt und nach aussen zu eine bis mehrere Lagen radial und tangential angeordneten Plattenkork abscheidet, dessen Zellen mit dichtem braunen Inhalt angefüllt sind, der in Aetznatron mit zitronengelber Farbe, in konzentrierter Schwefelsäure mit roter Farbe löslich ist. *Parenchym:* Ist bei noch jungen Wurzeln breit; im Herbst des 1. Jahres ist jedoch fast kein Aussenrindenparenchym mehr vorhanden oder nur noch etwa 2 bis 12 Lagen. Es besteht aus in tangentialer Richtung ovalgestreckten, dünnwandigen Zellen, denen oft 1—3 radiale Trennwände eingelagert sind. Stellenweise sind sekundär verkorkte Zellen zu erkennen und weiter nach innen zu Parenchymzellen mehr isodiametrischer Gestalt, die enger werden. *Endodermis:* Hebt sich von den Parenchymzellen ab durch eine bis zwei Lagen schmaler, ± quadratischer bis tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen, deren Radialwände die Casparyschen Streifen aufweisen, welche die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion schwach positiv geben. Nach aussen zu, anliegend an die Endodermis, finden sich schizogene *Sekretbehälter,* in einer Herbstwurzel des ersten Jahres ca. 10—35. Sie bestehen aus 4 und mehr zarten Epithelzellen, welche ein zitronengelbes bis braungelbes Oel abscheiden, das in späteren Stadien verharzt. Daneben finden sich auch farblose Oeltropfen vor. Die Weite dieser Sekretbehälter, gemessen bei Behältern mit intakten Epithelzellen, kann bis 120 μ betragen. Da infolge des Dickenwachstums der Wurzel die Endodermis mit den Sekretbehältern mehr und mehr nach aussen geschoben wird, findet sie sich im Herbst des 1. Jahres ca. 2—10 Zellreihen unter der Oberfläche; ab und zu sind bei kräftigen Wurzeln die Sekretbehälter im obern Abschnitt schon so weit nach aussen gerückt, dass sie sich nun zwischen den Korkbändern vorfinden, in tangentialer Richtung zerrissen sind, ohne erkennbare Epithelzellen und angefüllt mit dunkelbraunen, eingetrockneten Sekretmassen. Im Frühjahr des 2. Jahres, etwa im Mai, sind sie nur noch schwer aufzufinden und werden dann bald mit der Borke abgeworfen, so dass in ältern Wurzeln keine Sekretbehälter mehr vorhanden sind. Die Lokalisation der Sekretbehälter ist somit ein Kennzeichen für das ungefähre Alter einer Wurzel. *Perikambium:* Nach innen schliessen sich an die Endodermis eine bis mehrere Lagen schmale, in tangentialer Richtung gestreckte, dünnwandige Zellen an, welche die Anlage für die Nebenwurzeln bilden.

Innenrinde: *Rindenstrahlen:* Verlaufen nach aussen zu spitz, nur noch eine Zellreihe umfassend, nach innen zu bis 20 und mehr Zellreihen breit werdend. Die Rindenstrahlen sind ± radial gebaut. Ihre Zellen sind kleiner als die der Markstrahlen und gerundet polygonal mit kleinern bis grössern Interzellularen. *Siebröhren:* Liegen unregelmässig im Phloem verteilt. Sie sind schwach verdickt, polygonal, ver-

schieden gross. Gelegentlich sind die Siebplatten mit der Tüpfelung sichtbar. Sie enthalten einen bräunlichen, körnigen Inhalt sowie sehr kleine Körnchen, welche sich mit Jodjodkali violett färben, also aus Stärke bestehen, worauf schon Vogl (56) hingewiesen hat. *Sklerenchymatische Elemente:* Im 2. Jahr der Wurzel treten allmählich Bastfasern auf, die sich im Verlaufe der Alterung verdichten und die Phloempartien einschliessen. Sie sind stark verdickt und verholzt, polygonal im Querschnitt. Besonders kräftig entwickelt sind die Faserelemente im obern Teil der Wurzel, im untern Teil hingegen sind sie nur spärlich vorhanden. Nach Vogl (56) stellen sie verholzte Siebröhren oder verholztes Phloemparenchym dar. Die Behauptung im Ergänzungsbuch zum Deutschen Arzneibuch (9), wonach bei ältern Wurzeln an Stelle von Sekretbehältern ein Kreis gelber Bastfaserbündel auftrete, trifft nicht zu, da die Sekretbehälter mit der Endodermis im Frühjahr des 2. Jahres bei der Abborkung nach aussen abgestossen werden. *Markstrahlen:* 10—20 Reihen breite, strahlig angeordnete, in radialer Richtung meist gestreckte, dünnwandige Zellen, nach aussen zu grösser werdend und mehr gerundet, wodurch das Markstrahlgewebe breiter erscheint. Die nach innen zu liegenden Markstrahlen sind bei ältern Wurzeln verholzt und oft stark getüpfelt.

Kambium: Es besteht aus ca. 10—12 dünnwandigen, tangential gestreckten, in radialen Reihen angeordneter Zellen. Sie sind besonders in der Herbstdroge deutlich ausgeprägt.

Holzkörper: Deutliche Differenzierung in Holz und Markstrahlen sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Wurzeln. Bei älteren Wurzeln sind die *Holzstrahlen* oft ± keilförmig gebaut. *Parenchym:* ± radial angeordnete, in radialer Richtung schwach gestreckte, leicht gebaute Zellen, wie die der Rindenstrahlen. *Leitelemente:* Meist radial angeordnete, in langen Reihen einzeln hintereinanderliegende, oft durch mehrere Zellreihen parenchymatischen Gewebes voneinander getrennte, stellenweise wieder, sowohl gegen das Kambium hin wie nach dem Zentrum zu, zu Gruppen vereinigte, gerundet polygonale Gefässe, oft mit Netzleistenverdickungen. Es treten sowohl gegen das Kambium wie gegen das Zentrum hin weitlumige Gefässe auch in jüngern Wurzeln auf. Ihre Weite schwankt bei den Wurzeln des 1. Jahres zwischen 25 und 75 μ und kann im 2. Jahre bis zu 110 μ betragen. In ältern Wurzeln, schon im Frühjahr des 2. Jahres, sind mächtige Gefässgruppen hauptsächlich in der Nähe des Kambiums zu finden, während gegen das Zentrum hin nur kleine Gruppen, meist aber nur Einzelgefässe in radialer Richtung angeordnet sind. Dadurch erhält der Holzstrahl ein keilartiges Aussehen. *Sklerenchymatische Elemente:* Selten schon in der Herbstwurzel des 1. Jahres, sonst aber in der Frühjahrswurzel des 2. Jahres setzt Faserbildung ein, die sich rasch

verdichtet und auch auf das Markstrahlgewebe übergreift. Die Fasern sind weit- bis sehr englumig, von unregelmässigem Bau und verschiedener Grösse. Die Verholzung setzt vom Kambium aus nach innen zu ein und kann sich bis über die Hälfte des Holzkörpers während der Blütezeit ausdehnen. Steinzellen fehlen. *Markstrahlen:* Sie sind je nach dem Alter der Wurzel verschieden breit, bei ältern Wurzeln recht schmal, im obern Abschnitt der Wurzeln schmäler als in den untern Partien. Sie können zwischen 1—25 Zellreihen variieren in der Breite. Sie sind ebenfalls radial angeordnet und bestehen aus dünnwandigen, in radialer Richtung schwach gestreckten Zellen, in der Nähe des Kambiums zusammengedrängt, und dadurch stark radial gestreckt; gegen das Zentrum hin werden sie weiter, um sich in unregelmässig gebaute, parenchymatische Zellen zu verlieren, und allmählich zu zerreissen, wodurch ein schwammartiges Gewebe bereits makroskopisch erkennbar wird und oft in eine weite, zentrale Höhlung ausartet. Bei älteren Wurzeln ist eine deutliche Tüpfelung der Markstrahlen in der Nähe des Kambiums zu erkennen. Auch hier tritt wie beim Holzstrahlenparenchym Verholzung ein. *Sekundäre Markstrahlen:* Finden sich stellenweise innerhalb des Holzstrahles 1—2 zellreihig vor. *Primäres Xylem:* Ist meist auch bei älteren Wurzeln noch vorhanden. Die primären Gefässe liegen unregelmässig zu Gruppen vereinigt und lassen sich nur durch ihre Lage, nicht aber durch ihre Form von den sekundären Gefässen unterscheiden.

Nebenwurzeln.

Von der Hauptwurzel zweigen nur wenige Nebenwurzeln ab. Sie zeigen ähnlichen Bau wie letztere; hingegen ist die Endodermis bedeutend stärker differenziert. *Epidermis:* Besteht aus ± isodiametrischen, braun gefärbten Zellen mit verdickter, verholzter Aussenwand. *Hypodermis:* 1—2 Lagen isodiametrischer, meist aber in radialer Richtung etwas gestreckte, dünnwandige Zellen, wobei der innern Lage stellenweise eine tangentiale Trennwand eingelagert ist und die Anlage des *Phellogens* darstellt; dasselbe kommt in älteren Wurzeln bereits zur Funktion und bildet mehrere Lagen *Plattenkork* aus, wobei die Epidermis nach aussen abgestossen wird. *Rindenparenchym:* Dasselbe ist sehr breit bei jungen Wurzeln und umfasst ca. 10 Zellagen in tangentialen Reihen ± radial angeordneter, gerundet polygonaler, meist etwas tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen mit kleinen bis grösseren Interzellularen. Gegen die Endodermis hin werden diese Zellen kleiner und tangential stärker gestreckt. Bei ältern Nebenwurzeln wird die Aussenrinde schmäler. *Endodermis:* Sie ist sehr deutlich ausgebildet und besteht aus einer Lage ± isodiametrischer dünnwandiger Zellen von ungefähr gleicher Grösse wie die ihr anliegenden Parenchymzellen der Aussenrinde. An den Radialwänden der Endodermiszellen finden

sich etwa in ⅓ Länge leistenartige Stäbchen rund um die Zellwand angeordnet, welche die Verholzungsreaktion mit Phloroglucin-Salzsäure schwach positiv geben (Casparysche Streifen). Bei starker Vergrösserung (Immersion) beobachtet man, dass die stäbchenförmigen Leisten sich um die ganze Radialwand wendeltreppenförmig angeordnet vorfinden. Es scheint, dass diese die Funktion von Festigungselementen ausüben, wofür auch die schwache Verholzung sprechen dürfte. Zwischen den Zellen der Endodermis und der folgenden nach aussen anschliessenden Zellreihe bilden sich ± viereckige grössere Interzellularen, die mit braunem harzigen Inhalt angefüllt sind. Sie stellen die Anlage der *Sekretbehälter* dar und werden also, wie hier deutlich feststeht, aus den Endodermiszellen *und* der anliegenden Reihe der Aussenrindenparenchymzellen gebildet, entgegen der Behauptung Triebels (51), wonach die Sekretbehälter lediglich aus der Endodermis durch tangentiale Teilung entstehen. Die tangentiale Teilung sowohl der Endodermiszellen als auch die der nach aussen anliegenden Parenchymzellen setzt erst später ein. Diese Beobachtung lässt sich auch an jungen Hauptwurzeln machen, wenngleich nicht so deutlich wie hier. Die Sekretbehälter bilden einen Kranz von bis 35 Interzellularräumen, die der Endodermis aussen anliegen. Eine einzelne Endodermis- sowie eine einzelne Rindenparenchymzelle sind an der Bildung von zwei Sekretzellen beteiligt; erst später bilden sich schizogen, durch Zellteilung mehrere Epithelzellen aus. Durch weitere radiale Zellteilung der Parenchymzellen sowie der Endodermiszellen rücken die Sekretbehälter später weiter voneinander weg, so dass bei ältern Wurzeln oft ein Zwischenraum von 15—25 Zellen zwischen den Sekretbehältern besteht. Stellenweise finden sich merkwürdigerweise auch in Interzellularen des Rindenparenchyms braune, harzartige Massen vor. Auf die Endodermis folgt nach innen anschliessend eine Lage dünnwandiger isodiametrischer bis radial schwach gestreckter Zellen, welche den *Perizykel* darstellen. Die Anlage der Gefässbündel ist in jungen Wurzeln noch diarch. Diese Beobachtung hat auch Triebel (51) für andere von ihm untersuchte Kompositenwurzeln gemacht. Gegen den Perizykel zu sind die Gefässe recht klein, gegen das Zentrum hin werden sie grösser, sind ± radial angeordnet, meist ein Gefäss hinter dem andern, nur spärlich zu kleinen Gruppen vereinigt. Sie messen bis zu 21 μ in der Weite. Die *Phloempartien* sind kräftig ausgebildet und bestehen aus verschieden grossen, im Querschnitt polygonal erscheinenden, relativ derbwandigen Siebröhren, die in parenchymatischem Gewebe eingebettet sind. Die Siebröhren weisen stellenweise körnigen Inhalt auf. Verholzte *Faserelemente* sind erst vom Sommer des 2. Jahres an vorhanden. Zentrale Lücken sind nur bei ältern Wurzeln zu finden.

Sowohl die Parenchymzellen der Rinde wie die des Holzes führen *Inulin*. Der Inulingehalt in den Wurzeln ist nach der Untersuchung von

Wilpert (61) je nach der Jahreszeit verschieden. Er erreicht sein Maximum am Ende des 1. Jahres, nimmt von da wieder ab, bis im Sommer zur Blütezeit die Wurzel vollkommen inulinfrei ist. Die Umwandlung des Inulins beginnt unter gleichzeitiger Saccharifikation am Wurzelschopfe, also dort, wo die Neubildung der blütentragenden Pflanze erfolgt, und schreitet nach der Wurzelspitze fort.

Kristalle fehlen in der Wurzel.

In der Wurzel findet sich in geringer Menge eisengrünender *Gerbstoff*.

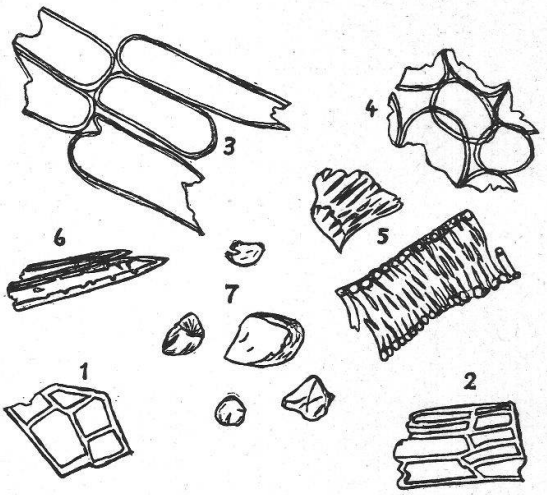
Textfigur 1.

Pulverbild der Wurzel und Nebenwurzeln.

Vergr. 120 ×.

Farbe: braungelb.

1. Fragmente des Korkgewebes in Flächenansicht *vereinzelt.*
2. Fragmente des Korkgewebes im Querschnitt *vereinzelt.*
3. Fragmente des Rinden- und Holzparenchyms im Längsschnitt *sehr häufig.*
4. Fragmente des Rinden- und Holzparenchyms im Querschnitt *häufig.*
5. Fragmente von Leiter- und Netzgefässen *häufig.*
6. Fragmente von Holzfasern *vereinzelt.*
7. Inulinschollen oder Sphärite *häufig.*
8. Stärke *fehlt.*
9. Kristalle *fehlen.*



Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

Flächenansicht:

Obere Epidermis: Grösserzellig als die untere. Geradlinig bis wellig-polygonal mit stellenweise sehr kleinen Interzellularen, selten wellig-buchtig. 45—135 μ lang und 25—45 μ breit. *Kutikula:* Schwach gefältelt; stark gefältelt ist die Kutikula der Nebenzellen der Spaltöffnungen sowie die der rosettenartig angeordneten Zellen um die Haarbasis. *Spaltöffnungen:* Meist zahlreich, oval, seltener rundlich, von 3—5 Nebenzellen umgeben, 24—36 μ meist 30—33 μ lang und 15—24 μ meist 18—21 μ breit. *Haare:* Verschieden grosse, gerade oder gekrümmte Gliederhaare aus mehreren (bis ca. 10) dünnwandigen oder nur schwach verdickten, nach oben zu verjüngten, zylindrischen Zellen, auf einer meist breiten, rundlichen Basalzelle aufsitzend und mit sehr langer, schmaler, schlauchförmiger, vielfach gewundener Endzelle, die

aber meist abgebrochen ist. Am Blattrand und entlang der Nerven sind die Gliederhaare reichlicher als über der Blattspreite. Sie sind nicht verholzt. Kompositendrüsenhaare sind oberseits sehr selten. *Untere Epidermis:* Wellig-buchtig, stellenweise in der Nähe von Nerven ± geradlinig-polygonal. *Spaltöffnungen:* Zahlreich bis vereinzelt, oval bis rundlich, von 3—5 Nebenzellen umgeben, 18—33 μ, meist 24—27 μ lang und 15—24 μ, meist 18—21 μ breit. *Haare:* Reichlich Geisselhaare aus mehreren Stielzellen und einer sehr langen, vielfach gewundenen, peitschenförmigen Endzelle. Daneben finden sich zahlreich Kompositendrüsenhaare. Gliederhaare sind entlang der Nerven angeordnet und meist etwas schlanker gebaut als die der Oberseite.

Querschnitt:

Blattspreite: Das Blatt ist deutlich bifazial gebaut. *Obere Epidermis:* ± horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen, von einer dünnwandigen, stellenweise gefältelten Kutikula überzogen. *Spaltöffnungen:* Meist eingesenkt, seltener in Ebene der Epidermis liegend. Ab und zu ist eine äussere und innere Atemhöhle zu beobachten. *Haare:* Gliederhaare meist abgebrochen. *Palisaden:* 1—2 Lagen, von denen die obere lange, schlanke Zellen, die untere mehr kürzere, bisweilen rundliche Formen darstellt. Zwischen diesen finden sich grössere Interzellularen. *Schwammparenchym:* 3—4 Lagen rundlicher bis länglich abgeplatteter Zellen mit zum Teil sehr grossen Interzellularen, besonders gegen die untere Epidermis zu, so dass hier eigentliche Luftlücken entstehen. Sowohl in den Palisadenzellen als auch im Schwammparenchym finden sich Inulin-Sphärokristalle vor. *Untere Epidermis:* ± isodiametrische, kleine dünnwandige Zellen, über den Luftlücken blasig aufgetrieben. *Spaltöffnungen:* Ueber den Luftlücken zahlreich, erhöht, oder in Ebene der Epidermis liegend. *Haare:* Sehr zahlreich finden sich Geisselhaare mit 1—4 dünnwandigen Stielzellen und einer meist abgebrochenen, peitschenförmigen Endzelle, die sich von der Ansatzstelle weg rasch verschmälert. Kompositendrüsenhaare sind zahlreich vorhanden, zweizellreihig, aus meist 6 × 2 plattenförmigen Stielzellen und 2 nach aussen abgerundeten, stellenweise blasig aufgetriebenen Kopfzellen bestehend. Daneben, besonders über den Blattnerven, Gliederhaare, die jedoch meist abgebrochen sind.

Mittelnerv: Oben schwach, unten stark konvex. *Obere und untere Epidermis:* ± isodiametrische Zellen von einer verdickten, gefältelten Kutikula überzogen. *Haare:* Mehrzellige Gliederhaare, unterseits auch Geisselhaare und Kompositendrüsenhaare wie bei der Blattspreite. *Kollenchym:* Oben und unten mehrere Lagen kollenchymatisch-verdickter Zellen von verschiedener Grösse und von kleinen Interzellularen begleitet. *Grundparenchym:* Gerundet-polygonale, kleinere und grössere, dünnwandige Zellen mit kleineren Interzellularen. *Gefässbündel:*

Sind kollatoral gebaut, im Querschnitt länglich-eiförmig und liegen bis zu 20 an der Blattbasis, in der Blattmitte zu ca. 10 um eine grosse Luftlücke angeordnet oder in parenchymatisches Grundgewebe eingebettet. An der Blattspitze ist nur noch ein einziges Gefässbündel vorhanden. An der Peripherie der einzelnen Gefässbündel finden sich ab und zu Milchsaftröhren mit krümeligem Inhalt, die von Vogl (56) eingehend beschrieben wurden und sich vom Stiel bis in die Blätter verfolgen lassen, hier aber mengenmässig so stark zurücktreten, dass wohl kein therapeutischer Effekt zu erwarten ist. Das einzelne Gefässbündel ist wie folgt gebaut: *Endodermis:* Undeutlich differenziert als rundliche bis tangential gestreckte, dünnwandige Zellen, welche ab und zu Stärke führen. *Perizykel:* Oben und unten kollenchymatisch verdickte Zellen. Sie sind halbmondförmig angeordnet um Phloem und Xylem herum. *Phloem:* Zarte, englumige Zellen in kollenchymatisches Gewebe eingebettet. *Kambium:* Mehrere Lagen dünnwandiger, tangential gestreckter, ± radial angeordneter Zellen. *Xylem:* ± radial angeordnete Spiralgefässe in kollenchymatisches Grundgewebe eingebettet. Sowohl im Phloem- als auch im Holzparenchym finden sich Inulin-Sphärokristalle vor. *Mark:* Fehlt.

Frucht.

Fruchtwand: **Querschnitt:**

Die Frucht zeigt im Querschnitt eine länglich-ovale Form. *Epidermis (Exokarp):* Dünnwandige, wasserhelle, zellulosische, schwach radial gestreckte Zellen, mit grossem Lumen über den Tälchen, kleinlumig über den Rippen mit stark verdickter, schwach vorgewölbter, glasig durchscheinender, gefältelter Aussenmembran. *Mesokarp:* Besteht aus Netzleistenzellen, welche ähnlich gebaut sind wie bei Fructus Foeniculi; sie sind gegen die Epidermis zu grosszellig und werden gegen die Mitte hin kleinzelliger und sind in der Nähe des Kristallzellgürtels recht klein. Sie sind ca. 10, in den Rippen 15—20 Zellagen breit, leicht verholzt, und weisen Interzellularen auf. Unter den Rippen liegt je ein Gefässbündel, das nach aussen kleinlumiges Phloem, nach innen zu stark verholzte, englumige Xylempartien aufweist. Die Gefässe sind vom umliegenden Gewebe nur schwer zu differenzieren, während die hellen Zellkomplexe der Siebröhren sich leicht von den bräunlichen Netzzellen abheben. Nach innen folgt das *Endokarp,* eine braune Zone, in welcher zahlreiche Einzelkristalle von Kalziumoxalat in schön ausgebildeter Tafelform einzellreihig eingebettet liegen. Sie messen in der Länge 7—8 μ, in der Breite 5—7 μ, und liegen in verschiedener Höhe. Von dem braunen, verholzten Gewebe heben sie sich deutlich ab.

Samen: Die Testa besteht aus 3 Gewebearten: *Epidermis:* Mächtig entwickelter, einzellreihiger Palisadengürtel, bestehend aus gleichmässig nebeneinander liegenden, stark radial gestreckten Zellen mit sehr

dicker, getüpfelter, geschichteter, farblos glasiger Wand und engem Lumen. Stellenweise finden sich Interzellularen vor. Diese Zellen sind stark verholzt. Die einzelnen Palisadenwände sind nach aussen miteinander verbunden, nach innen zu verlieren sie sich ins innen liegende Gewebe. *Kollabierte Zellschicht:* Besteht aus wenig differenziertem Gewebe; stellenweise sind horizontal gestreckte, schwach verholzte Zellen mit welligen Wänden, von Interzellularen begleitet, erkennbar. Die feinere Zellstruktur liess sich auch nach Anwendung von Quellungsmitteln nicht erkennen. Den innersten Abschluss in dieser Schicht bildet eine gelb bis grünlich erscheinende Zone von nicht verholztem Gewebe. Hier finden sich bisweilen Spiralgefässe vor, welche nach Wilpert die Gefässbündel der Raphe darstellen. *Innere Epidermis der Testa:* Besteht aus einer Lage tangential gestreckter, dickwandiger Zellen von unregelmässigem Bau und zellulosischer Reaktion. *Perisperm* und *Endosperm:* Fehlen. *Embryo:* Die Epidermis des Kotyledonen besteht aus ± isodiametrischen, leicht verdickten Zellen. Die Membran ist schwach verdickt. Nach innen zu schliessen sich ca. 3 Lagen palisadenartig gestreckter, dünnwandiger Zellen an. Dann folgen Aërenchymzellen mit Interzellularen. Die Anlage der Gefässbündel ist noch meristematisch. Hypotokyl und Radikula sind noch nicht voneinander differenziert, sie bestehen im Längsschnitt aus geradlinig in vertikaler Richtung angeordneter, ± isodiametrischer Zellen, die sich leicht abtrennen vom unregelmässig gebauten Grundparenchym. Auch die Plumula ist noch nicht differenziert, sondern besteht lediglich aus einem vorgewölbten Grundgewebe von ± isodiametrischen Zellen, die nach aussen durch eine Epidermis abgegrenzt ist, welche gleichen Bau wie die Epidermis der Kotyledonen aufweist. Die Zellen des Embryo enthalten viel fettes Oel und Aleuronkörner. Wir fanden die Aleuronkörner im entfetteten Glyzerinpräparat klein, rundlich, ohne deutliche Struktur und zur Differenzialdiagnose nicht von Bedeutung. Daneben fanden wir Kalziumoxalatkristalle. Sie messen bis zu 6 μ, sind hauptsächlich in der Mitte des Kotyledonargewebes sowie in der innern und äussern Epidermis lokalisiert und haben prismatische und kubische Formen. Stärke wurde nicht gefunden. Der Pappus ist bei ausgereiften Früchten meist abgebrochen. Er besteht aus Bündelhaaren, von denen jedes ein Bündel von unten zusammengewachsenen, an der Spitze dornartig abstehenden, einzelligen Einzelhaaren besteht, ähnlich wie bei Flos Arnicae.

Arctium minus (Hill.) Bernh.

Kleinköpfige Klette.

Fundort des untersuchten Materials: Baden, Lägern, Lugano, Kippel (Wallis).

Makroskopische Merkmale.

Wurzel : Einfache, ab und zu ästig verzweigte, spindelförmige, fleischige Wurzel von gleichem Habitus wie A. Lappa, jedoch meist kleiner und dünner. Auch im Querschnitt ist makroskopisch kein Unterschied festzustellen. Der Geruch ist aromatisch-narkotisch. Der Geschmack schleimig, süsslich, dann bitterlich.

Blatt : Die grundständigen Blätter des 1. Jahres unterscheiden sich nicht von denen von A. Lappa. Die Laubblätter des 2. Jahres sind breit bis länglich-oval, am Grunde kegelförmig zugespitzt oder herzförmig. Der Blattrand ist ganz oder entfernt knorpelig gezähnt mit schwacher Stachelspitze, oberseits grün, flaumig, unterseits graugrün, filzig, verkahlend.

Frucht : Gelbbraun bis tief dunkelbraun, länglich-eiförmig bis keilartig, seitlich eingedrückt, teilweise am Rücken schwach gekrümmt, wenig gefleckt, am Grunde schwach querrunzelig, mit deutlich hervortretenden, längs verlaufenden Hauptrippen und zarten Nebenrippen. Am obern Ende zeigt eine schwach trichterartige Vertiefung mit eiförmigem Griffelrest die Ansatzstelle des Pappus, der bei ausgereiften Früchten meist abgebrochen ist. Der Griffelrest überragt meist noch die Insertionsstelle des Pappus. Am andern Ende zeigt eine kleine Narbe die flache Ansatzstelle der Frucht.

Länge der Frucht : 5—6 mm.

Im Querschnitt sind Frucht- und Samenschale zu erkennen, welche die harte, lederartige Wandung bilden, die die weissen Kotyledonen umschliesst.

Mikroskopische Untersuchung.

Wurzel.

Im folgenden wird zur Hauptsache die Herbstwurzel des 1. Jahres beschrieben.

Querschnitt :

Aussenrinde : *Epidermis:* Sie ist regelmässig infolge Borkenbildung schon am Ende des 1. Jahres meist abgestossen; wenn noch vorhanden aus isodiametrischen bis tangential gestreckten, dünnwandigen Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand bestehend. *Kork :* Meist aus mehreren Lagen radial und tangential angeordnetem Plattenkork bestehend, dessen Zellen braunen, in Natronlauge mit zitronengelber Farbe, in konzentrierter Schwefelsäure mit roter Farbe löslichen Inhalt führen. *Phellogen :* Stellenweise differenzierbar als ± radial angeordnete, dünnwandige, schwach tangential gestreckte Zellen. *Phelloderm :* Nicht differenzierbar. *Parenchym :* Ovale, tangential gestreckte, dünnwandige Zellen, denen meist 1—3 radiale Trennwände eingelagert sind. Nach innen zu sind sie mehr gerundet. Bereits im Herbst des

1. Jahres ist fast kein Aussenrindenparenchym mehr vorhanden. *Endodermis:* Nur in der Wurzel des 1. Jahres differenzierbar. Ihre Zellen sind bei der Herbstwurzel schmal, isodiametrisch bis tangential gestreckt, dünnwandig, und weisen die Casparyschen Streifen auf. *Sekretbehälter:* Nach aussen hin an die Endodermis anliegend, finden sich schizogene Behälter vor. In einer kräftigen Wurzel sind bis 35 Sekretbehälter zu finden. Sie enthalten in frischen Wurzeln ein zitronengelbes Oel, das später braungelb wird und schliesslich verharzt. Daneben finden sich auch farblose Oeltropfen vor. Im Herbst des 1. Jahres beträgt die Weite der Sekretbehälter bis zu 150 μ. Im Frühjahr des 2. Jahres werden allmählich die Sekretbehälter mit der Endodermis bei der Abborkung nach aussen abgestossen. *Perikambium:* 1—3 Lagen schmaler, in tangentialer Richtung gestreckter Zellen, die sich nach innen zu an die Endodermis anschliessen.

Innenrinde: *Rindenstrahlen:* $\pm$ radial keilförmig gebaut, mit nur einer Zellage nach aussen und ca. 20 Zellreihen gegen das Kambium hin. Ihre Parenchymzellen sind kleiner als die der Markstrahlen, gerundet-polygonal mit kleinen bis grössern Interzellularen. *Siebröhren:* Liegen unregelmässig im Phloemparenchym verteilt, sind relativ derbwandig, oft in tangentialer Richtung polygonal gestreckt und enthalten stellenweise einen körnigen Inhalt, wobei bei Anfärben mit Jodjodkali sehr kleine Stärkekörnchen sichtbar werden. *Sklerenchymatische Elemente:* Im Frühjahr des 2. Jahres beginnt das Phloemparenchym zu verholzen; es bilden sich kräftige Bastfasern aus, die allmählich die Phloempartien umschliessen oder auch stellenweise diese nur seitlich begleiten. In der Nähe des Kambiums bleibt die Verholzung aus. Die verholzten Elemente sind eng- bis weitlumig. Gegen die Wurzelspitze hin werden sie spärlicher. *Markstrahlen:* Meist 10—20 Reihen breite, deutlich strahlig angeordnete, meist radial gestreckte, dünnwandige Zellen; nach aussen zu werden sie grösser und mehr gerundet, wodurch das Markstrahlgewebe breiter wird. Bei älteren Wurzeln sind die gegen das Kambium zu liegenden Markstrahlen verholzt und deutlich getüpfelt.

Kambium: Mehrere Lagen tangential gestreckter, dünnwandiger, radial angeordneter Zellen.

Holzkörper: Holzstrahlen und Markstrahlen sind deutlich radial angeordnet und lassen sich leicht differenzieren. *Holzstrahlen: Parenchym:* Gleich gebaut wie das Parenchym der Rindenstrahlen. *Leitelemente:* $\pm$ radial angeordnete, zu Gruppen vereinigte, besonders in der Nähe des Kambiums, oder vereinzelte Netzleistengefässe, die im Querschnitt gerundet polygonal erscheinen. Ihre Grösse schwankt zwischen 20 und 90 μ. *Sklerenchymatische Elemente:* Im Frühjahr des 2. Jahres beginnt bereits Faserbildung. Die an das Kambium anschlies-

senden Partien sind noch parenchymatisch, dann setzt aber rasche und starke Faserbildung ein, um dann wieder gegen das Zentrum hin in parenchymatisches Gewebe überzuleiten. Die Holzstrahlen haben infolge der Faserbildung ein charakteristisch keilförmiges Aussehen, breit gegen das Kambium zu, stark zugespitzt gegen das Mark hin. Die Fasern selbst bestehen im Querschnitt aus starkwandigen, weit- bis sehr englumigen, stark verholzten Zellen. Am Ende der Blütezeit ist die Faserbildung so stark fortgeschritten, dass gegen das Kambium zu an Stelle des früheren Grundparenchyms eine vollständige Verholzung getreten ist, wobei die Markstrahlen oft nur noch als radiale, 1—2 Zellen breite Strahlen zu erkennen sind. *Markstrahlen :* Sind strahlig angeordnet und gleich gebaut wie die der Rinde. Sie sind bei ältern Wurzeln infolge Faserbildung schmäler, nur noch 1—2 Zellreihen breit in Kambiumnähe, verholzt und dann reichlich getüpfelt. Gegen das Zentrum hin ist das Parenchymgewebe oft in Richtung der Markstrahlen zerrissen, bei ältern Wurzeln ist meist eine grosse, zentrale Höhlung vorhanden. Im Xylem finden sich ab und zu *sekundäre Markstrahlen,* die gleich gebaut sind wie die primären. *Primäres Xylem :* Im Zentrum der Wurzel zerstreut in kleine Gruppen von Gefässen, welche sich nicht unterscheiden von den Gefässgruppen des sekundären Holzes.

Nebenwurzeln.

Sie finden sich meist nur in geringer Anzahl und weisen im Prinzip den gleichen Bau auf wie die jungen Hauptwurzeln. Auf die aus ± isodiametrischen Zellen bestehende Epidermis folgt eine aus 1—2 Lagen bestehende *Hypodermis,* die stellenweise die Anlage des *Phellogens* darstellt, welches bei älteren Nebenwurzeln mehrere Lagen *Plattenkork* ausbildet. Die *Rinde* ist bei jungen Nebenwurzeln sehr breit, bei älteren besteht sie nur noch aus wenigen Zellreihen. Die *Endodermis* ist kräftig ausgebildet und besteht aus ± isodiametrischen, dünnwandigen Zellen, mit den charakteristischen Casparyschen Streifen an den Radialwänden. Zwischen den Endodermiszellen und den nach aussen anschliessenden Parenchymzellen bilden sich grössere Interzellularen, welche braune Sekretmassen enthalten und die Anlage der Sekretbehälter darstellen. Sie liegen in einem ± regelmässigen Kranz angeordnet. Die Endodermis wird nach innen zu durch einen meist deutlich ausgebildeten *Perizykel* begrenzt. Bei jungen Nebenwurzeln ist die Anlage der Gefässbündel noch diarch, erst später bilden sich weitere Xylemgruppen aus. Die *Gefässe* liegen ± radial hintereinander, nach aussen zu sehr klein, gegen das Zentrum zu grösser werdend. Auch die Phloempartien sind kräftig ausgebildet : Im Querschnitt polygonal erscheinende, derbwandige *Siebröhren* mit körnigem Inhalt, eingebettet in parenchymatisches Grundgewebe. Verholzte *Faserelemente* werden erst im 2. Jahre ausgebildet.

Inulin als Inhaltbestandteil der Kompositenwurzeln findet sich sowohl in den Parenchymzellen der Rinde als auch in denen des Holzes als amorphe Schollen oder Sphärokristalle.

Kristalle fehlen in der Wurzel.

Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

Flächenansicht : *Obere Epidermis :* Grösserzellig als die untere. Wellig bis wellig-buchtig, in der Nähe der Haarbasen und entlang der Nerven geradlinig-polygonal. *Kutikula :* Schwach gefältelt, Falten um die Spaltöffnungen und in der Umgebung der Haarbasenzellen strahlig angeordnet. Grösse der Epidermiszellen : 55—90 μ lang und 25—60 μ breit. *Spaltöffnungen :* Meist zahlreich, oval, seltener rundlich, von 3—4 Nebenzellen umgeben, 24—36 μ, meist 30—35 μ lang und 14 bis 27 μ, meist 19—22 μ breit. *Haare :* Gliederhaare mit 2—8 Gliedern auf einer $\pm$ rundlichen Zelle aufsitzend, mit sehr langer, schmaler, dünnwandiger, peitschenförmiger Endzelle. *Untere Epidermis :* Wellig-buchtig, entlang der Nerven und in der Umgebung der Zellen der Haarbasen $\pm$ geradlinig-polygonal. *Spaltöffnungen :* Zahlreich, in Ebene der Epidermis liegend, meist von 4—6 Nebenzellen umgeben, 20—30 μ, meist 24—27 μ lang und 16—22 μ, meist 18—21 μ breit. *Haare:* Geisselhaare aus 2—4 und mehr Stielzellen und einer sehr langen, vielfach gewundenen, an der Ansatzsstelle sich rasch verjüngenden Endzelle. Daneben finden sich zahlreich Kompositendrüsenhaare vor. In der Blattspreite, besonders aber entlang der Nerven finden sich Gliederhaare, gebaut wie die der Oberseite.

Querschnitt :

Blattspreite : Das Blatt zeigt bifazialen Bau. *Obere Epidermis :* Horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen, von einer schwach verdickten, stellenweise gefältelten Kutikula überzogen. Spaltöffnungen : Meist eingesenkt, seltener in Ebene der Epidermis liegend. *Haare :* Gliederhaare meist abgebrochen. *Palisaden :* 1, seltener 2 Lagen, wovon die obere lange, schlanke Zellen mit grossen Interzellularen, die untere mehr gedrungene, bisweilen rundliche Formen darstellen, mit ebenfalls grösseren Interzellularen. *Schwammparenchym :* 3—4 Lagen isodiametrischer bis horizontal gestreckter Zellen mit grossen Interzellularen, die bis zur untern Epidermis reichen. Sowohl in den Palisaden als auch im Schwammparenchym finden sich Sphärokristalle von Inulin. *Untere Epidermis :* Horizontal gestreckte bis isodiametrische Zellen. *Spaltöffnungen :* Ueber den Luftlücken in Ebene der Epidermis liegend oder erhöht. *Haare :* Geisselhaare, Kompositendrüsenhaare und Gliederhaare wie bei Arctium Lappa. *Kristalle :* Fehlen.

Mittelnerv : *Obere* und *untere Epidermis :* ± isodiametrische, dünnwandige Zellen, von einer schwach verdickten, gefältelten Kutikula überzogen. *Haare :* Mehrzellige, bis 11zellige Gliederhaare, die jedoch meist abgebrochen sind, daneben Peitschenhaare, wie bei der Blattspreite beschrieben; unterseits finden sich häufig Kompositendrüsenhaare. *Kollenchym :* Oben und unten mehrere Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen mit kleinen Interzellularen. *Parenchym :* Anschliessend an das Kollenchym einige Lagen ± gerundet-polygonale, dünnwandige Zellen mit kleinen Interzellularen; allmählich werden die Parenchymzellen gegen das Zentrum hin grösser. *Gefässbündel :* Verschieden grosse, kollateral gebaute Gefässbündelstränge, in der Mitte des Blattes ca. 10, liegen exzentrisch um eine grosse Luftlücke angeordnet. An der Peripherie der einzelnen Gefässbündel lassen sich die bei Arctium Lappa erwähnten Milchsaftröhren auch hier ab und zu beobachten. Das einzelne Gefässbündel ist wie folgt gebaut : *Endodermis :* Nicht deutlich differenzierbar. *Perizykel :* Halbmondförmig angeordnet um Xylem und Phloem : Mehrere Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen von verschiedener Grösse. *Phloem :* Nach aussen angeordnet. Unregelmässig gebaut. Zarte, kleine Zellen, Siebröhren darstellend, in dünnwandiges Phloemparenchym eingebettet. *Kambium :* Wenige Lagen dünnwandiger, ± radial angeordneter, stellenweise tangential gestreckter Zellen. *Xylem :* In radialen Reihen liegende Spiralgefässe, begleitet von Tracheiden, eingebettet in kollenchymatisches Grundgewebe. *Markstrahlen :* 1—2 Zellreihen breit. *Mark :* Fehlt. *Kristalle :* Fehlen.

Frucht.

***Fruchtwand :* Querschnitt :**

Epidermis (Exokarp) : Dünnwandige, ± radial gestreckte, zellulosische Zellen mit stark verdickter, glasiger, schwach vorgewölbter Aussenmembran und meist schiefliegenden, gefältelten Radialwänden. *Mesokarp :* Anschliessend an die Epidermis finden sich grosse, verholzte Netzleistenzellen mit Interzellularen, die nach innen zu kleinzelliger werden; sie sind besonders kräftig ausgebildet in den Rippen. Sie sind ungefähr 10 Lagen, in den Rippen 15—20 Zellagen breit. In den Rippen liegt je ein Gefässbündel mit kleinzelligem Phloem nach aussen und stark verholztem, kleinzelligem Xylem nach innen. Das *Endokarp* bildet eine braune Zone, welche zahlreiche schön ausgebildete Einzelkristalle von Kalziumoxalat enthält. Sie liegen in verschiedener Höhe und messen 7—9,5 μ in der Länge und 5,5—8 μ in der Breite.

Samen : *Testaepidermis :* Palisadenartig radial gestreckte Zellen mit sehr dicker, getüpfelter, schwach verholzter, farblos glasiger Wand und engem Lumen, stellenweise mit Interzellularen. *Kollabierte Zellschicht:* Wenig differenziertes Gewebe, undeutlich horizontal gestreckte Zellen, leicht verholzt mit welligen Wänden, begleitet von Interzellu-

laren. Als innersten Abschluss dieser Schicht findet sich eine gelb bis grünlich erscheinende Zone, die nicht verholzt ist, stellenweise erscheinen hier Spiralgefässe der Raphe. *Innere Epidermis der Testa:* Eine Lage tangential gestreckter, glasig durchscheinender, zellulosischer Zellen. *Perisperm* und *Endosperm:* Fehlen. *Embryo:* Die Epidermis der Kotyledonen besteht aus ± isodiametrischen bis radial gestreckten Zellen. Die Membran ist schwach verdickt; nach innen zu schliessen sich 3—4 Lagen palisadenartig langgestreckter, dünnwandiger Zellen an. Weiter nach innen finden sich Parenchymzellen mit Interzellularen. Die Anlage der Gefässbündel ist noch meristematisch. Hypokotyl und Radikula bestehen aus ± isodiametrischen, geradlinig in vertikaler Richtung angeordneten Zellen und lassen sich so differenzieren vom umliegenden Grundparenchym. Die Plumula besteht lediglich aus vorgewölbtem Grundgewebe von ± isodiametrischen Zellen, deren Epidermis wie die der Kotyledonen gebaut ist. In den Zellen des Embryo sind fettes Oel sowie Aleuronkörner enthalten. Letztere sind farblos, mit Jodjodkali gelb, rundlich, klein, ohne deutliche Struktur. In der Mitte des Kotyledenargewebes sowie in der innern und äussern Epidermis finden sich Kalziumoxalatkristalle.

Arctium nemorosum Lej. u. Court.

Hainklette.

Fundort des untersuchten Materials: Wettingen, Lägern, Wallenstadtberg, Lugano.

Makroskopische Merkmale.

Wurzel: Einfache oder wenig verzweigte Wurzel von spindelförmigem, fleischigem Bau, sonst von gleichem Habitus wie die der oben beschriebenen Arten. Ist im Herbst des 1. Jahres noch am wenigsten entwickelt, da sie bei gleichzeitiger Aussaat das langsamste Wachstum zeigt, was auch von Wilpert (61) beobachtet wurde. Hingegen entwickelt sie sich im folgenden Jahre um so stärker und übertrifft dann an Grösse und Stärke meist die Wurzeln der andern Arten.

Im Querschnittsbild unterscheidet sie sich makroskopisch nicht von den Wurzeln der andern Arten.

Blatt: Die grundständigen Blätter des 1. Jahres unterscheiden sich kaum von denen der andern Arten, wenn die Pflanzen unter gleichen Bedingungen kultiviert werden. Sonnenexemplare sind mehr behaart als solche, die im Schatten gewachsen sind. Die Laubblätter des 2. Jahres sind herz-eiförmig, entfernt knorpelig gezähnt, dünn, oberseits kahl und grün, unterseits grau-grünfilzig bis fast kahl (bei Schattenexemplaren).

Frucht: Dunkelgrau-braun, länglich eiförmig bis keilartig, seitlich zusammengedrückt, teilweise am Rücken gekrümmt, schwach gefleckt,

leicht runzelig, besonders oberwärts, mit längs verlaufenden Hauptrippen und undeutlich oder ganz fehlenden Nebenrippen. Am obern Ende ist die trichterförmige Ansatzstelle des Pappus sichtbar, wobei der Griffelrest dieselbe leicht überragt. Am andern Ende ist die Ansatzstelle der Frucht auf dem Blütenboden noch als kleine Narbe sichtbar.

Länge: 7—11 mm.

Das Querschnittsbild zeigt die harte, lederartige Wandung als aus Frucht- und Samenschale bestehend; sie birgt den weissen Embryo.

Mikroskopische Untersuchung.

Wurzel.

Im folgenden wird zur Hauptsache die Herbstwurzel des 1. Jahres beschrieben.

Querschnitt:

Aussenrinde: *Epidermis:* Sie ist nur in ganz jungen Wurzeln zu erkennen, bestehend aus ± isodiametrischen, dünnwandigen Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. *Kork:* Mehrere Reihen von radial und tangential angeordnetem Plattenkork, dessen Zellen braunen Inhalt führen. *Phellogen:* Nur schwer differenzierbar, stellenweise wenige Lagen ± radial angeordneter, dünnwandiger, tangential gestreckter Zellen. *Phelloderm:* Vom Parenchym der Aussenrinde nicht differenzierbar. *Parenchym:* In tangentialer Richtung schwach gestreckte, ovale, dünnwandige Zellen, welche oft 1—3 radiale Trennwände aufweisen. Nach innen zu werden sie mehr polygonal. Stellenweise sind grosse Interzellularen vorhanden, welche mehrere Zellen umfassen. *Endodermis:* In der Wurzel des 1. Jahres eine Lage schmaler Zellen von ± quadratischem Umriss, teilweise tangential gestreckt, deren Radialwände die typischen Casparyschen Streifen aufweisen. *Sekretbehälter:* Nach aussen zu anschliessend an die Endodermis findet sich ein Kranz von bis gegen 40 schizogenen Sekretbehältern, welche ± gleichmässig um die Endodermis verteilt sind; der Abstand der einzelnen Sekretbehälter voneinander schwankt zwischen ca. 5—25 Zellen. Die Weite der Sekretbehälter kann bis 60 μ betragen. Im Frühjahr des 2. Jahres sind die Sekretbehälter mit der Endodermis infolge des Dickenwachstums zwischen den Korkbändern zu finden und werden bald bei der Abborkung nach aussen abgestossen. *Perikambium:* Nach innen zu, an die Endodermis sich anschliessend, finden sich 1—3 Lagen schmaler, in tangentialer Richtung gestreckte Zellen.

Innenrinde: *Rindenstrahlen:* Keilförmig, nach aussen zu nur 1, nach innen zu ca. 20 Zellreihen stark, ± strahlig angeordnet. Die Parenchymzellen sind dünnwandig, ± polygonal bis radial schwach gestreckt; sie sind kleinzelliger als die der Markstrahlen und weisen

kleinere bis grössere Interzellularen auf. *Siebröhren:* Unregelmässig in Gruppen verteilt. Sie sind derbwandig-polygonal, oft in tangentialer Richtung gestreckt. *Sklerenchymatische Elemente:* Im Frühjahr des 2. Jahres beginnt bereits eine Faserbildung im Phloemparenchym sowie auch eine Verholzung einzelner Siebröhren. Die einzelnen gelblichen Fasern sind weit- bis sehr englumig, im Querschnitt polygonal. *Markstrahlen:* Deutlich strahlig angeordnet, meist 10—20 Reihen breit bei der Herbstwurzel des 1. Jahres. Dünnwandige, radial gestreckte Zellen, die nach aussen zu mehr isodiametrisch werden, wodurch das Markstrahlgewebe sich stark erweitert und die Rindenstrahlen einengt. In älteren Wurzeln, so während der Blütezeit, sind die Markstrahlzellen der Rindenschicht nach innen zu verholzt und oft deutlich getüpfelt.

Kambium: Mehrere Lagen radial angeordneter, dünnwandiger, tangential gestreckter Zellen.

Holzkörper: Holzstrahlen und Markstrahlen sind voneinander deutlich differenziert. Sie sind radial angeordnet. *Holzstrahlen: Parenchym:* Deutlich strahlig angeordnet, die Zellen sind gleich gebaut wie das Parenchym der Rindenstrahlen. *Leitelemente:* Die Netzgefässe sind einzeln oder zu Gruppen vereinigt, ± radial angeordnet; sie sind oft von Tracheiden begleitet. Im Querschnitt erscheinen sie gerundet-polygonal. Ihre Grösse ist bei der Wurzel des 1. und 2. Jahres ungefähr gleich und schwankt zwischen 20 und 90 μ. *Sklerenchymatische Elemente:* Die Herbstwurzel des 1. Jahres ist noch nicht verholzt. Im Frühjahr des 2. Jahres setzt starke Faserbildung ein, die dann zur Blütezeit im Sommer das ganze sekundäre Holz erfasst. Um diese Zeit liegen die Gefässe fast vollständig in Fasern eingebettet, nur ab und zu ist noch etwas parenchymatisches Grundgewebe vorhanden. Die Fasern sind weit- bis sehr englumig, von recht verschiedener Grösse und unregelmässigem Bau. Sie sind stark verholzt. *Markstrahlen:* In den Wurzeln des 1. Jahres sind sie noch parenchymatisch, strahlig angeordnet und gleich gebaut wie die der Rinde. Stellenweise setzt auch innerhalb des Markstrahlgewebes bei zunehmendem Alter der Wurzel starke Faserbildung ein, und man kann eine deutliche Umwandlung von Markstrahlzellen in Holzfasern beobachten. *Primäres Xylem:* Im Zentrum liegen kleine Gruppen von Gefässen, welche sich nicht unterscheiden von den Gefässgruppen des sekundären Holzes. Fasern sind hier nur spärlich vorhanden oder fehlen ganz. Gegen das Zentrum hin findet sich oft stark zerrissenes Markstrahlgewebe.

Nebenwurzeln.

Sie zweigen nur in geringer Anzahl von der Hauptwurzel ab und sind im Prinzip gleich gebaut wie junge Hauptwurzeln. In jungen Stadien weisen sie diarchen Bau auf. Ihre Endodermis ist bei Handschnitten

an den Casparyschen Streifen leicht zu erkennen. Fast jede Interzellulare zwischen Endodermis und der folgenden Zellschicht nach aussen zu stellt einen im Entstehen begriffenen Sekretraum dar, welcher bereits schon bräunliche Sekretmassen enthält.

Inulin: Findet sich sowohl in dem Rindenparenchym als auch im Parenchym des Holzkörpers in Form von amorphen Massen oder Sphäriten.

Kristalle fehlen.

Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

Flächenansicht:

Obere Epidermis: Grösserzellig als die untere. Wellig bis welligbuchtig, in der Nähe der Haarbasen und entlang den Nerven mehr geradlinig bis wellig-polygonal. Grösse der Epidermiszellen: 33—75 μ lang, 20—45 μ breit. *Kutikula:* Um die Haarbasen und Spaltöffnungen strahlig gefältelt, über den Nerven in Richtung derselben gefältelt. *Spaltöffnungen:* Häufig bis selten (Schattenexemplare), 24—36 μ, meist 30—33 μ lang und 20—27 μ, meist 21—24 μ breit. *Haare:* Gliederhaare vom gleichen Bautyp wie bei Arctium Lappa. *Untere Epidermis:* Wellig-buchtig entlang den Nerven in Richtung derselben gestreckt geradlinig-polygonal. Eine Fältelung der Kutikula wurde nicht beobachtet. *Spaltöffnungen:* Zahlreich, oval bis rundlich, von 4—6 Nebenzellen umgeben, 21—33 μ, meist 24—30 μ lang und 16—30 μ, meist 19—22 μ breit. *Haare:* Peitschenhaare, sehr viele, mehrzellige Gliederhaare besonders entlang der Nerven, häufig; Kompositendrüsenhaare zahlreich.

Querschnitt:

Blattspreite: Das Blatt zeigt bifazialen Bau. *Obere Epidermis:* Horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen, von einer dünnwandigen, stellenweise gefältelten Kutikula überzogen. *Spaltöffnungen:* Eingesenkt, seltener in Ebene der Epidermis liegend. *Haare:* Gliederhaare zahlreich, meist abgebrochen. *Palisaden:* 1—2 Lagen breit, wovon die obere mehr längliche, schlanke, die untere mehr gedrungene, rundliche Zellen aufweist; zwischen den einzelnen Zellen sind zum Teil grosse Interzellularen. *Schwammparenchym:* 3—4 Lagen rundlicher bis länglich abgeplatteter Zellen mit zum Teil recht grossen Interzellularen, besonders gegen die untere Epidermis hin, so dass hier grössere Luftlücken entstehen. Sowohl die Palisadenzellen als auch das Schwammparenchym führen Inulin-Sphärokristalle. *Untere Epidermis:* Kleinzelliger als die obere. Schwach horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen über den Luftlücken blasig aufgetrieben. *Spaltöffnungen:* Ueber den Luftlücken in Ebene der Epidermis liegend oder etwas erhöht.

Haare: Geisselhaare zahlreich, Gliederhaare besonders entlang den Nerven und Kompositendrüsenhaare häufig, von gleichem Bautypus wie bei Arctium Lappa.

Mittelnerv: *Obere* und *untere Epidermis:* ± isodiametrische Zellen mit verdickter, gefältelter Aussenwand. *Haare:* Oben und unten mehrzellige Gliederhaare (bis 13zellig), meist abgebrochen, unterseits noch Geisselhaare und Kompositendrüsenhaare. *Kollenchym:* Oben und unten mehrere Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen mit kleinen Interzellularen. *Parenchym:* Verschieden grosse, dünnwandige, in der Nähe des Kollenchyms noch rundliche, nach innen zu mehr polygonale Zellen mit kleinen, zum Teil sehr grossen Interzellularen. *Gefässbündel:* Kollateral gebaut, ca. 10 Gefässbündelstränge in der Blattmitte exzentrisch um eine grosse Luftlücke angeordnet. Milchsaftgefässe an der Peripherie der einzelnen Gefässbündel sind meist nur schwer zu erkennen und nur vereinzelt vorhanden. *Endodermis:* Nicht deutlich differenziert; stellenweise erkennbar als ± isodiametrische, dünnwandige Zellen. *Perizykel:* Anschliessend an die Endodermis über dem Phloem halbmondförmig angeordnet, sowie auf Seite des Xylems halbmondförmiger Belag von mehreren Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen von verschiedener Grösse. *Phloem:* Unregelmässig angeordnete, dünnwandige kleine Zellen in dünnwandigem Parenchym eingebettet. *Kambium:* Mehrere Lagen ± radial angeordneter, schwach tangential gestreckter Zellen. *Xylem:* ± strahlig gebaut. Spiralgefässe erscheinen im Querschnitt gerundet-polygonal und sind begleitet von Tracheiden. *Markstrahlen:* 1—2-zellreihig. *Mark:* Fehlt. *Kristalle:* Fehlen.

Frucht.

***Fruchtwand:* Querschnitt:**

Epidermis (Exokarp): Meist zusammengefallen oder dann etwas radial gestreckte, weite, grosse Zellen mit dünnen, schiefliegenden, gefältelten Radialwänden und glasig durchscheinender, stark verdickter, nicht verholzter Aussenwand. Ueber den Rippen sind die Epidermiszellen bedeutend niedriger. *Mesokarp:* Besteht aus ca. 10 Lagen, in den Rippen bis zu 25 Lagen dickwandiger, polygonaler, schwach verholzter Netzleistenzellen, die in der Mitte der Rippen recht gross sind, nach aussen zu etwas kleiner, nach innen gegen den Kristallzellgürtel sehr klein werden. Dazwischen finden sich Interzellularen. In der Mitte der Rippen liegt je ein Gefässbündel, das aus 4—6 Spiralgefässen, nach aussen zu aus kleinzelligem, nur schwer erkennbarem Phloem besteht. *Endokarp:* Nach innen zu wird das Mesokarp durch eine braune Zone von nicht differenzierbarer Zellstruktur begrenzt, in welcher sich Einzelkristalle von Kalziumoxalat vorfinden. Die Kristalle liegen in verschiedener Höhe und weisen Tafelform auf. Sie messen 6,5—8,5 μ in der Länge und 5,5—8 μ in der Breite.

Samen : *Testaepidermis :* Mächtig entwickelter Palisadengürtel, bestehend aus stark radial gestreckten, dickwandigen, englumigen, verholzten, getüpfelten Radialwänden und mit einer nach aussen zu ebenfalls dickwandigen, verholzten Zelle, nach innen zu jedoch mit einer nur sehr dünnwandigen Zellwand. *Kollabierte Zellschicht :* Anschliessend an den Palisadengürtel folgt ein wenig differenziertes Gewebe aus länglichen, schwach verholzten Zellen mit Interzellularen; nach innen zu wird diese Schicht durch eine gelb erscheinende Zone begrenzt, welche nicht verholzt ist. Hier finden sich stellenweise Spiralgefässe der Raphe. *Innere Epidermis der Testa :* Besteht aus tangential gestreckten, dickwandigen, glasig durchscheinenden, unverholzten Zellen. *Perisperm* und *Endosperm :* Fehlen. *Embryo :* Die Epidermis besteht aus isodiametrischen bis schwach radial gestreckten Zellen mit schwach verdickter Aussenmembran. Unter der Epidermis finden sich sowohl nach aussen wie nach innen ca. 2 Lagen palisadenartig gestreckter, dünnwandiger Zellen. Dann folgen mehrere rundliche Parenchymzellen mit Interzellularen. Die Anlage der Gefässbündel ist noch meristematisch. Hypokotyl und Radikula bestehen im Längsschnitt aus geradlinig, in vertikaler Richtung des Embryo angeordneter, ± isodiametrischer Zellen, welche sich leicht differenzieren vom unregelmässig gebauten Grundparenchym, deren Zellen jedoch untereinander noch nicht differenzierbar sind. Ebenso ist die Plumula nur erkenntlich an dem vorgewölbten Grundgewebe von ± isodiametrischen Zellen, nach aussen durch eine gleichgebaute Epidermis wie die der Kotyledonen abgegrenzt. In den Zellen des Embryo sind fettes Oel und kleine, rundliche Aleuronkörner vorhanden. Gegen die Mitte des Kotyledonarparenchyms sowie in den Zellen der innern und äussern Epidermis finden sich Kalziumoxalatkristalle.

Arctium tomentosum Miller.

Filzige Klette.

Fundort des untersuchten Materials : Fabrikareal der AG. vorm. B. Siegfried, Zofingen.

Makroskopische Merkmale.

Wurzel : Einfache, meist nicht oder nur wenig verzweigte Wurzel von spindelförmigem Aussehen. In frischem Zustand fleischige, bis zu 4 cm dicke und bis zu 1,5 m lange Wurzel. Sie ist getrocknet etwas weniger ausgeprägt längsrunzelig als die Wurzeln der übrigen Arten, sonst aber gebaut wie diese. Das Querschnittsbild zeigt makroskopisch das gleiche Aussehen wie die Wurzeln der andern Arten.

Blatt : Die grundständigen Blätter des 1. Jahres sind kaum von denen der andern Arten zu unterscheiden. Die Laubblätter des 2. Jahres

sind breit herzförmig bis rundlich, ganzrandig oder entfernt klein knorpelig gezähnt, oberseits hellgrün, kahl oder schwach flaumig, unterseits dicht graufilzig bis fast kahl.

Frucht : Hellgraubraun, länglich-eiförmig bis keilartig, seitlich zusammengedrückt, am Rücken teilweise schwach gekrümmt, dicht gefleckt, schwach unregelmässig querrunzelig mit deutlich hervortretenden, längs verlaufenden Haupt- und deutlich zarteren Nebenrippen. Der Griffelrest am obern Ende überragt schwach die Ansatzstelle des Pappus. Am untern Ende ist die flache Ansatzstelle der Frucht als kleine Narbe sichtbar.

Länge der Frucht : 4—6 mm.

Das Querschnittsbild zeigt die Frucht- und Samenschale, welche die harte, lederartige Wandung bildet und die die weissen, flachen Kotyledonen umschliesst.

Mikroskopische Untersuchung.

Wurzel.

Im folgenden wird zur Hauptsache die Herbstwurzel des 1. Jahres beschrieben.

Querschnitt :

Aussenrinde : *Epidermis :* Isodiametrische bis schwach tangential gestreckte Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. Bereits im Verlauf des Sommers des 1. Jahres wird infolge Borkenbildung die Epidermis nach aussen abgestossen. *Kork :* Schon im Laufe des 1. Jahres kommt es zur Abscheidung von radialen, tangential angeordneten Plattenkorkes, der infolge seines Inhaltes stark braun gefärbt ist. *Phellogen :* In jungen Sämlingswurzeln kann beobachtet werden, wie durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand in der Hypodermis ein Phellogen entsteht, welches rasch zur Funktion kommt. In spätern Wurzelstadien ist das Phellogen stellenweise noch differenzierbar als ± radial angeordnete, tangential gestreckte, zartwandige Zellen. *Phelloderm :* Vom Aussenrindenparenchym nicht differenzierbar. *Parenchym :* In jungen Wurzeln noch mehrere Reihen dünnwandiger, meist in tangentialer Richtung oval gestreckte Zellen, denen oft noch 1—3 radiale Trennwände eingelagert sind, mit kleinen bis grössern Interzellularen. Im Parenchymgewebe findet sich stellenweise, besonders in ältern Wurzeln, in tangentialer Richtung zerrissenes Gewebe, wodurch grössere Luftlücken entstehen. *Endodermis :* Eine schmale Lage dünnwandiger Zellen von meist quadratischem Umriss, deren Radialwände die Casparyschen Streifen aufweisen. *Sekretbehälter :* Nach aussen zu anschliessend an die Endodermis finden sich schizogene Sekretbehälter, deren Epithelzellen zartwandig sind und ein gelbes, ätherisches Oel abscheiden, das später verharzt. Die Weite der Sekretbehälter misst 25

bis 60 μ. Sie liegen in einem Kranz von bis ca. 35 Sekretbehältern um die Endodermis angeordnet. *Perikambium:* Nach innen zu anschliessend an die Endodermis folgt eine Zellschicht, welche 2—4 Lagen zartwandige, radial angeordnete, tangential gestreckte Zellen ausbildet.

Innenrinde : *Rindenstrahlen :* ± radial gebaut. Die Parenchymzellen der Rindenstrahlen sind kleiner als die der Markstrahlen; sie sind gerundet mit grösseren bis kleineren Interzellularen. Nach aussen hin werden die Rindenstrahlen immer schmäler und spitzen sich allmählich gerundet keilförmig zu, da sie hier nur noch etwa 1 Zellreihe umfassen, während gegen das Kambium hin ca. 20 Zellreihen vorhanden sind. *Siebröhren :* Liegen zu Gruppen vereinigt unregelmässig verteilt im Rindenstrahlparenchym und sind von derbwandiger, im Querschnitt polygonaler Gestalt. *Sklerenchymatische Elemente :* Im Frühjahr des 2. Jahres setzt im Phloem stellenweise starke Faserbildung ein. Es bilden sich sowohl aus den Parenchymzellen wie aus den Siebröhren Fasern, die rasch verholzen. Die Fasern sind meist weitlumig. *Markstrahlen :* ± radial angeordnete, dünnwandige Zellen, in der Nähe des Kambiums kleinzellig, meist etwas in radialer Richtung gestreckte, nach aussen zu grosszelligere, gerundete Zellen mit kleinen Interzellularen. Allmählich verlieren sich die Markstrahlen in den äussern Partien des Innenrindenparenchyms, da sie sich von diesen Zellen nicht unterscheiden. Die nach innen zu liegenden Markstrahlen des Rindenteils sind bei ältern Wurzeln verholzt und oft stark getüpfelt.

Kambium : Bei Arctium tomentosum findet sich wohl das breiteste Kambium unter unsern einheimischen Arten, und zwar in allen Altersstadien von der Sämlingswurzel bis zur blühenden Pflanze. Bei der Herbstwurzel des 1. Jahres wurden bis 12 Reihen radial angeordneter, dünnwandiger, tangential gestreckter Zellen beobachtet.

Holzkörper : Holzstrahlen und Markstrahlen sind voneinander deutlich differenziert. *Holzstrahlen: Parenchym:* Deutlich radial angeordnet und gleich gebaut wie das Parenchym der Rindenstrahlen. *Leitelemente:* ± radial angeordnete einzelne oder zu Gruppen vereinigte Netzleistengefässe mit grossen Spalttüpfeln, sowie Spiralgefässe, welche im Querschnitt gerundet polygonal erscheinen. Sie messen in der Wurzel des 1. Jahres 20—85 μ, in der Wurzel des 2. Jahres 30—125 μ (diese Messung würde die Gefässgrössen selbst von A. Lappa übertreffen, dürfte aber auf eine mehr als 2jährige Wurzel schliessen lassen. A. tomentosum kann ja, wie wir eingangs schon erwähnten, vieljährig werden). *Sklerenchymatische Elemente :* Analog zur Faserbildung in der Rinde setzt auch die Faserbildung im Holzkörper ein. Das Parenchym der Holzstrahlen ist bis weit gegen das Wurzelzentrum zu verholzt. Die einzelnen Fasern sind in der Nähe des Kambiums ± strahlig angeordnet und leicht

tangential gestreckt, ahmen also die Gestalt der Kambialzellen nach; weiter nach innen zu sind sie unregelmässig gebaut von recht verschiedener Grösse und deutlichem Lumen. *Markstrahlen:* Von gleichem Bau wie die Markstrahlen des Rindenteils, auch hier gegen das Kambium hin schmal, weil stark radial gestreckt, gegen das Zentrum hin mehr gerundet und dadurch breiter. Bei ältern Wurzeln sind infolge eingetretener Verholzung die Markstrahlen in der Nähe des Kambiums nur noch 1—2 Zellagen breit, leicht verholzt und reich getüpfelt, gegen das Zentrum zu hingegen noch zellulosisch und nur selten getüpfelt. Gegen das Zentrum hin ist das Gewebe in Richtung der Markstrahlen bei ältern Wurzeln stark zerrissen, so dass um die Blütezeit herum eine grosse, zentrale Höhlung vorhanden ist. Im Xylem können ab und zu *sekundäre Markstrahlen,* 1—2 Zellreihen breit, beobachtet werden. *Primäres Xylem:* Zersprengt in kleine Einzelgruppen von Gefässen oder auch nur als Einzelgefässe, welche sich nicht unterscheiden von den innern Partien des sekundären Xylems.

Nebenwurzeln.

Es zweigen nur wenige Nebenwurzeln von der Hauptwurzel ab. Sie entstehen aus dem unter der Endodermis liegenden Perikambium. Im Prinzip sind sie gleich gebaut wie die jungen Hauptwurzeln, nur ist die Endodermis hier kräftiger ausgebildet. Auch die Anlage der Sekretbehälter ist deutlicher zu beobachten als bei jungen Hauptwurzeln.

Inulin: Findet sich im Rinden- und Holzparenchym in Form von amorphen Massen oder Sphäriten.

Kristalle fehlen.

Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

Flächenansicht: *Obere Epidermis:* Geradlinig bis wellig-polygonal, selten wellig-buchtig. Die Zellen sind 35—70 μ lang und 15—45 μ breit. *Kutikula:* Gefältelt, in der Nähe der Spaltöffnungen und um die Haarbasen herum strahlig gefältelt. *Spaltöffnungen:* Meist zahlreich rundlich bis oval, 21—33 μ, meist 27—30 μ lang und 15—27 μ, meist 18—24 μ breit. Die Spaltöffnungen sind von 3—6, meist 4 nicht differenzierten Nebenzellen umgeben. *Haare:* Gliederhaare häufig, von recht verschiedener Grösse und gleichem Bautyp wie bei A. Lappa. Das Grundblatt des 1. Jahres weist bedeutend mehr Haare auf als das Laubblatt des 2. Jahres. Die Gliederhaare finden sich über die ganze Blattspreite verteilt, besonders aber reichlich den Nerven entlang sowie am Blattrande. *Untere Epidermis:* Wellig-buchtig, den Nerven entlang in Richtung der Nerven gestreckt geradlinig-polygonal. *Spaltöffnungen:* Zahlreich, rundlich bis oval, 18—27 μ, meist 21—24 μ lang und 13 bis 20 μ, meist 15—18 μ breit, von 4—5 Nebenzellen umgeben. *Haare:*

Unter allen Arctiumarten ist A. tomentosum am stärksten behaart. Geisselhaare : Sehr zahlreich. Kompositendrüsenhaare : Häufig. Gliederhaare : Weniger zahlreich als oberseits, bis 20zellig, besonders den Nerven entlang sowie am Blattrande, aber auch über die Blattspreite verteilt, etwas schlanker als die oberseits.

Querschnitt :

Blattspreite : Das Blatt ist bifazial gebaut. *Obere Epidermis :* Isodiametrische bis horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen, von einer dünnen, stellenweise gefältelten Kutikula überzogen. *Spaltöffnungen :* In Ebene der Epidermis liegend, seltener eingesenkt. *Haare :* Meist abgebrochen. *Palisaden :* Eine Lage schlanker, langer Zellen mit kleinen bis grössern Interzellularen, fast die Hälfte des Blattquerschnittes einnehmend. Selten ist noch eine zweite Lage mehr rundlicher Palisadenzellen zu erkennen. *Schwammparenchym :* 3—4 Lagen rundlicher bis länglich abgeplatteter Zellen mit zum Teil grossen Interzellularen, die bis zur untern Epidermis reichen können, wobei hier grössere Luftlücken auftreten. Sowohl in den Palisaden als auch im Schwammparenchym finden sich Sphärokristalle von Inulin. *Untere Epidermis :* Schwach horizontal gestreckte Zellen, über den Luftlücken etwas blasig aufgetrieben. *Spaltöffnungen :* Ueber den Luftlücken meist erhöht, seltener in Ebene der Epidermis liegend. *Haare :* Geisselhaare : Bestehend aus 1—3, meist 2 Stielzellen und einer langen, schmalen, vielfach gewundenen Endzelle. Gliederhaare : Fast ausschliesslich über den Nerven zu finden, sind jedoch meist abgebrochen, einzelne Glieder oft auch eingedrückt. Kompositendrüsenhaare : Aus 2 × 6 Stielzellen und und 2 blasig aufgetriebenen Sezernierungszellen bestehend, die jedoch oft abgebrochen oder eingedrückt sind.

Mittelnerv : *Obere* und *untere Epidermis :* ± isodiametrische Zellen mit verdickter, deutlich gefältelter Kutikula. *Haare :* Wie in der Blattspreite. *Kollenchym :* Oben und unten ca. 10 Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen von verschiedener Grösse und von kleinen Interzellularen begleitet. *Parenchym :* Gerundet polygonale, dünnwandige, grosse Zellen mit kleinen Interzellularen. *Gefässbündel:* Im Parenchymgewebe sind rund um eine oft sehr grosse zentrale Luftlücke ca. 10 kollateral gebaute, verschieden grosse Gefässbündel angeordnet. An der Blattbasis finden sich bis ca. 20 Gefässbündel, an der Blattspitze nur noch 1. *Perizykel :* Phloem und Xylem sind halbmondförmig umschlossen von kollenchymatisch verdickten Zellen. *Phloem :* Unregelmässig angeordnete kleine Zellen, welche die Siebröhren darstellen und meist zu Gruppen vereinigt sind, eingebettet in Phloemparenchym. *Kambium:* 3—4 Lagen ± radial angeordneter, schwach tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen. *Xylem :* ± radial angeordnete Spiralgefässe, begleitet von Tracheiden. *Markstrahlen :* 1—2-zellreihig. *Mark :* Fehlt.

Frucht.

Fruchtwand : Querschnitt :

Epidermis (Exokarp) : Dünnwandige, weite, grosse, über den Rippen hingegen kleine Zellen mit schiefen, gefältelten Radialwänden und dicker, glasiger, nicht verholzter Aussenmembran. *Mesokarp :* Ca. 10 in den Rippen bis 25 und mehr Lagen gerundeter bis gestreckt-polygonaler, netzleistenartig verdickter, dickwandiger Zellen, in der Mitte der Rippen am grössten, nach aussen und innen zu kleiner werdend, in der Nähe des Endokarps recht kleinzellig. In den Rippen liegt je ein Gefässbündel mit gut ausgebildetem Phloem nach aussen und nur wenig ausgebildetem Xylem nach innen. Nach innen zu wird das Perikarp durch das *Endokarp* abgeschlossen, eine braune, wenig differenzierte, stark verholzte Zone, in welcher eine Reihe tafelförmiger Einzelkristalle von Kalziumoxalat in verschiedener Höhe liegen. Sie sind 6—9 μ lang und 4—7,5 μ breit.

Samen : Testaepidermis : Sie besteht aus gleichmässig nebeneinanderliegenden, stark radial gestreckten Zellen, deren Radialwände sowie die Aussenwand dickwandig, verholzt, getüpfelt sind und enges Lumen aufweisen; die nach innen liegende Wand hingegen ist sehr dünnwandig. *Kollabierte Zellschicht :* Besteht aus wenig differenziertem Gewebe, ab und zu horizontal gestreckte Zellen mit welligen Wänden, die verholzt sind, umgeben von Interzellularen. Sonst ist dieses Gewebe weitgehend obliteriert. Als innerster Abschluss dieser Schicht findet sich eine gelbliche, nicht verholzte Zone, in der sich bisweilen Spiralgefässe der Raphe zeigen. *Innere Epidermis der Testa :* Eine Lage tangential gestreckter, dickwandiger, nicht verholzter Zellen. *Perisperm* und *Endosperm :* Fehlen. *Embryo :* Die Epidermis der Kotyledonen besteht aus isodiametrischen bis radial gestreckten Zellen mit schwach verdickter Membran. Nach innen zu schliessen sich 2—3 Lagen palisadenartiger Zellen an und zwar sowohl auf der Aussen- wie auf der Innenseite. Dann schliessen sich rundliche Parenchymzellen mit Interzellularen an. In der Mitte des Längsschnittes der beiden Kotyledonen ist die meristematische Anlage der Gefässbündel zu sehen. Hypokotyl, Radikula und Plumula sind voneinander noch nicht differenziert. In den Zellen des Embryo sind fettes Oel sowie kleine, rundliche Aleuronkörner enthalten. Gegen die Mitte der Kotyledonen sowie in der innern und äussern Epidermis finden sich Einzelkristalle von Kalziumoxalat.

Differenzierung der untersuchten Arctiumspezies.

Im folgenden werden kurz zusammenfassend wesentliche und differentialdiagnostisch wichtige Merkmale der untersuchten Arctium spezies an Hand einzelner Organe dargestellt.

Wurzel.

Es wurde eingangs schon erwähnt, dass verschiedene Autoren darin übereinstimmen, dass keine differentialdiagnostisch wichtigen Merkmale für die Wurzeln der einzelnen Arctiumspezies gefunden wurden, und auch Wilpert (61) weist darauf hin, dass seine von ihm aufgestellten Unterschiede zur Feststellung der abstammenden Art als unzulänglich gar nicht oder nur bedingt in Frage kommen. Auch wir fanden, dass die geringen Unterscheidungsmerkmale, die Wilpert aufstellt, meist gar nicht spezifisch sind, sondern mehr oder weniger für alle Arten gelten. So hat z. B. nicht nur A. Lappa enge und keilförmige Xylemplatten, sondern auch die andern von uns untersuchten Arten. In der Weite der Gefässe fanden wir bei sämtlichen Arten weitgehend übereinstimmende Verhältnisse. Die Verholzung ist nicht ein Art-, sondern ein Altersmerkmal. Die erst im 2. Jahre einsetzende Verholzung ist bei sämtlichen von uns untersuchten Arten in gleicher Weise zu beobachten; die stärkere Verholzung von A. tomentosum, welche Wilpert beschreibt, dürfte wohl auf eine mehr als zwei Jahre alte Wurzel schliessen lassen, da ja A. tomentosum vieljährig werden kann, wie wir eingangs schon erwähnten. Es stimmt, dass *A. nemorosum* am meisten Oelgänge aufweist, zugleich aber auch mit A. tomentosum die kleinsten. Auch ist bei dieser Spezies das Aussenrindengewebe oft stark zerrissen, was gleichermassen nur noch bei *A. tomentosum* beobachtet wurde. Bei letzterer ist auch von allen von uns untersuchten Arten das Kambium am stärksten entwickelt, und zwar in allen Altersstadien von der zirka 6 Wochen alten Sämlingswurzel bis zur Blütezeit. Bei gleicher Aussaat zeigt A. nemorosum das langsamste Wachstum (auch von Wilpert beobachtet). Das äussert sich auch darin, dass die Wurzel im Herbst des 1. Jahres bei A. nemorosum eine sehr breite Rinde aufweist, bei den andern Arten hingegen eine bedeutend schmälere; in der Natur wird jedoch nicht immer gleiche Aussaat sein, zudem werden die Drogen zu verschiedener Zeit gesammelt, so dass dieses Merkmal nicht differentialdiagnostisch ausgewertet werden kann.

Es ergibt sich aus den vorstehenden Ausführungen, dass eine Differentialdiagnose der Wurzeln der 4 untersuchten Arctiumarten nur in ganz beschränktem Ausmass möglich ist, da bei den einzelnen Spezies die Wurzeln in den verschiedenen Altersstadien histologische Verhältnisse aufweisen, die bei den Wurzeln der 3 andern Spezies ebenfalls genau gleich auftreten können. Für die Untersuchung der Handelsdrogen, ganz besonders wenn diese in geschnittener Form vorliegen, dürfte es fast immer unmöglich sein, auszusagen, von welcher Spezies das betreffende Drogenstück abstammt. Dagegen lässt sich im allgemeinen recht genau festlegen, in welchem Altersstadium die Wurzel gesammelt worden ist. Wir kommen darauf im Abschnitt Handelsdrogen zurück.

Blatt.

Während an Hand der histologischen Verhältnisse die Wurzeln und die Früchte der 4 untersuchten Arctiumspezies nicht differenziert werden können, gelingt dies relativ gut für die Blätter, und zwar vor allem an Hand der Flächenansichten der oberen Epidermen. *A. Lappa* sowie *A. tomentosum* haben vorwiegend geradlinig- bis wellig-polygonale Epidermiszellen, doch sind dieselben bei A. Lappa durchschnittlich grösser. Ebenso verhalten sich die Spaltöffnungen. *A. minus* und *A. nemorosum* haben mehr wellig-buchtige obere Epidermiszellen, doch sind dieselben bei A. minus durchschnittlich grösser als bei A. nemorosum, ihre Spaltöffnungen sind ungefähr in gleicher Grössenordnung. Das Querschnittsbild sowohl der Blattspreite wie auch das des Mittelnervs ist für die einzelnen Arten nicht charakteristisch. Die Spaltöffnungen variieren in ihrem Bau, stellen aber keine differentialdiagnostisch verwertbaren Merkmale dar. Die obere Epidermis ist bei allen Arten grosszelliger als die untere. Die Palisaden bestehen aus 1—2 Lagen, das Schwammparenchym aus 3—4 Lagen. Die Haarformen sind bei allen 4 Arten die gleichen; stärkere Behaarung weist A. tomentosum auf, während A. nemorosum durchschnittlich die schwächste Behaarung zeigt. Letztere bevorzugt ja gegenüber den andern Arten Schattenstandorte.

	A. Lappa	A. minus	A. nemorosum	A. tomentosum
obere Epidermiszellen	geradlinig bis wellig-polygonal	wellig bis wellig-buchtig	wellig bis wellig-buchtig	geradlinig bis wellig-polygonal
Grösse der oberen Epidermiszellen	45—135 μ l. 25— 45 μ br.	55—90 μ l. 25—60 μ br.	33—75 μ l. 20—45 μ br.	35—70 μ l. 15—45 μ br.
Spaltöffnungen oberseits	meist eingesenkt, zahlreich oval 24—36 μ l. 15—24 μ br.	meist eingesenkt, zahlreich oval 24—36 μ l. 14—27 μ br.	meist eingesenkt, häufig bis selten, oval 24—36 μ l. 20—27 μ br.	meist in Ebene d. E. zahlreich rundlich bis oval 21—33 μ l. 15—27 μ br.

Frucht.

Die Frucht zeigt mikroskopisch *keine* differentialdiagnostisch verwertbaren Merkmale. Unterschiede der von Gerdts (13) beschriebenen A. tomentosum, wonach bei dieser die Zellen der Palisadenschicht zuweilen durcheinandergewunden sind, während Ebert (8) das bei A. Lappa nie beobachten konnte, sind lediglich durch die verschiedenen Schnitte bedingt, und wir konnten bei sämtlichen untersuchten Arten

solche durcheinandergewundene Palisadenzellen beobachten, da diese ja, wie Wilpert (61) feststellte, nicht in Richtung der Radien, sondern schief zur Längsachse verlaufen, wodurch dann oft ein unregelmässiges Bild im Querschnitt erhalten wird.

Bei der Frucht ist viel eher eine *makroskopische* Differenzierung angezeigt, wobei die einzelnen Fruchtarten durch ihre Grösse sowie durch die Ausbildung von Nebenrippen unterschieden werden können; A. minus und A. tomentosum sind voneinander am schwersten zu differenzieren, wobei A. tomentosum durchschnittlich die kleinsten Früchte aufweist.

	A. Lappa	A. minus	A. nemorosum	A. tomentosum
Länge der Frucht	6—7 mm	5—6 mm	7—11 mm	4—6 mm
Nebenrippen	deutlich ausgebildet	deutlich ausgebildet	fehlen oder nur sehr undeutlich	deutlich ausgebildet

Verhalten der Drogen im Fluoreszenzmikroskop.

Da die anatomische Untersuchung der Wurzeln der 4 Arctiumarten keine differentialdiagnostisch wichtigen Merkmale ergab, versuchten wir eine Differenzierung mit Hilfe des Fluoreszenzmikroskopes. Zu diesem Zwecke wurde zunächst von *A. Lappa* der Querschnitt von Drogenmaterial, das in der feuchten Kammer aufgeweicht worden war, im auffallenden U.V.-Licht untersucht. Es zeigte sich dabei folgendes Bild : Das Grundparenchym von Rinde und Holz fluoreszierte gedämpft *stahlblau.* Die Gefässe und die Siebröhrenpartien leuchteten *gelblich,* das Kambium *braun.* Zur Differentialdiagnose der 4 Spezies wurden die Pulver trocken im auffallenden U.V.-Licht untersucht. Die Wurzelpulver des 1. Jahres zeigten für alle 4 Spezies eine *stahlblaue* Fuoreszenz, durchsetzt mit einzelnen *braungelben* Partikeln. Die Pulver von 2jährigen Wurzeln zeigten durchwegs *gelbbraune,* dunklere Partien, wobei nur kleinere Stellen intensives *bläuliches* Leuchten aufwiesen.

Dunn und Kimmer (7) untersuchten *Lappa* ebenfalls im U.V.-Licht und fanden den Querbruch bläulich; die Ganzdroge weist nach ihnen eine dunkle, konvexe Oberfläche auf und eine konkave Oberfläche mit leuchtend blauen, unregelmässigen Flecken.

An Hand unserer Befunde dürfte es praktisch nicht möglich sein, eine Differenzierung der von uns untersuchten Arten im U.V.-Licht zu gewährleisten.

Verhalten der Arctiumwurzeln bei Mikrosublimation.

Bei Mikrosublimation vom Metallblech aus (nach Ph. H. V) ergibt sich bei allen 4 Spezies ein Sublimat, das entweder aus harzartigen Tropfen oder aus winzig kleinen (ca. 1 μ), punktförmigen bis kantigen Kriställchen besteht. Das Sublimat ergibt die nachstehend beschriebene Reaktion mit konzentrierter Schwefelsäure und Natronlauge nicht. Die Mikrosublimation ist daher weder zur Diagnose von Wurzeln des Genus Arctium noch zur Differentialdiagnose der 4 Drogen liefernden Spezies brauchbar.

Verhalten der Drogen gegen verschiedene Reagenzien.

Es schien uns von Interesse, das Verhalten der Arctiumwurzeln gegen verschiedene, in der Mikroskopie gebräuchliche Reagenzien zu prüfen. Wir taten dies, um einerseits eine eventuelle Reaktion für sämtliche Vertreter des Genus Arctium zu finden und anderseits um festzustellen, ob durch eine Reaktion eine Differenzierung der einzelnen Arctiumspezies möglich sei. Zu diesem Zwecke haben wir sowohl Querschnitte durch die Ganzdrogen, die in der feuchten Kammer eingeweicht worden waren, als auch die Pulver in ihrem Verhalten gegen die folgenden Reagenzien geprüft : Mit konzentrierter *Schwefelsäure* erhielten wir auf Wurzelquerschnitten eine *kirschrote* Färbung, vorwiegend in der Aussenrinde. Konzentrierte *Natronlauge* bewirkt an der gleichen Stelle eine intensive *zitronen-* bis *kanariengelbe* Färbung. Bei Material, das in Glyzerin-Alkohol-Wasser eingeweicht worden war, erhielten wir die Reaktion ausschliesslich im Kork. Mit Molybdän-Schwefelsäure, Vanadin-Schwefelsäure, Selenigsäure-Schwefelsäure, Arsensäure-Schwefelsäure usw. erhielten wir keine Farbreaktionen.

Die erzielten Resultate ergeben folgendes: Die 4 zur Drogenproduktion benützten Arctiumspezies zeigen alle gleichartige Reaktion mit konzentrierter Schwefelsäure und Natronlauge. Der Sitz der diese Farbreaktionen ergebenden Stoffe scheint im Aussenrindenparenchym zu sein. Eine Differentialdiagnose der einzelnen Arctiumspezies durch Farbreaktionen ist dagegen unmöglich.

Untersuchung über den Aschengehalt.

Wie wir eingangs schon erwähnten, fordert die österreichische Pharmakopoe für die lufttrockene Klettenwurzel einen *Aschengehalt,* der nicht über 5 % betragen darf. Bei unsern Untersuchungen fanden wir für einjährige Kulturpflanzen, welche im Herbst gesammelt wurden, folgenden Aschengehalt :

In den lufttrockenen Wurzeln :

A. Lappa	A. minus	A. nemorosum	A. tomentosum
4,85 %	4,21 %	4,86 %	4,67 %

Bei freigewachsenen Pflanzen des 2. Jahres :

A. Lappa	A. minus	A. nemorosum	A. tomentosum
6,19 %	3,84 %	5,16 %	7,11 %

National Formulary VI begrenzt die *in Säure unlösliche Asche* von A. Lappa oder A. minus auf nicht mehr als 2 %. Youngken und Van der Wyk (63) fanden Durchschnittswerte von 0,30 % und 1,05 %, in Handelsmustern 1,95 bis 3,89 %. Wir fanden in gewaschenen und getrockneten Wurzeln kultivierter Pflanzen im Herbst des 1. Jahres für :

A. Lappa	A. minus	A. nemorosum	A. tomentosum
0,16 %	0,15 %	0,54 %	0,34 %

Handelsdrogen.

Handelssorten :

Sie werden nur nach geographischer Provenienz unterschieden, wobei Youngken (62) die belgische Droge als die beste erachtet. Dieselbe stammt meist aus Kulturen und zwar wird fast ausschliesslich *Arctium Lappa* angebaut. Die Ernte erfolgt bereits im 1. Herbst. Es werden nach Van de Vjvere (55) in Belgien jährlich ca. 80 000 kg Radix Bardanae produziert und besonders nach Amerika exportiert.

Verwechslungen und Verfälschungen.

Die häufigste Verwechslung stellt nach Vogl (56 a) u. L. C. (3 a) *Radix Belladonnae* dar. Sie ist leicht zu unterscheiden von Radix Bardanae durch Betupfen mit Jod, wobei Belladonna blauschwarz, Bardana braun wird, sowie durch das Vorkommen von Oxalatsand in Belladonna. Ferner wurden nach Gilg-Brandt-Schürhoff (15) Wurzeln von *Symphytum officinale* und *Rumex obtusifolius* in Bardanendrogen aufgefunden. Die erstere enthält oft im Mark und Parenchymgewebe 2—12 μ grosse Stärkekörner nach Grossglauser (17), während Rumex obtusifolius charakterisiert ist durch Oxalatdrusen und Stärke und sich mit Kalilauge rotviolett färbt.

Untersuchung von Handelsmustern.

Es wurden 5 Handelsmuster verschiedener Drogenfirmen untersucht und dabei folgendes gefunden : Die als *Rad. Bardanae* bezeichneten Drogen bestehen aus Wurzeln, die ganz oder längsgespalten in ca. 2—20 cm langen und ca. 1—3 cm breiten Wurzelstücken vorlagen; sie waren stark eingeschrumpft, längsrunzelig und eingerollt. Ab und

zu fanden sich Reste des Wurzelschopfes. Der Bruch war hornartig. Die Droge einer Handelsfirma war stark von Insektenfrass befallen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass bei allen Drogen Wurzeln von Arctiumarten vorlagen, die die gemeinsamen Merkmale der untersuchten Spezies aufweisen. Da die Droge bis heute ausschliesslich von europäischen Produktionszentren stammt, darf angenommen werden, dass die 4 genannten Spezies allein als Drogenstammpflanzen für Radix Bardanae in Frage kommen. Die Sekretbehälter waren beinahe immer noch vorhanden, ca. 6—12 Zellreihen unter der Aussenfläche. Das Sekret war durchwegs verharzt. Die Epithelzellen der Sekretbehälter waren weitgehend obliteriert. Die Holzstrahlen waren fast durchwegs entweder ganz faserfrei oder dann nur leicht mit Fasern durchsetzt, nur wenige Wurzeln wiesen stärkere Faserbildung auf.

Aus dem Besagten lässt sich auf das Vorhandensein von Drogen schliessen, die fast durchwegs von 1jährigen Bardanenwurzeln stammen, nur wenige sind als Drogen von 2jährigen Wurzeln stammend (nach Austreiben der Blätter gesammelt) anzusprechen.

Normierungsvorschlag.

Nach früher gemachten sowie nach unsern Untersuchungen halten wir dafür, dass sämtliche einheimischen Arctiumarten als drogenliefernde Spezies in Frage kommen können, dass aber nur Drogen von Wurzeln im Herbst des 1. Jahres oder im Frühjahr des 2. Jahres *vor* Austreiben der Blätter gesammelt, zulässig sind. Es ist daher auf das Vorhandensein von Sekretbehältern in der Aussenrinde zu prüfen; Drogen, die starke Faserbildung aufweisen, sind zu beanstanden.

Gestützt auf die soeben gemachten Ueberlegungen möchten wir für Rad. Bardanae die folgende Normierung vorschlagen :

Radix Bardanae (Klettenwurzel) besteht aus der gewaschenen und getrockneten Wurzel von verschiedenen Arctiumarten, insbesondere von *Arctium Lappa* L., *A. minus* (Hill.) Bernh., *A. nemorosum* Lej. u. Court., *A. tomentosum* Miller, die im Herbst des ersten Jahres oder im Frühjahr des zweiten Jahres geerntet und sofort bei 60—70° getrocknet worden ist.

Prüfung : Klettenwurzel ist einfach oder wenig ästig, zylindrisch oder spindelförmig, bis 4 cm dick, hellgraubraun bis schwärzlichbraun, längsrunzelig, mit nur wenig oder keinen Nebenwurzeln besetzt und mit einem rundlichen oder mehrteiligen Schopf versehen.

Klettenwurzel riecht aromatisch-narkotisch und schmeckt schleimig, später süsslich, dann bitterlich.

Nach dem Aufweichen quer durchschnitten zeigt die Klettenwurzel eine schmälere Rinde und einen breiten Holzkörper, welche voneinander durch eine deutliche Kambialzone getrennt sind. Rindenstrahlen und Holzstrahlen sind meist deutlich erkennbar. Im Aussenrindenparenchym,

nur wenige Zellreihen unter der Oberfläche, findet sich ein Kranz von 20—40 schizogenen Sekretbehältern, die braunen, harzigen Inhalt aufweisen. Sowohl im Rinden- als auch im Markparenchym finden sich reichlich Schollen oder Sphärokristalle von Inulin (besonders gut im Glyzerinpräparat sichtbar). Fasern dürfen in der Wurzel nur spärlich vorkommen (zweijährige Wurzeln). Am Wurzelschopf finden sich Geisselhaare, aus 20 und mehr Stielzellen bestehend, mit sehr langer, vielfach gewundener, dünnwandiger Endzelle.

Werden die Schnitte von eingeweichtem Wurzelmaterial in konzentrierte Schwefelsäure eingelegt, so tritt rasch eine kirschrote Färbung auf, besonders intensiv im Aussenrindenparenchym; die Gefässe färben sich dabei gelb. Mit Natronlauge tritt ebenfalls im Aussenrindenparenchym eine zitronen- bis kanariengelbe Färbung auf.

Durch Betupfung mit Jod darf nur eine Braunfärbung, nicht aber eine Blauschwarzfärbung auftreten (Rad. Belladonnae). Oxalatsand darf nicht vorkommen (Rad. Belladonnae), ebenso dürfen Stärkekörner im Mark- und Parenchymgewebe (Symphytum officinale und Rumex obtusifolius) sowie Oxalatdrusen (Rumex obtusifolius) nicht vorkommen. Mit Kalilauge darf wohl eine Gelbfärbung, nicht aber eine Rotfärbung (Rumex obtusifolius) eintreten.

Das braungelbe Pulver zeigt unter dem Mikroskop sehr häufig Fragmente des Rinden- und Holzparenchyms im Längsschnitt, häufig Fragmente des Rinden- und Holzparenchyms im Querschnitt, häufig Fragmente von Leiter- und Netzgefässen, häufig Inulinschollen oder Sphärite, vereinzelt Fragmente des Korkgewebes in Flächenansicht oder im Querschnitt. Fragmente von Holzfasern dürfen nur vereinzelt vorkommen. Stärke sowie Kristalle fehlen dem Pulver.

Der Aschengehalt darf 5 % nicht übersteigen. Die in Salzsäure unlösliche Asche soll nicht mehr als 2 % betragen.

Aufbewahrung: Vor Insektenfrass geschützt, über Kalk.

Genus Petasites.

Die Stammpflanzen der Petasitesdrogen.

Als wesentliche Stammpflanze kommt für diese Droge in Frage:

Petasites hybridus (L.) Fl. Wett. (= Petasites officinalis Möench = Petasites ovatus Hill. = Petasites Petasites Karsten). Die weibliche (gynodynamische) Pflanze ist identisch mit Tussilago hybrida L., die männliche (androdynamische) Pflanze mit Tussilago Petasites L. Nach Wasicky (58) kommen als Stammpflanzen noch in Frage:

Petasites albus (L.) Gaertner. Die gynodynamische Pflanze ist identisch mit Tussilago ramosa Hoppe, die androdynamische Pflanze mit Tussilago alba L.

Petasites paradoxus Baumgart. (= P. Deschmanni, Kerner nec Fritsch). Die gynodynamische Pflanze ist identisch mit Tussilago paradoxa Retz., die androdynamische Pflanze mit Tussilago nivea Vill.

Die ***allgemeine Verbreitung*** der Spezies ist nach Hegi (21) die folgende :

Petasites hybridus ist in ganz Europa, im Norden bis zu ca. 63° n. Br. verbreitet, geht ostwärts in den Ural und bis Armenien. In Nordamerika findet sie sich eingeschleppt vor in den gemässigten und nördlichen Gebieten mit Ausschluss der Subarktis und Arktis. In der Schweiz ist sie verbreitet.

Petasites albus hat ähnliches Verbreitungsgebiet ebenfalls in Europa, geht aber weniger weit nach dem Norden, nur bis Dänemark und südliches Skandinavien ansteigend, im Süden hinunter nach Italien und nördliche Balkanhalbinsel. In der Schweiz ist sie verbreitet bis in die Alpen, aber nicht häufig.

Petasites paradoxus findet sich in den Alpen und in den Pyrenäen. In der Schweiz ist sie verbreitet in den Kalkvoralpen und Kalkalpen, in den Zentralalpen seltener. Nach Hegi (21) findet sie sich auch im Schweizer Jura, nach Schinz und Keller (38) fehlt sie dem Schweizer Jura. Wir selbst konnten sie am Lägerngebiet nie beobachten.

Die ***Standortsansprüche*** sind folgende :

Petasites hybridus kommt gesellig vor an Bachufern, auf feuchten Wiesen, in Waldschluchten, an sumpfigen Orten, an Waldwegrändern. Sie bevorzugt tiefgründigen, lehmigen oder tonigen, nährstoffreichen Boden. In den Alpen steigt sie bis zu 1800 m, meist jedoch nur bis 1200—1400 m. Häufige Begleiter sind z. B. Equisetum palustre, Phalaris arundinacea, Rumex hydrolapathum, Caltha palustris, Filipendula Ulmaria, Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum hirsutum subsp. Cicutaria, Epilobium Lamyi, Symphytum officinale, Eupatorium cannabinum usw.

Petasites albus findet sich trupp- oder herdenweise auf feuchten Stellen vorwiegend in Bergwäldern, an Waldbächen, in feuchten Schluchten, auf Holzschlägen, an Waldrändern. Neben Bevorzugung des Humusbodens kommt die Pflanze in den Alpen auch auf Kalk und Urgestein vor. Sie steigt hier bis 2000 m an. Häufige Begleiter : Farne, Soldanella montana, Homogyne alpina, Prenanthes purpurea, Polygonatum verticillatum, Aconitum vulparia, Ranunculus lanuginosus, Gentiana asclepiadea, Adenostyles glabra, Veratrum album usw. Auf der Wurzel findet sich ab und zu Orobanche flava als Schmarotzer.

Petasites paradoxus ist meist truppweise auf Schutthalden, in steinigen, lichten Wäldern sowie Gebüschen und Schluchten anzutreffen,

besonders in der subalpinen und auch alpinen Stufe, wohl nur auf Kalk bis gegen die Baumgrenze. Im Oberengadin steigt sie noch bis 2600 m an. Sie findet sich vergesellschaftet mit Poa Cenisia, Trisetum distichophyllum, Epipactis rubiginosa, Silene inflata subsp. alpina, Thymus serpyllum, Valeriana montana, Hieracium staticifolium, Adenostyles glabra, stellenweise auch mit Salixarten, Gypsophila repens, Selaginella Helvetica, Pinguicula alpina usw.

Beschreibung des Genus Petasites.

Die Arzneidroge besteht zum grössten Teil aus der bis über 1,5 m weit kriechenden Grundachse. Die Petasitesarten bilden ausdauernde, diözisch polygame Kräuter. Die Blühtriebe erscheinen stets vor den Laubblättern unmittelbar nach der Schneeschmelze.

Die ***Namen,*** soweit sie die Gesamtgattung betreffen, sind die folgenden : Pestwurz — Petasite, grand taconnet (franz.) — Hareburr, coltsfoot (engl.) — Cavollaccio (ital.) — Pestilensrot (schwed.) — Kalafü (ungar.).

In der Schweiz sind folgende ***volkstümliche Bezeichnungen*** in Gebrauch : Pestilenzwurzel, Schweisswurz, Sonnedächli (Baden b. Zch.), Blacke, Blacketä, Hirtblackä, Blackächnöpf, Gschlätterblackä, Dittiplacke (Basel), Parisöler, pezs (Grb.).

Etymologie : die Bezeichnung *Petasites* findet sich bei Dioskurides, abgeleitet von *πέτασος* = breitkrempiger Regenhut, womit Dioskurides die Blätter vergleicht.

Bisherige anatomische Untersuchungen.

Eingehende anatomische Arbeiten über *Petasites* liegen nicht vor. Hingegen finden sich kurze anatomische Beschreibungen in den pharmakognostischen Werken von Berg (1), Gilg-Brand-Schürhoff (15), Thoms (50), Wasicky (57), Zörnig (66) usw. Ebenso findet sich eine kurze anatomische Beschreibung von Radix Petasitidis von Flück (12) in der Neuauflage des Tschirchschen Handbuches.

Weitere einschlägige Literatur ist im Literaturverzeichnis angeführt.

Bisherige Untersuchungen über Inhaltstoffe.

Als Hauptbestandteil finden sich in der ***Wurzel*** verschiedene *Kohlehydrate.* In der frischen Wurzel fanden Gillot und Legras (16) 3,5 % *Inulin,* 0,25 % *Pseudoinulin,* 0,84 % *Inulenin,* 0,1 % *Helianthenin,* 1,2 % *Synanthrin,* 1,85 % *Pektin,* 0,85 % *Saccharose,* 0,69 %

Fruktose und *Glukose* (wovon letztere nur $^1/_{10}$), keine Stärke, kein durch Emulsin spaltbares Glykosid.

Ausser diesen Kohlehydraten wurde aus der frischen Wurzel noch 0,1 % *ätherisches Oel* erhalten, das schwach rechtsdrehend ist (Schimmel) und einen widerlichen aromatischen Geruch aufweist.

Des weitern wurde von Zellner (64) gefunden: Fett, Lipoide, Harz, welches bei der Kalischmelze Protocatechusäure lieferte, Ester von Harzsäuren und festen sowie flüssigen Fettsäuren, ein *Sterin* vom Smp. 132° (das nach dem Schmelzpunkt zu schliessen mit dem aus der Klettenwurzel isolierten Phytosterin identisch sein könnte), *Cholin*, reichliche Mengen *Invertzucker* (Phenylglukoazon Fp 205°), *Kaliumchlorid* (0,55 g aus 100 g Trockensubstanz). Gerbstoffe fehlen.

Der Aschengehalt beträgt nach Schlagdenhauffen und Reeb (40) 7,41 %.

In den ***Blättern*** finden sich nach R. Wasicky (58) *Inulin* und *ätherisches Oel.*

Arzneiliche Anwendung der Petasitesdrogen.

Die Pestwurz wurde früher, wie schon der Name besagt, als Heilmittel gegen die Pest verwendet. Nach Wasicky (58) wurde sie gebraucht als *Diaphoreticum, Emmenagogum, Antiasthmaticum, Antiepilepticum,* äusserlich gegen *Geschwüre.* Es wird ihr nach Kröber (25) auch eine *harntreibende* Wirkung (vielleicht bedingt durch die Kalisalze oder das ätherische Oel) sowie eine *wurmtreibende, herzstärkende* und *schleimlösende* Wirkung zugeschrieben.

Die Blätter der Pestwurz wurden ähnlich verwendet wie Huflattichblätter, und sie werden auch heute noch als Verfälschung der letzteren verwendet.

Nach Madaus (31), Wasicky (58) wird die Droge heute nur selten angewendet.

Die Anatomie der einzelnen Petasitesspezies.

Petasites hybridus (L.) Fl. Wett.

Gemeine Pestwurz.

Fundort des untersuchten Materials: Baden, Einsiedeln.

Makroskopische Merkmale.

Rhizom: Die Droge besteht fast ausschliesslich aus den langen, unterirdisch kriechenden, wenig verzweigten Ausläufern. Der eigentliche Wurzelstock, der unmittelbar die oberirdischen Organe trägt, ist kurz und knorrig, senkrecht oder etwas schräg liegend, ca. 4 cm dick,

bräunlich, gegen die Axe zu mit violettem Unterton; Wurzeln zweigen bei wildwachsenden Exemplaren nur wenige ab, bei kultivierten hingegen ist der Stock oft reichlich bewurzelt. Die Wurzeln sind bis zu ½ cm dick, gegen 15 cm lang, von gelblichweissem Aussehen, mit wenigen Nebenwürzelchen. Die Ausläufer zweigen meist horizontal ab, sind gelblichweiss bis gelblichbraun mit stellenweise violettem Unterton und beträchtlicher Länge, bis über 1,5 m lang und gegen 15 mm dick. Sie sind in einzelne Abschnitte gegliedert, mit manschettenartigen Niederblättern. Der Geruch der frischen Wurzel ist etwas widerlich, der Geschmack schwach süsslich-schleimig mit würzigem Beigeschmack, leicht adstringierend, nicht unangenehm.

Blatt : Sehr gross, bis 1 m breit und gleich lang, meist 30—60 cm breit und lang, langgestielt, rundlich-nierenförmig, am Grunde tief herzförmig bis auf die Seitennerven 2. und 3. Ordnung ausgeschnitten, am Rande fast regelmässig und scharf gezähnelt. Die Blätter sind oberseits trübgrün und zerstreut behaart, unterseits nur in der Jugend grauwollig, später sind sie fast kahl und bleicher grün.

Mikroskopische Untersuchung.

Ausläufer.

Da die Droge fast ausschliesslich aus den langen, unterirdischen Ausläufern besteht, wird ihre Beschreibung vorangestellt.

Querschnitt :

Rinde: *Epidermis:* Meist noch vorhanden, ± isodiametrische, dünnwandige Zellen mit verdickter, verholzter Aussenwand. Stellenweise sind Epidermiszellen durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand geteilt. Im *Hypoderm* bildet sich durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand *Phellogen,* das besonders schön ausgebildet ist bei noch jungen Ausläufern. Es kommt zur Abscheidung weniger Lagen Plattenkork, wobei in ältern Ausläufern aussen an der schmalen Korkschicht meist noch die Epidermis erhalten ist. *Kork :* Schwach tangential gestreckte, ± radial angeordnete Zellen, welche sich mit Sudan III rot färben und durch 50 % Chromsäure langsam gelöst werden. *Parenchym :* Verschieden grosse, rundlich-polygonale, dickwandige, ab und zu deutlich getüpfelte Zellen, zwischen denen sich kleine bis grosse Interzellularen vorfinden. Das von Wasicky (58) erwähnte Vorkommen von Oxalatsand im Parenchym konnten wir bei unsern Untersuchungen nicht bestätigen. In ältern Rhizomen ist im Aussenrindenparenchym ab und zu noch ein Kranz von ca. 10 kollateral gebauten Gefässbündeln vorgelagert. Ein solches Gefässbündel besteht aus wenigen Lagen undeutlich strahlig gebautem Xylem und unregelmässig gebautem Phloem, umschlossen von einem kollenchymatisch verdickten

Perizykel, der nach aussen zu mehrere Lagen umfasst. Der Perizykel ist von einer Endodermis umschlossen, welche die Casparyschen Streifen aufweist, gleich wie die nachstehend beschriebene Hauptendodermis. Unmittelbar ausserhalb der Endodermis dieser Gefässbündel findet sich auf der Phloemseite meist noch ein im Entstehen begriffener schizogener Sekretbehälter. Im parenchymatischen Gewebe finden sich Schollen oder Sphärokristalle von Inulin. *Endodermis:* Ist leicht differenzierbar durch die Verholzungsreaktion mit Phlorogluzin-Salzsäure, wobei sich die an den Radialwänden anliegenden, ca. $^1/_5$—$^1/_2$ Länge der Radialwand einnehmenden Casparyschen Streifen rot anfärben. Die Zellen sind ± isodiametrisch-dünnwandig gebaut. *Sekretbehälter:* Nach aussen an die Endodermis anliegend ist fast jedem Gefässbündel ein Sekretbehälter vorgelagert. Sie messen bei jüngern Rhizomen 30—100 μ, meist 50—70 μ, bei ältern 60—200 μ, meist 80—130 μ. Die Sekretbehälter sind schizogen entstanden und weisen zarte, glasig erscheinende Epithelzellen auf. In den Epithelzellen frischer Ausläufer sind Tropfen von gelblichem ätherischen Oel zu sehen, in ältern Sekretbehältern ist ein gelbbrauner, harzartiger Inhalt festzustellen.

Zentralzylinder: In der Nähe der Endodermis liegen auf einem ± regelmässigen Kreise ca. 20—40 rundliche bis radial-ovale Gefässbündel. Gelegentlich können vor dem Gefässbündelkreis noch weitere vereinzelte Gefässbündel vorkommen. *Perizykel:* Zwischen der Endodermis und den einzelnen Gefässbündeln liegen ein bis mehrere Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen. *Phloem:* ± radial gebaut. Die Siebröhren wie die Geleitzellen sind relativ weitlumig. Ab und zu ist in den Siebröhren kleinkörniger, braungelber Inhalt zu erkennen. *Kambium:* Meist deutlich ausgebildet, mehrere Lagen dünnwandiger, tangential gestreckter, ± radial angeordneter Zellen. *Xylem:* Besteht aus wenigen ± radial angeordneten Gefässen; sie erscheinen im Querschnitt ± isodiametrisch gebaut. Im Längsschnitt sind sie als Leiter- und Netzleistengefässe zu erkennen. Stellenweise sind sie von Netztracheiden begleitet. *Primäre Markstrahlen:* Die Gefässbündel sind durch 1—10 Zellagen breites parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen ± radial gestreckt sind, voneinander getrennt. *Sekundäre Markstrahlen* können ab und zu beobachtet werden, 1—2 Zellagen breit, dünnwandig, bei ältern Wurzeln auch verholzt. *Sklerenchymatische Elemente:* Als innerer Abschluss gegen das Mark zu findet sich ein Belag von mässig bis stark verdickten gelblichen Holzfasern. *Mark:* Ist mächtig entwickelt und besteht aus klein- bis recht grosszelligen, rundlichen, schwach verdickten, ab und zu getüpfelten Parenchymzellen mit vielen Interzellularen. Bei androdynamischen Ausläufern, die sonst gleich gebaut sind wie die gynodynamischen, wurde bei allen von uns untersuchten Exemplaren stets eine grosse zentrale Höhlung im Mark beobachtet.

Rhizom.

Das Rhizom ist im Prinzip gebaut wie die Ausläufer. Meist hat aber stärkere Korkbildung eingesetzt, wobei die Epidermis stellenweise abgestossen wurde. An der noch vorhandenen Epidermis finden sich häufig mehrzellige Wurzelhaare, welche jedoch meist abgebrochen sind. Das Aussenrindenparenchym ist stellenweise stark kollenchymatisch. Die Sekretbehälter sind etwa 80—220 μ, meist 120—180 μ weit. Die Gefässbündel sind in radialer Richtung stark gestreckt. Die nach dem Zentrum zu liegenden primären Gefässbündel sind oft durch eine Gruppe gelblicher, stark verholzter Fasern von sekundär gebildetem Xylem getrennt. Das Kambium ist breit, ebenso die Markstrahlpartien sowohl des Rinden- als auch des Holzteiles. Die Faserbildung ist kräftiger. Das Mark weist keine zentrale Höhlung auf.

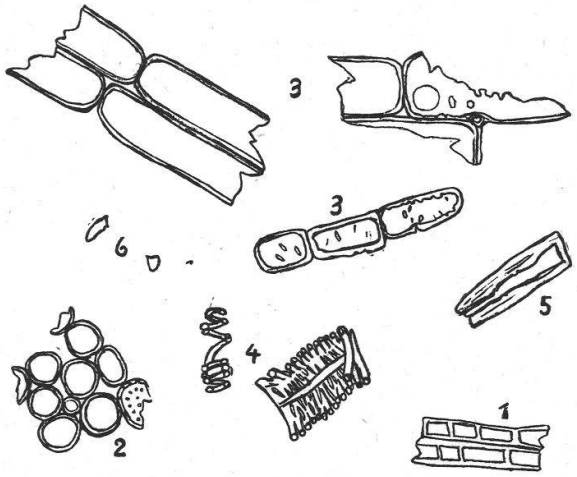
Wurzel.

Da die Wurzel meist einen Bautypus ohne oder mit nur sehr geringem sekundären Dickenwachstum aufweist, wird von einer Differenzierung in Innen- und Aussenrinde abgesehen.

Rinde : *Epidermis :* ± isodiametrische, schwach verkorkte Zellen, deren verdickte Aussenwand vorgewölbt und verholzt ist. Stellenweise sind die Epidermiszellen zu Wurzelhaaren ausgewachsen. *Hypodermis :* Eine Lage ± isodiametrischer, schwach verkorkter Zellen. *Rindenparenchym :* Stark durchlüftetes Gewebe. Anschliessend an die Hypodermis folgen 2—3 Lagen schwach kollenchymatisch verdickter Zellen mit keinen oder nur ganz kleinen Interzellularen. Dann werden nach innen zu die Interzellularen rasch grösser, wobei ein eigentliches Aërenchym gebildet wird. Die Zellen des Rindenparenchyms sind ± rundlich und verdickt, ab und zu getüpfelt. Stärke wurde darin nicht gefunden, hingegen Schollen oder Sphärokristalle von Inulin. Gegen die Endodermis hin wird das Parenchymgewebe wieder mehr geschlossener, mit meist nur noch kleinen Interzellularen von ± quadratischer Form. *Endodermis :* Eine Lage ± tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen, welche an den Radialwänden die Casparyschen Streifen aufweisen. *Sekretbehälter :* In jungen Herbstwurzeln meist erst in Bildung begriffen, wobei jeweils über dem Radius des Phloems zwischen Endodermis und der nach aussen anliegenden Parenchymzellreihe Interzellularräume von ± quadratischer Form vorhanden sind. Es wurden also ähnliche Verhältnisse beobachtet bei der Entstehung dieser Sekretbehälter, wie das schon bei *Arctium* beschrieben wurde.

Zentralzylinder : Tetrarch bis hexarch; ± strahlig gebaut. Phloem und Xylem oft noch ± strahlig nebeneinanderliegend, wobei schon in jungen Wurzeln opponiert zum Phloem deutlich sekundäres Xylem ausgebildet ist. In späteren Stadien findet sich dann das Phloem meist gegenüber dem primären Xylem etwas vorgelagert. *Perizykel :* Unter

der Endodermis 2—3 Lagen kollenchymatisch verdickter Zellen. *Leitungselemente:* Meist ist eine Differenzierung in primäres und sekundäres Phloem möglich, wobei sich das primäre Phloem als ein enger Zellkomplex kleiner, relativ dünnwandiger Elemente gegenüber den derbwandigeren, grösseren Zellen des sekundären Phloems abhebt. *Gefässe:* Das primäre Xylem besteht aus mehreren ± radial hintereinanderliegenden Gefässen eingebettet in dünnwandiges, radial gestrecktes Markstrahlparenchym, während das sekundäre Holz aus kräftigen,



Textfigur 2.
Pulverbild der Ausläufer.
Vergr. 120 ×.

Farbe: braungelb.

1. Fragmente des Korkgewebes im Querschnitt *vereinzelt.*
2. Fragmente des Rinden- und Markparenchyms, stellenweise getüpfelt, im Querschnitt *häufig.*
3. Fragmente des Rinden- und Markparenchyms, stellenweise getüpfelt, im Längsschnitt *sehr häufig.*
4. Fragmente von Ring- und Netzgefässen, begleitet von netzig-verdickten Tracheiden *häufig.*
5. Fragmente von Fasern *vereinzelt.*
6. Inulinschollen *häufig bis vereinzelt.*

grossen, von Netztracheiden und relativ weitlumigen Holzfasern begleiteten Leiter- und Netzgefässen gebildet wird. *Mark:* In jungen Wurzeln ist an Stelle des primären Xylems ab und zu ein schön ausgebildetes, aus dünnwandigen, grossen, polygonalen, ab und zu getüpfelten Zellen gebautes Markparenchym vorhanden; bei ältern Wurzeln finden sich an Stelle des Markparenchyms Holzfasern.

Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

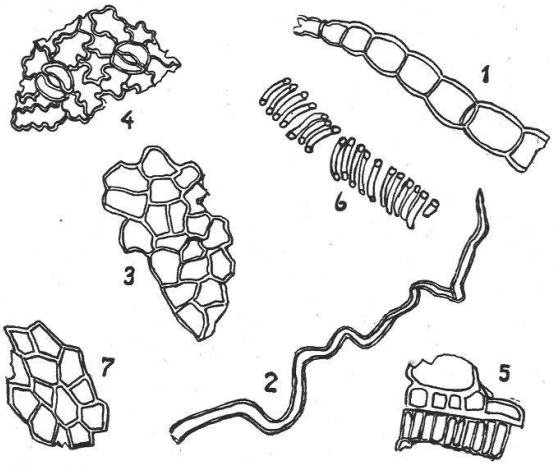
Flächenansicht: *Obere Epidermis:* Wellige bis wellig-buchtige Zellen. Gegen den Blattrand hin nur noch schwach wellig bis geradlinig polygonal, häufig gestreckt. Ihre Grösse beträgt 45—120 μ, meist 55—70 μ in der Länge und 20—60 μ, meist 30—45 μ in der Breite. *Spaltöffnungen:* Sind meist spärlich vorhanden in der innern Blattfläche, während sie häufig auftreten in den Randpartien des Blattes. Sie sind von zartem Bau, rundlich bis oval, ca. 40—50 μ, meist etwa 45 μ lang und 30—45 μ, meist 33—36 μ breit, und von 4—7, meist 5—6 Nebenzellen umgeben. Ueber den Blattnerven, Haarbasen und Nebenzellen der Spaltöffnungen finden sich schwache Kutikularfalten.

Haare: Häufig 4—16zellige, gerade oder gekrümmte Gliederhaare, oft mit blasig aufgetriebener, breiter Basalzelle und dünnwandigen, zylindrischen Gliederzellen und einer schlauchartigen, oft noch eingeschnürten oder eingedrückten, stellenweise blasig aufgetriebenen, vielfach gewundenen Endzelle, die jedoch meist abgebrochen ist, so dass dann die letzte Zelle ein stumpf-kegelförmiges Aussehen zeigt, wie sie bei Wasicky (58) beschrieben ist. Geisselhaare sind auf der Oberseite selten, mit 3—4 dünnwandigen, oft blasig aufgetriebenen Stielzellen und einer schmalen, derbwandigen, peitschenförmigen, sehr langen, glatten Endzelle. *Untere Epidermis:* Kleinzelliger als die obere, mit wellig-buchtigen nur längs der Nerven, nicht aber in den Randpartien des Blattes, geradlinig polygonalen Zellen. Pharmacopoea Helvetica V verwendet die Kutikularfältelung von *Petasites*blatt für dessen Nachweis als Verfälschung von *Folium Farfarae.* Sie sagt dabei aus, dass bei *Petasites* an der untern Epidermis nur über den Nerven, nicht aber um die Haarbasen und Spaltöffnungen Kutikularfalten vorkommen, im Gegensatz zu *Tussilago Farfara,* und stützt sich dabei vermutlich auf die Angaben von Kurer (26), nach dessen Beobachtungen die Kutikula von Petasitesblatt nur über dem Nerv gefaltet ist; die Behaarung ist nach ihm bei beiden Genera gleich beschaffen. Wir haben gefunden, dass die Kutikularfalten über den Nerven stellenweise nur schwer zu finden sind, konnten aber an verschiedenem Blattmaterial sowohl der Frühjahrs- als auch der Herbstdroge von *P. hybridus* deutliche Kutikularfalten auch um die Haarbasen und über den Nebenzellen von Spaltöffnungen feststellen. Hingegen weist *P. hybridus* durchwegs sehr schöne Gliederhaare auf, was auch bei *P. albus* beobachtet wurde, dieselben fehlen einzig bei *P. paradoxus,* welche Spezies aber weniger als Verfälschung von Fol. Farfarae in Frage kommt. Nach unserm Dafürhalten ist das Merkmal der Behaarung ein bedeutend besseres Charakteristikum als die Kutikularfalten, um Fol. Petasitidis von Fol. Farfarae leicht zu diagnostizieren. Bei P. paradoxus, welches gleiche Behaarung aufweist wie Fol. Farfarae, finden sich oberseits Spaltöffnungen zahlreich vor, währenddem dieselben bei Fol. Farfarae oberseits selten zu finden sind. *Spaltöffnungen:* Sehr zahlreich, rundlich bis oval, ca. 25—55 μ, meist 35—50 μ lang, und 25—45 μ, meist 42—45 μ breit, von 3—7, meist 5—6 Nebenzellen umgeben. *Haare:* Gliederhaare zahlreich, gleich gebaut wie die der Oberseite. Geisselhaare ebenfalls zahlreich und von gleichem Bautypus wie die oberseits, meist aber 2 bis 5 Stielzellen.

Querschnitt:

Blattspreite: Das Blatt zeigt bifazialen Bau. *Obere Epidermis:* Isodiametrische bis horizontal-gestreckte Zellen mit schwach verdickter Kutikula. *Untere Epidermis:* Kleinzelliger, sonst wie die

obere gebaut. *Spaltöffnungen:* Oberseits spärlich, unterseits zahlreich, Schliesszellen ober- und unterseits höckerartig über die Epidermis hinausragend. *Haare:* Gliederhaare oben und unten häufig, Geisselhaare oben spärlich, unten zahlreicher. *Palisaden:* Meist 2 Lagen, wovon die obere schlanke, dünnwandige Zellen aufweist, die untere etwas kürzere, breitere mit kleinen bis grössern Interzellularen. *Schwammparenchym:* Die obern ca. 3 Lagen ± polygonale Zellen mit kleinen Interzellularen, die untern Partien meist ± ver-



Textfigur 3.
Pulverbild des Blattes.
Vergr. 120 ×, Haare 50 ×.
Farbe: grün.

1. Fragmente mehrzelliger Gliederhaare *häufig.*
2. Fragmente von Geisselhaaren *sehr häufig.*
3. Fragmente der Blattoberseite mit meist schwach welligen Wänden *häufig.*
4. Fragmente der Blattunterseite mit stark wellig-buchtigen Wänden *häufig.*
5. Fragmente des Palisaden- und Schwammparenchyms und Ansatzstelle von Gliederhaaren *sehr häufig.*
6. Spiralgefässe *häufig.*
7. Epidermisfragmente der Partie über den Nerven mit geradlinig-polygonalen Zellen *häufig.*

tikale, oft nur 1 Zellage dicke Platten darstellend, zwischen denen grosse Interzellularen liegen, die bis zur untern Epidermis reichen. Sowohl in den Palisaden als auch im Schwammparenchym finden sich Inulin-Sphärokristalle.

Mittelnerv: Obere und untere Epidermis: ± isodiametrische Zellen mit dünnwandigen Radialwänden und verdickter, gefältelter Kutikula. *Kollenchym:* Oben und unten mehrere Lagen mit zum Teil recht stark verdickten Wänden, wobei stellenweise nur noch ein ganz kleines Lumen wahrnehmbar ist. Seitlich 1—3 Lagen wenig stark verdickter Zellen. *Parenchym:* Dünnwandige, rundliche bis polygonale, grössere und kleinere Zellen oft mit kleinern Interzellularen. *Gefässbündel:* Sowohl gegen die Blattbasis als auch gegen die Blattspitze hin sind mehrere, kollateral gebaute, verschieden grosse Gefässbündel im Parenchymgewebe unregelmässig verteilt. Das einzelne Gefässbündel ist wie folgt gebaut: *Endodermis:* Nicht deutlich differenzierbar. *Perizykel:* Anschliessend an das Xylem ca. 3, auf Seite des Phloems ca. 8 Lagen

kollenchymatisch verdickter Zellen. *Phloem:* Mehrere Gruppen schwach verdickter Siebröhren und Geleitzellen. *Kambium:* 2—5 Lagen ± radial angeordneter, rundlicher bis tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen. *Xylem:* ± strahlig angeordnete Ringgefässe. *Markstrahlen:* 1—3 Zellreihen breite, rundliche bis radial gestreckte, dünnwandige oder schwach verdickte Zellen. *Mark:* Fehlt. *Sekretbehälter:* Auf dem Radius des Phloems aussen anschliessend an den Perizykel sind 1, stellenweise durch radiale Unterteilung 2 schizogene Sekretbehälter vorhanden mit verschieden vielen Epithelzellen und kleinerem bis grösserem Interzellularraum. In der getrockneten, eingeweichten Droge ist meist kein Sekret mehr zu beobachten.

Die androdynamische Pflanze weist gleichen Blattbau auf wie die gynodynamische.

Petasites albus (L.) Gaertner.

Weisse Pestwurz.

Fundort des untersuchten Materials: Umgebung von Einsiedeln.

Makroskopische Merkmale.

Rhizom: Der Wurzelstock ist schief oder vertikal kriechend mit mässig dicken (ca. 1 cm starken), knollig verdickten, spärlich bewurzelten Gliedern von gelblichweissem Aussehen mit horizontal abzweigenden Ausläufern von oft beträchtlicher Länge. Die Wurzeln sind lang und dünn (ca. 1—2 mm stark), von ebenfalls gelblichweissem Aussehen.

Blatt: Erst nach der Blüte erscheinend, vorerst stark filzig, nach und nach auf der Oberseite verkahlend, auf der Unterseite dagegen grauwollig filzig bleibend, mit kahlem oder fast kahlem, vom filzigen Untergrund sich scharf abhebenden Nervennetz; kreisrundlich-herzförmig, schwach gelappt, doppelt gezähnt; mit hervorragenden stachelspitzigen, schmalen Zähnen und breiten, stumpfen Buchten, am Grunde flach ausgeschnitten meist nur bis zu den untersten Seitennerven.

Mikroskopische Untersuchung.

Ausläufer.

Querschnitt:

Rinde: *Epidermis:* Meist noch vorhanden, isodiametrische bis tangential gestreckte Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. Stellenweise sind Epidermiszellen in feine, meist abgebrochene Haare ausgewachsen. *Hypodermis:* Eine bis mehrere Lagen dünnwandiger, isodiametrischer bis schwach tangential gestreckter Zellen, wobei meist durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand ein *Phellogen* gebildet erscheint, das jedoch nur wenig zur Funktion gelangt und nach aussen zu mehrere Lagen *Plattenkork* abscheidet, nach innen zu mehrere Lagen dünnwandiges, parenchymatisches *Phelloderm* aus-

bildet. *Rindenparenchym:* Ca. 20 Zellagen breite Schicht, bestehend aus in tangentialen Reihen angeordneten isodiametrischen, meist aber in tangentialer Richtung oval gestreckten, verschieden grossen, nur schwach verdickten Zellen, die stellenweise deutlich getüpfelt sind, mit meist nur kleinen Interzellularen. Im Rindenparenchym findet sich reichlich Inulin, das in schönen Sphärokristallen erhalten werden kann. *Endodermis:* Isodiametrische bis schwach tangential gestreckte, dünnwandige Zellen, welche die Casparyschen Streifen aufweisen. *Sekretbehälter:* Nach aussen zu eng anliegend an die Endodermis ist fast jedem Gefässbündel ein schizogener Sekretbehälter vorgelagert. Die Epithelzellen sind zart. Stellenweise lagert sich eine von Epithelzellen gebildete radiale Trennwand ein, so dass der Sekretraum in zwei Räume geteilt wird; es zeigen sich also ähnliche Verhältnisse, wie sie schon Doetsch (5) an Arnica montana beobachtet hat. Bei ältern Ausläufern sind die Epithelzellen der Sekretbehälter verkorkt. Die Sekretbehälter messen bei jüngern Ausläufern 40—180 μ, meist 60—120 μ, bei ältern 70—180 μ, meist 100—180 μ.

Zentralzylinder: Die Gefässbündel liegen zu ca. 30—40 in $\pm$ regelmässigem Kreise angeordnet gegen die Endodermis hin; ab und zu sind einzelne Bündel vorgelagert. *Perizykel:* Anschliessend an die Endodermis liegen über dem Phloem der einzelnen Gefässbündel 2—4 Lagen bei jüngern Ausläufern vorerst kollenchymatischer oder nur schwach verholzter Zellen, bei ältern Ausläufern hingegen stark verholzte Fasern mit teilweise sehr engem Lumen. Das einzelne Gefässbündel ist oval oder rundlich und wie folgt gebaut: *Phloem:* Relativ weitlumige Siebröhren und Geleitzellen in $\pm$ radialer Anordnung. *Kambium:* $\pm$ deutlich strahlig angeordnete, tangential schwach gestreckte, dünnwandige Zellen. *Xylem:* Meist deutlich radial angeordnete Gefässe und Fasergruppen. Gefässe sind nur in geringer Anzahl vorhanden. Im Längsschnitt erscheinen sie als Tüpfel-, Netz- und Leitergefässe, begleitet von netzartig verdickten Tracheiden sowie spaltenförmig getüpfelten, dickwandigen Holzfasern. *Sklerenchymatische Elemente:* Als innerer Abschluss des Xylems gegen das Mark zu finden sich gelbliche Holzfasergruppen mit verschieden weitem Lumen. *Primäre Markstrahlen:* Zirka 2—12 Zellagen breites, parenchymatisches Gewebe mit $\pm$ radial gestreckten, dünnwandigen Zellen. *Sekundäre Markstrahlen:* Finden sich stellenweise 1—2zellreihig zwischen den Gefässen. *Mark:* Gerundet-polygonale, verschieden grosse Zellen mit recht kleinen Interzellularen. Ab und zu sind sie deutlich getüpfelt.

Rhizom.

Das Rhizom ist im Prinzip gleich gebaut wie der Abschnitt eines ältern Ausläufers, so dass auf die obige Beschreibung verwiesen werden kann.

Wurzel.

Querschnitt :

Rinde: *Epidermis:* ± isodiametrische bis schwach radial gestreckte Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. Die Epidermiszellen sind häufig zu Wurzelhaaren ausgewachsen, die indessen fast immer abgebrochen sind. *Hypodermis :* ± isodiametrische Zellen mit verdickten, gelblichen Wänden, stellenweise mit gelbbraunem Inhalt. *Rindenparenchym:* Mächtig entwickelt, ± isodiametrische, dickwandige Zellen mit kleinern und grössern Interzellularen. Das Gewebe ist nicht auffällig durchlüftet. Stellenweise sind die Zellen stark getüpfelt. Gegen den Zentralzylinder hin sind die Parenchymzellen ± strahlig angeordnet. *Endodermis :* Meist deutlich ausgebildet, besteht aus ± quadratischen bis tangential gestreckten, dünnwandigen Zellen mit Casparyschen Streifen. *Sekretbehälter :* Aussen an die Endodermis dicht anschliessend. Die Epithelzellen der Sekretbehälter unterscheiden sich vom umliegenden Gewebe durch ihre Zartwandigkeit. Meist sind die Sekretbehälter erst im Entstehen begriffen, der Sekretraum ist noch nicht deutlich ausgebildet, sondern besteht aus kleinerem oder grösserem Interzellularraum, umschlossen von vorerst nur 4 Epithelzellen, die sich in spätern Stadien in gleicher Weise teilen wie schon bei Arctium beschrieben.

Zentralzylinder : Pentarch bis hexarch, ± radial gebaut. *Perizykel:* 1—3 Zellagen schwach tangential gestreckter, ± kollenchymatischer Zellen, nicht immer deutlich differenzierbar. *Leitungselemente :* Siebröhren und Geleitzellen sind relativ weitlumig mit verdickten, unregelmässig angeordneten Zellen. *Kambium :* An einzelnen Stellen schön sichtbar als dünnwandige, in tangentialer Richtung schwach gestreckte, ± radial angeordnete Zellen. *Xylem :* Oft noch ± radial neben dem Phloem liegend, bei ältern Wurzeln stärkere Entwicklung von sekundärem Holz, wobei teilweise Umwandlung von Holzstrahlenparenchym zu Holzfasern mit mässig bis stark verdickter Wand stattfindet. Die Gefässe sind oft von Netztracheiden begleitet. *Markstrahlen :* 1—3, selten mehr Zellen breit, mit parenchymatischen, radial gestreckten Zellen meist bald nach innen zu in Fasertracheiden von gleichem Typus wie die der Holzstrahlen übergehend. *Mark :* Bei jungen Wurzelabschnitten finden sich ähnlich wie bei Radix Valerianae im Zentrum Mark, bestehend aus dünnwandigen Zellen, sonst gebaut wie Parenchymzellen der Rindenschicht. Meist ist jedoch an Stelle des Markes ein mächtiger Belag stark verholzter Fasern vorhanden, von gleichem Typus wie die der Holzstrahlen. Ab und zu kann auch im Zentrum primäres Xylem beobachtet werden.

Blatt.

Im folgenden wird die Anatomie der Blattspreite und des Mittelnerves beschrieben.

Flächenansicht : Obere Epidermis : Wellig bis wellig-buchtig, entlang den Nerven und in der Umgebung von Haarbasen geradlinig-polygonal. Sie messen in der Länge 75—110 μ, meist 90—100 μ, in der Breite 40—75 μ, meist 45—65 μ. *Spaltöffnungen:* Fehlen. *Haare:* Mehrzellige Gliederhaare, die jedoch meist abgebrochen sind. Sie finden sich auf der ganzen Blattspreite verteilt, besonders aber den Nerven entlang. *Untere Epidermis :* Kleinzelliger als die obere, langgestreckt geradlinig-polygonal bis wellig-buchtig. Die Kutikularfältelung über den Nerven ist meist nur schwer erkenntlich. *Spaltöffnungen :* Zahlreich, rundlich bis gestreckt-oval, 36—48 μ, meist 36—39 μ lang und 18—36 μ, meist 18—27 μ breit, von 5—7 Nebenzellen umgeben. *Haare :* Gliederhaare finden sich auf der ganzen Unterseite, besonders aber den Nerven entlang, zahlreich. Sie sind bedeutend länger als die der Oberseite, bis 15 Glieder zählend, wobei die oberste Zelle peitschenartig endigt. Die einzelnen Glieder sind schlank, zylindrisch, nach oben zu verengt, stellenweise etwas eingedrückt. Daneben finden sich, vor allem bei jüngern Blättern, Peitschenhaare mit bis 6 Stielzellen und sehr langer, schmaler, vielfach gewundener Endzelle.

Querschnitt :

Blattspreite : Das Blatt zeigt bifazialen Bau. *Obere Epidermis :* Horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen. Kutikula nicht verdickt, oberseits nicht gefältelt. *Spaltöffnungen :* Keine. *Haare :* Spärlich, meist abgebrochen, so dass nur noch Basalzelle und 1—2 Gliederzellen vorhanden sind. *Palisaden :* 2 Zellagen breit, wobei die obere aus länglich gestreckten, dünnwandigen Zellen mit wenig Interzellularen, die untere aus mehr gedrungenen, fast isodiametrischen, ebenfalls dünnwandigen Zellen mit nur wenig Interzellularen besteht. Ab und zu ist noch eine dritte Palisadenschicht von ähnlich gebauten Zellen wie die zweite differenzierbar. *Schwammparenchym :* Stellenweise folgen 2—3 Lagen $\pm$ isodiametrisch bis horizontal gestreckter Zellen; meist aber bilden die untern Partien $\pm$ vertikale, meist nur 1 Zellage dicke Platten, zwischen denen grosse Interzellularen liegen, welche bis zur untern Epidermis reichen, so dass dieses Gewebe stark durchlüftet ist. Sowohl in den Palisaden als auch im Schwammparenchym finden sich Inulin-Sphärokristalle. *Untere Epidermis :* Kleinzelliger als die obere, isodiametrische bis horizontalgestreckte, dünnwandige Zellen mit verdickter Kutikula. *Spaltöffnungen :* Häufig, die beiden Schliesszellen ragen höckerartig über die Epidermis hinaus. *Haare :* Kräftige Gliederhaare, jedoch meist bis auf

die untersten Glieder abgebrochen; Geisselhaare, die sich von den Gliederhaaren durch ihren zarteren Bau unterscheiden, wobei die Basalzelle wie auch die Stielzellen schmäler gebaut sind als die der Gliederhaare. Die peitschenartige Endzelle ist meist abgebrochen.

Mittelnerv : Obere Epidermis : Oberwärts zeigt der Mittelnerv nur eine schmale Wölbung. Die Epidermiszellen sind ± isodiametrisch gebaut, mit schwach verdickter, stellenweise leicht gefältelter Kutikula. *Kollenchym :* Oben und unten anschliessend an die Epidermis folgen mehrere Lagen stark kollenchymatisch verdickter, ± isodiametrischer Zellen. *Grundparenchym :* Besteht aus verschieden grossen, ± rundlichen, dünnwandigen Zellen mit sehr kleinen bis grössern Interzellularen. In diesem Grundparenchym sind 3—4 kollaterale Gefässbündelstränge (an der Blattbasis bis gegen 10, an der Blattspitze nur noch eines) ± zentral bis unregelmässig angeordnet. Das einzelne Gefässbündel zeigt folgenden Bau : *Endodermis :* Nicht differenzierbar. *Perizykel :* Oben und unten ca. 4 Lagen schwach kollenchymatisch verdickter, ± isodiametrischer Zellen. *Phloem :* Kleinere bis grössere, dünnwandige, unregelmässig angeordnete, polygonale Zellen. *Xylem :* ± radial angeordnete Netz- und Ringefässe, eingebettet in nichtverholztes, stellenweise aber stark kollenchymatisches Grundgewebe. *Kambium :* Stellenweise differenzierbar als 2—3 Lagen breite, ± radial angeordnete, dünnwandige, tangential gestreckte Zellen. *Untere Epidermis :* Gleich gebaut wie die obere, wobei aber hier die Kutikula deutlich gefältelt ist.

Petasites paradoxus (Retz.) Baumg.

Alpen-Pestwurz.

Fundort des untersuchten Materials : Litzirüti bei Arosa und Umgebung.

Makroskopische Merkmale.

Rhizom : Die Grundachse ist schief oder waagrecht kriechend, gegen den Hals hin verdickt, ihre Glieder hingegen sind knotig verdickt, nicht hohl, mit langen, einfachen Wurzeln. Von der Hauptachse zweigen mässig lange Ausläufer ab.

Blatt : Die Laubblätter erscheinen am Ende der Blütezeit. Sie sind in der Jugend oberseits graufilzig, dann verkahlen sie rasch, sind dunkelgrün gefärbt, matt glänzend, unterseits immer schneeweiss-filzig, die Nerven sind ebenfalls weiss-filzig; die Form der Blätter ist länglich dreieckig oder dreieckig-oval, ihr Rand ist ungleich stachelspitzig gezähnt, mit oft stumpfer Spitze; oben ist das Blatt zugespitzt, am Grunde tief herzförmig ausgeschnitten, bis an die untersten Seitennerven meist erster Ordnung.

Mikroskopische Untersuchung.

Ausläufer.

Querschnitt :

Rinde : *Epidermis :* Isodiametrische bis tangential gestreckte, dünnwandige Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. Stellenweise, besonders bei ältern Ausläufern, ist die Epidermis abgestossen. Ab und zu sind Epidermiszellen zu mehrgliedrigen Haaren, die jedoch meist abgebrochen sind, ausgewachsen. *Hypodermis :* ± isodiametrische Zellen, teils schwach kollenchymatisch verdickt, und teilweise schwach verholzte Zellen, besonders dort, wo die Epidermis abgestossen ist. Durch Einlagerung einer tangentialen Trennwand bildet sich hier oft ein *Phellogen,* das aber meist funktionslos bleibt; stellenweise wird besonders bei ältern Ausläufern wenige Lagen *Plattenkork* nach aussen und zartes *Phelloderm* nach innen abgeschieden. *Rindenparenchym :* Undeutlich tangentiale Reihen von, in tangentialer Richtung oval-polygonal gestreckten, relativ dickwandigen Zellen, denen oft noch 1—2 radiale Trennwände eingelagert sind, mit kleinen bis grössern Interzellularen. Ab und zu sind diese Zellen deutlich getüpfelt. *Endodermis :* ± isodiametrische, dünnwandige Zellen, welche die Casparyschen Streifen aufweisen. *Sekretbehälter :* Aussen anliegend an die Endodermis, fast jedem Gefässbündel vorgelagert, finden sich Sekretbehälter, die oft durch eine, von Epithelzellen gebildete Radialwand in 2—3 Sekreträume getrennt sind, wobei sich diese radialen Epithelzellen in tangentialer Richtung teilen, wodurch diese neugebildeten Sekretbehälter seitwärts verschoben werden; auf diese Weise können auf dem Radius eines Gefässbündels bis zu 3 Sekretbehälter vorgelagert werden. Die Weite der Sekretbehälter beträgt bei jüngern wie bei ältern Ausläufern 30—140 μ, meist 60—100 μ. Das Sekret ist meist nur bei frischen Wurzeln zu beobachten.

Zentralzylinder : Die Gefässbündel liegen zu 20—40 in regelmässigem Kranze in Endodermisnähe angeordnet; ab und zu sind einzelne Gefässbündel vorgelagert. *Perizykel :* Ist über dem Phloem kräftig ausgebildet, als 2—3 und mehr Zellagen breite Holzfasergruppen bei ältern Ausläufern, während bei jüngern nur ein kollenchymatisches Perizykelgewebe zu erkennen ist. Die Fasern weisen stellenweise sehr enges Lumen auf. Die einzelnen Gefässbündel sind meist oval gestreckt und wie folgt gebaut : *Phloem :* Unregelmässig angeordnete, relativ dickwandige Zellen; gegen die Markstrahlen zu ist das Phloemparenchym schwach kollenchymatisch verdickt. *Kambium :* Ca. 4 Zellagen breit, dünnwandige, tangential gestreckte, nicht deutlich radial angeordnete Zellen. *Xylem :* ± strahlig gebaut, meist langgestreckt, gegen das Mark hin nicht deutlich abgerundet. Gefässe sind nur wenige vorhanden, ± rundlich im Querschnitt, begleitet von Netztracheiden und Holz-

fasern. Im Längsschnitt erkennt man Tüpfel-, Netz- und Leitergefässe. *Sklerenchymatische Elemente:* Meist finden sich mächtig ausgebildete Holzfasergruppen, die sich unregelmässig in den Holzstrahlen verteilen. Sie bestehen aus starkwandigen, oft sehr englumigen, stark verholzten Zellen von polygonalem Aussehen im Querschnittsbild. Daneben findet sich nur spärlich dünnwandiges Grundparenchym. *Primäre Markstrahlen:* Zwischen den Gefässbündeln ca. 1—10 Zellagen breit. Dünnwandige, deutlich strahlig angeordnete, in radialer Richtung gestreckte Zellen mit meist sehr kleinen Interzellularen. *Sekundäre Markstrahlen:* Finden sich stellenweise 1—2zellreihig zwischen den Gefässen. Sie sind ab und zu verholzt. *Mark:* Schwach verdickte, gerundet-polygonale Zellen von verschiedener Grösse mit recht kleinen Interzellularen. Hie und da sind sie deutlich getüpfelt.

Rhizom.

Das Rhizom weist gleichen Bautypus auf wie die Achse eines ältern Ausläufers, die oben beschrieben ist.

Wurzel.

Die Wurzeln zeigen meist kein oder nur geringes sekundäres Dickenwachstum; es wurde deshalb von einer Differenzierung in Aussen- und Innenrinde abgesehen.

Querschnitt:

Rinde: *Epidermis:* ± isodiametrische Zellen mit verdickter, schwach verholzter Aussenwand. Zellwände meist gelbbraun gefärbt, stellenweise auch gelbbrauner Zellinhalt. Ab und zu sind die Epidermiszellen zu Wurzelhaaren ausgewachsen, die indessen meist abgebrochen sind. *Hypodermis:* Ca. 2 Zellagen isodiametrischer bis schwach tangential gestreckter, verdickter Zellen mit teilweise etwas welligen Zellwänden. Stellenweise sind die Zellwände, ab und zu die ganze Zelle gelbbraun angefärbt. *Rindenparenchym:* ± isodiametrische, verdickte, gegen die Endodermis zu regelmässig radial angeordnete Zellen mit kleinern bis grössern Interzellularen. Das Gewebe ist nicht stark durchlüftet. *Sekretbehälter:* Erst im Entstehen begriffen; die zartwandigen Epithelzellen unterscheiden sich deutlich von den derbwandigeren des Rindenparenchyms, sie liegen um einen kleinen bis grössern Interzellularraum jeweils über dem Radius eines Gefässbündels. *Endodermis:* Isodiametrische bis schwach tangential gestreckte, dünnwandige Zellen mit Casparyschen Streifen.

Zentralzylinder: Pentarch bis oktarch. *Perizykel:* Nicht deutlich differenzierbar, stellenweise als schwach tangential gestreckte, wenig kollenchymatisch verdickte Zellen zu erkennen. *Phloem* und *Xylem:* Besonders in jungen Wurzeln noch ± radial nebeneinanderliegend, bei

ältern Wurzeln zeigt sich eine stärkere Entwicklung von sekundärem Holz, wobei Gefässe und Tracheiden in ± radial gestreckten Gruppen angeordnet sind. Das Phloem ist unregelmässig angeordnet, im Querschnitt polygonale, verdickte Zellen, zum Teil noch mit bräunlichgelbem Inhalt. *Kambium:* Stellenweise erkennbar als dünnwandige, tangential gestreckte, ± radial angeordnete Zellen. *Sklerenchymatische Elemente:* An Stelle des Markes findet sich im Zentrum meist ein dichter Belag von relativ weitlumigen, starkwandigen Holzfasern; ebenso besteht fast das ganze Grundgewebe des Zentralzylinders aus Fasern von polygonalem Grundriss, wobei diese Zellen in der Umgebung der Gefässe meist in Richtung der Gefässperipherie gestreckt sind. Die Faserbildung setzt oft schon bei ganz jungen Wurzeln ein und lässt hier nur noch wenige Lagen parenchymatisches, noch nicht verholztes Grundgewebe gegen die Endodermis hin frei. Bei ältern Wurzeln sind die Fasern dickwandiger, wobei schliesslich nur noch ein ganz enges Lumen bei alten Holzfasern vorhanden ist.

Blatt.

Flächenansicht: *Obere Epidermis:* Geradlinig bis wellig-polygonal, 50—100 μ, meist 60—80 μ lang und 25—60 μ, meist 30—45 μ breit. *Spaltöffnungen:* Zahlreich, rundlich bis oval, 36—45 μ, meist 36—42 μ lang und 30—39 μ, meist 30—36 μ breit und von 4—5 Nebenzellen umgeben, deren Kutikula leicht gefältelt ist. *Haare:* Fehlen. *Untere Epidermis:* Geradlinig-polygonal bis wellig-buchtig, etwas kleinzelliger als die obere. *Spaltöffnungen:* Zahlreich, rundlich bis oval, 33—48 μ, meist 39—42 μ lang und 33—39 μ, meist 33—36 μ breit, sie sind von 4—6 Nebenzellen umgeben. *Haare:* Gliederhaare fehlen. Peitschenhaare sehr zahlreich, mit blasig aufgetriebener Stielzelle und sehr langer, vielfach gewundener, schlauchartiger Endzelle.

Querschnitt:

Blattspreite: Das Blatt ist bifazial gebaut. *Obere Epidermis:* Isodiametrisch bis horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen. Kutikula nicht verdickt. *Spaltöffnungen:* Häufig, die beiden Schliesszellen ragen höckerartig über die Epidermis hinaus. Stellenweise ist eine innere und äussere Atemhöhle zu erkennen. *Haare:* Fehlen. *Palisaden:* Meist 2 Lagen lange, schlanke, dünnwandige Zellen mit kleinen bis grössern Interzellularen, eine dritte Lage ist nicht immer deutlich ausgebildet und besteht aus mehr verkürzten, gedrungenen Zellen. *Schwammparenchym:* Anschliessend an die Palisaden folgen 2—3 Lagen isodiametrischer Zellen mit grossen Interzellularen. Die folgenden Zellagen sind zu ± vertikal gestreckten, meist nur eine Zellage breiten Platten ausgebildet, die bis zur untern Epidermis reichen und hier grosse Luftlücken umschliessen. Sowohl in den Palisaden

als auch im Schwammparenchym finden sich Inulin-Sphärokristalle. *Untere Epidermis:* Kleinzelliger als die obere, horizontal gestreckte, dünnwandige Zellen, stellenweise über den Luftlücken blasig aufgetrieben. *Spaltöffnungen:* Zahlreich, über den Luftlücken lokalisiert, wobei die Schliesszellen höckerartig über die Epidermis hinausragen. Bei einzelnen Spaltöffnungen ist eine innere und äussere Atemhöhle zu erkennen. *Haare:* Sehr zahlreich Geisselhaare, mit Basalzelle, 2—3 blasig aufgetriebenen Stielzellen und sehr langer, dünnwandiger, zylindrischer Endzelle, die vielfach gewunden ist. Stellenweise finden sich auch Kegelpapillen mit gebogener Spitze sowie Warzenpapillen.

Mittelnerv: Obere Epidermis: ± isodiametrische bis radial gestreckte Zellen mit schwach verdickter, deutlich gefältelter Kutikula. *Kollenchym:* Bis zu 5 Lagen kollenchymatischer Zellen mit verschieden grossem Lumen. *Grundparenchym:* ± polygonale, dünnwandige Zellen von verschiedener Grösse, mit sehr kleinen Interzellularen. Im Grundparenchym sind meist 3—4 Gefässbündel ± zentral angeordnet. *Endodermis:* Nicht differenzierbar. *Perizykel:* Oben und unten mehrere Lagen kollenchymatischer Zellen. *Phloem:* Unregelmässig angeordnete Siebröhren, eingebettet in relativ grosszelliges Parenchymgewebe. *Kambium:* Teilweise erkennbar zu ca. 3 Lagen ± radial angeordneter, dünnwandiger, isodiametrischer bis horizontal gestreckter Zellen. *Xylem:* ± strahlig gebaute Spiral- und Netzgefässe. *Markstrahlen:* 1- bis 2zellreihig, dünnwandige, in radialer Richtung gestreckte Zellen. *Mark:* Fehlt.

Differenzierung der untersuchten Petasitesspezies.

Nachstehend sind wesentliche und differentialdiagnostisch wichtige Merkmale der untersuchten Petasitesspezies aufgeführt.

Ausläufer.

Als wichtigstes differentialdiagnostisches Merkmal der untersuchten Arten dürften die Zellformen des Rindenparenchyms sowie die des Markparenchyms zu nennen sein. Bei *Petasites hybridus* sind die Zellen des Rindenparenchyms rundlich-polygonal, dickwandig, unregelmässig angeordnet, mit meist grossen Interzellularen. Eine Tüpfelung ist stellenweise deutlich zu erkennen. Die Zellen des Markparenchyms sind rundlich. mit kleinen bis grössern Interzellularen. Stellenweise Tüpfelung. *P. albus* hingegen weist Rindenparenchymzellen auf, die in ± tangentialen Reihen angeordnet und in tangentialer Richtung ovalgestreckte Zellen darstellen, die oft deutlich getüpfelt sind. Das Markparenchym besteht aus gerundet-polygonalen Zellen mit recht kleinen Interzellularen. Einzelne Zellen sind oft deutlich getüpfelt. *P. paradoxus* weist im Rindenparenchym undeutlich tangentiale Reihen von in tangentialer Richtung gestreckten, ovalen bis polygonalen, dick-

wandigen Zellen auf, welche oft noch 1—2 radiale Trennwände eingelagert haben. Es finden sich kleinere bis grössere Interzellularen. Einzelne Zellen sind oft deutlich getüpfelt. Das Markparenchym hingegen weist ähnlichen Bau auf wie bei P. albus. Die Gefässbündel stellen kein eigentlich differentialdiagnostisch verwertbares Merkmal dar. Die stellenweise kräftigere Gefässbildung sowie die stärkere Faserbildung dürften nach unsern Untersuchungen eher ein Alter- und Standort- als ein Artmerkmal darstellen.

Die spärlich vorhandenen Wurzeln sind bei allen von uns untersuchten Spezies vorerst diarch, erst später entwickeln sich die andern Leitbündel, also eine Erscheinung, wie sie R. Triebel (51) auch bei andern Kompositenwurzeln beobachtet hat. Das Parenchymgewebe zeigt ähnlichen Bau wie bei den Ausläufern. *P. hybridus* zeigt ein auffallend stark durchlüftetes Rindenparenchymgewebe, während P. albus und P. paradoxus voneinander schwerer zu unterscheiden sind. *P. albus* hat gegenüber P. paradoxus regelmässig angeordnete Parenchymzellen. Bei *P. paradoxus* tritt häufig eine Einlagerung radialer Trennwände ein, wodurch das Gewebe in radialer Richtung unregelmässig gebaut erscheint.

Eine anatomische Differenzierung der Ausläufer der andro- und gynodynamischen Pflanzen ist nicht möglich.

	P. hybridus	P. albus	P. paradoxus
Zellen des Rindenparenchyms	unregelmässig angeordnet, rundlich-polygonal, dickwandig mit meist grossen Interzellularen, stellenweise Tüpfelung deutlich	± tangentiale Reihen, tangential-oval gestreckt oft deutlich getüpfelt	undeutlich tangentiale Reihen, tangential-oval bis polygonal gestreckt, 1—2 radiale Trennwände, kleine bis grössere Interzellularen, oft deutlich getüpfelt
Zellen des Markparenchyms	rundlich mit kleinen bis grössern Interzellularen stellenweise Tüpfelung	gerundet-polygonal, mit recht kleinen Interzellularen, oft deutlich getüpfelt	

Blatt.

Bei der Flächenbeobachtung der obern Epidermis lassen sich bereits differentialdiagnostische Merkmale für die einzelnen Arten aufstellen. *P. hybridus* besitzt oberseits wellig-buchtige Epidermiszellen, die meist 55—70 μ lang und meist 30—45 μ breit sind. *P. albus* hat ebenfalls wellig-buchtige Epidermiszellen; sie sind aber durchschnittlich grösser als bei P. hybridus, messen in der Länge meist 90—100 μ, in

der Breite meist 45—65 μ. *P. paradoxus* besitzt Epidermiszellen, die in der Grössenordnung von P. hybridus liegen, hat aber geradlinig-polygonale Epidermiszellen. Die Behaarung bei *P. hybridus* besteht oberseits fast ausschliesslich aus Gliederhaaren, sie ist hier nur schwach, während unterseits stärkere Behaarung aus Glieder- und Geisselhaaren vorhanden ist. *P. albus* weist ähnliche Behaarung auf, hat aber unterseits kräftigere als P. hybridus. Bei *P. paradoxus* fehlt oberseits jegliche Behaarung, während sie unterseits dicht ist, aber nur aus Geisselhaaren besteht. Die Spaltöffnungen sind bei allen drei Arten, sofern solche vorhanden, rundlich bis oval, bei *P. hybridus* etwas grösser als bei P. paradoxus sowohl ober- als unterseits, während sie bei *P. albus* oberseits ganz fehlen, unterseits durchschnittlich am kleinsten sind. *P. paradoxus* weist stellenweise Spaltöffnungen mit innerer und äusserer Atemhöhle auf, während bei andern von uns untersuchten Arten eine äussere nicht beobachtet wurde.

Eine anatomische Differenzierung der Blätter von andro- und gynodynamischen Pflanzen war nicht möglich.

	P. hybridus	P. albus	P. paradoxus
Epidermiszellen oben	wellig-buchtig 45—120 μ, meist 55— 70 μ lang 20— 60 μ, meist 30— 45 μ breit	wellig-buchtig 75—110 μ, meist 90—100 μ lang 40— 75 μ, meist 45— 65 μ breit	geradlinig-polygonal 50—100 μ, meist 60— 80 μ lang 25— 60 μ, meist 30— 45 μ breit
Spaltöffnungen oben	rundlich (oval) 40— 50 μ lang 30— 45 μ breit	fehlen	rundlich (oval) 36— 45 μ lang 30— 39 μ breit
Haare oben	Gliederhaare zerstreut	Gliederhaare zerstreut	fehlen
Epidermiszellen unten	wellig-buchtig bis geradlinig-polygonal	wellig-buchtig bis geradlinig-polygonal	wellig-buchtig bis geradlinig-polygonal
Spaltöffnungen unten	rundlich (oval) 25— 55 μ lang 25— 45 μ breit	rundlich (oval) 35— 48 μ lang 18— 36 μ breit	rundlich (oval) 33— 48 μ lang 33— 39 μ breit
Haare unten	Gliederhaare zerstreut, Geisselhaare zahlreich	Gliederhaare zerstreut, Geisselhaare zahlreich	Gliederhaare fehlen, Geisselhaare sehr zahlreich

Verhalten der Drogen im Fluoreszenzmikroskop.

Es wurde versucht, mit Hilfe des Fluoreszenzmikroskopes eine Differenzierung einerseits der einzelnen untersuchten Petasiteswurzeln, anderseits der andro- und gynodynamischen Pflanzen voneinander herbeizuführen.

Dabei fanden wir den Ganzschnitt praktisch nicht aufleuchtend, die Pulver wiesen bei allen untersuchten Drogen einzelne Partikelchen auf, die intensiv *stahlblau* aufleuchteten, andere, nur spärlich vorhandene, leuchteten *gelb,* die Grundmasse war *braun.* Jedoch waren Differenzierungsmerkmale der von uns untersuchten Petasitesdrogen im U. V.-Licht *nicht* zu beobachten.

Verhalten der Petasiteswurzeln bei Mikrosublimation.

Bei Mikrosublimation vom Metallblech aus (nach Ph. H. V.) ergibt sich bei den 3 untersuchten Petasitesspezies ein Sublimat, das entweder aus kleinen, punktförmigen Tröpfchen oder amorphen, farblosen oder braungelben Massen besteht. Die Mikrosublimation ist weder für das Genus Petasites typisch noch zur Differenzierung der einzelnen Spezies brauchbar.

Verhalten der Drogen gegen verschiedene Reagenzien.

Analog wie bei Arctium wurde auch das Verhalten von Radix Petasitidis gegen verschiedene, in der Mikroskopie gebräuchliche Reagenzien geprüft. Beim Querschnitt durch Ganzdrogen erhielten wir dabei mit konzentrierter *Schwefelsäure* eine leicht *kirschrote* Färbung der Sekretbehälter. Es scheint also, dass das ätherische Oel für diese Reaktion verantwortlich ist (bei Arctium wurde die Reaktion in der Aussenrinde und im Kork beobachtet, also in der Nähe von Sekretbehältern, während letztere selbst nicht besonders auf die Reaktion ansprachen). Mit *Natronlauge* erhielten wir eine leichte, durchgehende *Gelb*färbung, während einzelne Zellen in der Nähe von Sekretbehältern schwach bernsteingelb gefärbt waren. Die Pulver aller drei untersuchten Petasitesdrogen zeigten die gleiche Reaktion, mit konzentrierter Schwefelsäure kirschrot, mit Natronlauge gelb, während wir mit Vanadinschwefelsäure, Arsensäureschwefelsäure usw. keine Farbreaktionen erhielten.

Die Reaktionen mit konzentrierter Schwefelsäure und mit Natronlauge sind für das Genus Petasites nicht typisch, sondern sind auch bei Arctium positiv.

Untersuchung über den Aschengehalt.

P. hybridus und *P. paradoxus* weisen höhere Aschengehalte auf als *P. albus*. Bei Petasites hybridus und P. paradoxus ist der Aschengehalt bei der gynodynamischen Pflanze höher, bei P. albus die der androdynamischen Pflanze. Die in Salzsäure unlösliche Asche ist durchwegs umgekehrt proportional zur Gesamtasche. Das untersuchte Drogenmaterial stammte ausschliesslich von freiwachsenden Pflanzen, wobei klimatische und bodenkundliche Faktoren mitspielten.

Die Resultate der gewaschenen, lufttrockenen und pulverisierten Drogen, wobei Rhizom, Ausläufer und Wurzeln verwendet wurden, sind die folgenden :

	P. hybridus		P. albus		P. paradoxus	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Gesamtasche . .	5,52%	8,50%	4,65%	3,39%	6,06%	7,05%
Salzsäure unlösliche Asche	0,34%	0,26%	0,20%	0,27%	0,32%	0,21%

Handelsdrogen.

Handelssorten :

Petasites hat als Handelsdroge keine grosse Bedeutung, da die Nachfrage nach ihr nur gering ist. Die Handelsdroge stammt ausschliesslich von wildwachsenden Pflanzen. Nach Wasicky (58) wird die Droge im Herbst gesammelt. Angaben darüber, zu welcher Jahreszeit die Droge die grösste therapeutische Wirksamkeit besitzt, fehlen. Meist wird als Handelsdroge *P. hybridus* und *albus* verwendet, in geringerem Masse *P. paradoxus*. Petasites spurius dürfte bei uns kaum in Frage kommen als Handelsdroge, da sie nicht einheimisch ist.

Untersuchung von Handelsmustern.

Es stand uns Drogenmaterial von zwei verschiedenen Drogenfirmen zur Untersuchung zur Verfügung. Die Droge war bei beiden Mustern in kleine Stückchen (ca. ½ bis 1 cm lang) geschnitten. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Droge der einen Handelsfirma ausschliesslich aus *Petasites hybridus* bestand, während wir im Muster der andern Drogenfirma P. hybridus nicht feststellen konnten; letzteres bestand zur Hauptsache aus *P. albus,* daneben konnten wir auch *P. paradoxus* identifizieren.

Aus den untersuchten Drogenmustern ist ersichtlich, dass alle drei von uns untersuchten Petasitesspezies in Handelsdrogen vorkommen und relativ leicht identifiziert werden können.

Normierungsvorschlag.

Sämtliche einheimische Arten können als drogenliefernde Spezies in Frage kommen, und zwar Rhizom, Ausläufer und Wurzel. Angaben darüber, welche der drei Spezies therapeutisch die wertvollste sei, liegen zur Zeit nicht vor.

Nach unsern Untersuchungen möchten wir folgende Normierung vorschlagen :

Radix Petasitidis besteht aus den im Herbst gegrabenen, gewaschenen und getrockneten, unterirdischen Teilen sowohl der andro- als auch gynodynamischen Pflanzen von *Petasites hybridus* (L.) Fl. Wett., *P. albus* (L.) Gaertner, *P. paradoxus* Baumgart.

Prüfung : Pestwurz weist einen kurzen, knorrigen, ca. 4 cm dicken Wurzelstock von bräunlicher Farbe auf, der nur wenig bewurzelt ist; hingegen zweigen kräftige, bis 1,5 m lange und gegen 15 mm dicke Ausläufer ab von gelblichweissem Aussehen mit stellenweise violettem Unterton, versehen mit wenigen Nebenwürzelchen. Die Droge besteht zur Hauptsache aus den Ausläufern.

Pestwurz riecht widerlich und schmeckt schwach süsslich-schleimig mit würzigem Beigeschmack.

Die Ausläufer wie auch das Rhizom zeigen unter dem Mikroskop eine ± breite Rinde mit einem Kranz von ca. 20—35 schizogenen Sekretbehältern gegen den Zentralzylinder hin lokalisiert. Die Gefässbündel liegen zu 20—40 in ± regelmässigem Kranze in den äussern Partien des Zentralzylinders angeordnet. Sowohl im Rinden- als auch im Markparenchym findet sich Inulin in Klumpen.

Die Wurzeln haben eine breite Rinde und einen Zentralzylinder, der tetrarch bis hexarch gebaut ist und in der Mitte an Stelle des primären Xylems oft Mark oder verholzte Fasergruppen aufweist.

Das braungelbe Pulver besteht zur Hauptsache aus Rinden- und Markparenchym, das ab und zu getüpfelt ist, im Längs- und Querschnitt. Häufig zu finden sind Fragmente von Ring- und Netzgefässen, begleitet von Netztracheiden. Kork und Faserfragmente finden sich vereinzelt. Inulinschollen sind bei der Herbstdroge häufig. Kristalle fehlen. Mit konzentrierter Schwefelsäure gibt das Pulver eine kirschrote Farbe, mit Natronlauge eine Gelbfärbung.

Der Aschengehalt darf nicht mehr als 9 % betragen.

Aufbewahrung : In gut verschlossenem Gefässe.

Zusammenfassung.

1. Es wird eine ausführliche morphologische und anatomisch-pharmakognostische Beschreibung der Wurzeln, Blätter und Früchte der folgenden Arctiumspezies gegeben : *Arctium Lappa* L., *A. minus* (Hill.), *A. nemorosum* Lej. u. Court., *A. tomentosum* Miller.
2. Die einzelnen anatomischen Merkmale der untersuchten Arctiumspezies werden differentialdiagnostisch gewertet, wobei sich folgendes ergibt :

Wurzel.

Differenzierung der Wurzeln der einzelnen Spezies nicht möglich.

Blatt.

Die Differentialdiagnose ist möglich an Hand folgender Merkmale:
1. Flächenbild der obern Epidermiszellen.
2. Grösse der obern Epidermiszellen.
3. Spaltöffnungen oberseits.

Frucht.

Mikroskopische Differenzierung nicht möglich, hingegen makroskopische an Hand folgender Merkmale :
1. Länge der Frucht.
2. Ausbildung der Nebenrippen.

3. Es wird das Verhalten der Arctiumwurzeln im Fluoreszenzmikroskop geprüft.
4. Es wird das Verhalten der Arctiumwurzeln bei Mikrosublimation geprüft.
5. Es wird das Verhalten der Arctiumwurzeln gegen verschiedene Reagenzien untersucht.
6. Es wird von den Wurzeln der 4 obenerwähnten Arctiumspezies der Aschengehalt bestimmt.
7. Es werden 5 Handelsmuster von Radix Bardanae mikroskopisch untersucht.
8. Als Stammpflanzen für die Handelsdroge Radix Bardanae kommen die Wurzeln von allen 4 untersuchten Spezies in Frage.
9. Es wird eine ausführliche morphologische und anatomisch-pharmakognostische Beschreibung der unterirdischen Organe und der Blätter von *Petasites hybridus* (L.) Fl. Wett., *P. albus* (L.) Gaertn., *P. paradoxus* Baumgart. gegeben.
10. Die einzelnen anatomischen Merkmale der untersuchten Petasitesspezies werden differentialdiagnostisch gewertet. Folgende Charakteristika erwiesen sich als besonders wertvoll :

Ausläufer.

1. Zellen des Rindenparenchyms.
2. Zellen des Markparenchyms.

Blatt.

1. Flächenbild der obern Epidermiszellen.
2. Spaltöffnungen oben.
3. Haare oben.
4. Flächenbild der untern Epidermiszellen.
5. Spaltöffnungen unten.
6. Haare unten.

11. Es wird das Verhalten der Petasiteswurzeln im Fluoreszenzmikroskop geprüft.
12. Es wird das Verhalten der Petasiteswurzeln bei Mikrosublimation geprüft.
13. Es wird das Verhalten der Petasiteswurzeln gegen verschiedene Reagenzien untersucht.
14. Es wird von den Wurzeln der 3 obenerwähnten Petasitesspezies der Aschengehalt bestimmt.
15. Es werden zwei Handelsmuster von Radix Petasitidis mikroskopisch untersucht.
16. Die Analyse von Handelsmustern ergibt, dass die heutigen Handelsdrogen von allen 3 untersuchten Spezies abstammen können.

Tafel 1

Fig. 1

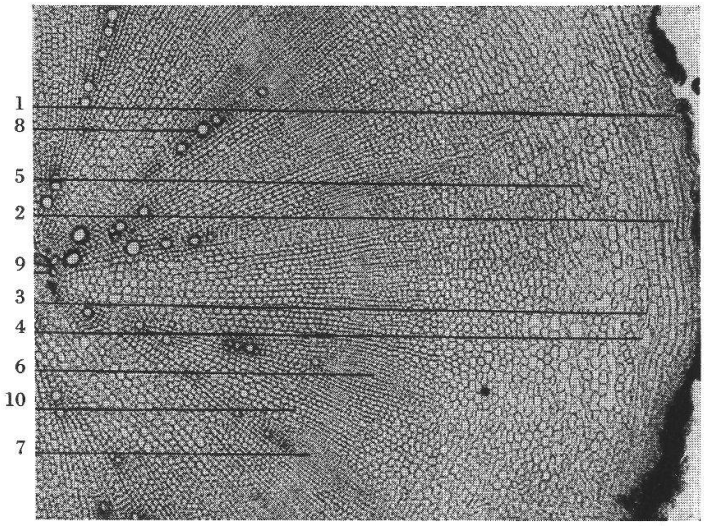


Fig. 3

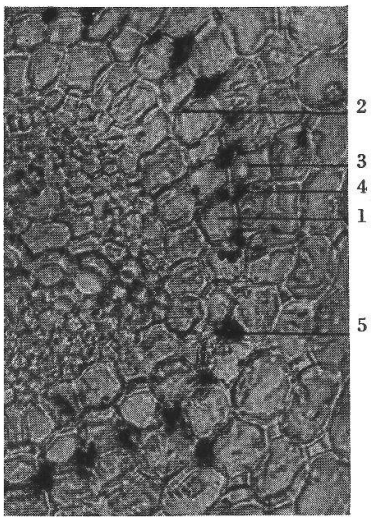


Fig. 2

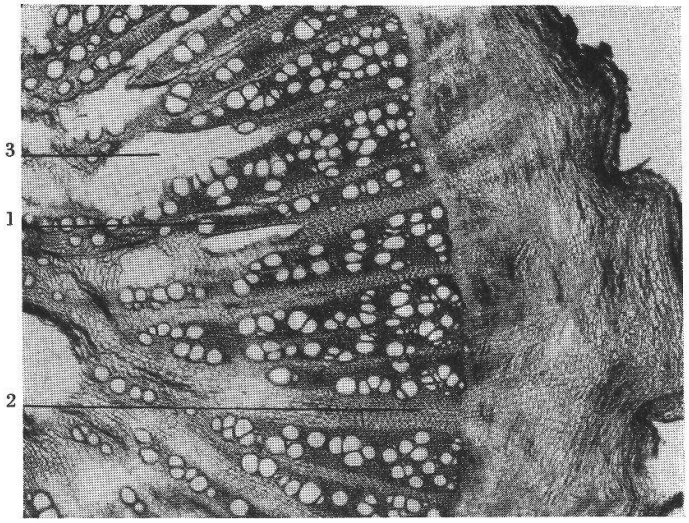


Fig. 4

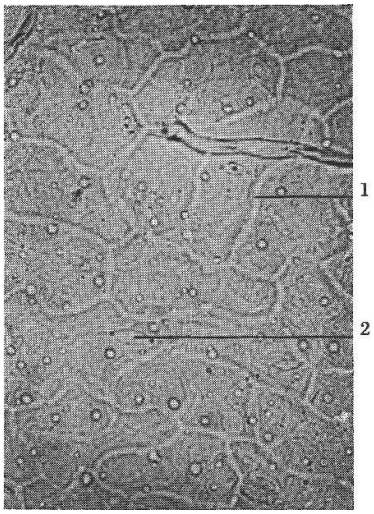


Fig. 5

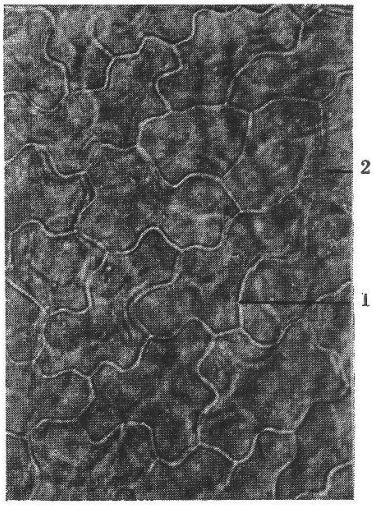


Fig. 6

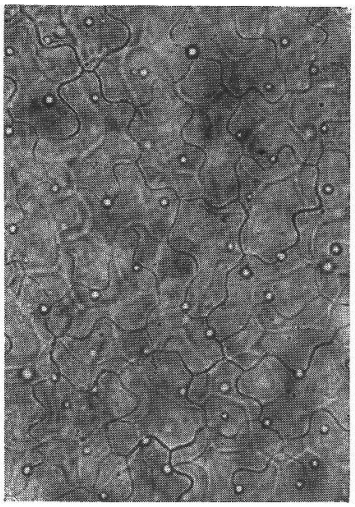
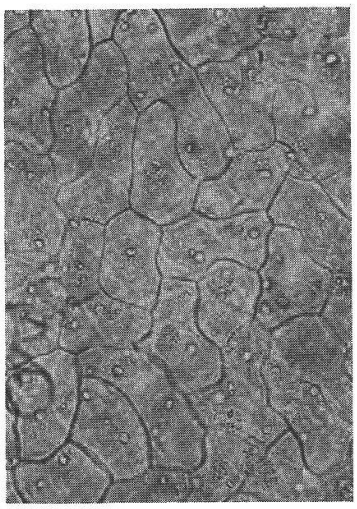


Fig. 7



Tafel 2

Fig. 10

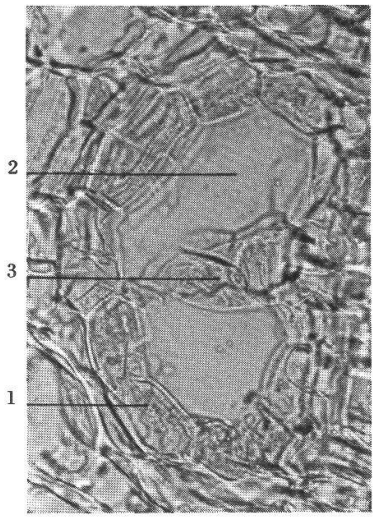


Fig. 8

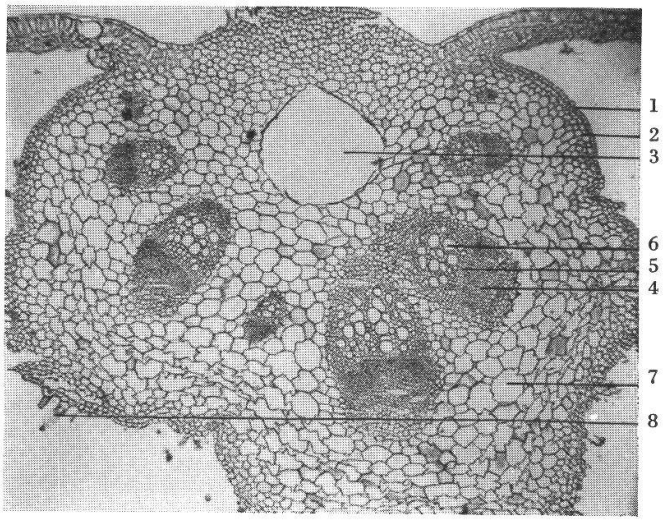


Fig. 14

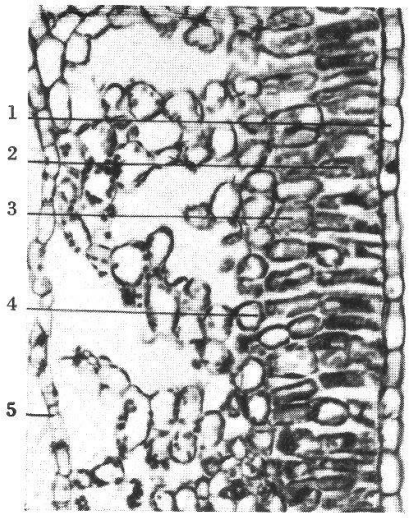


Fig. 9

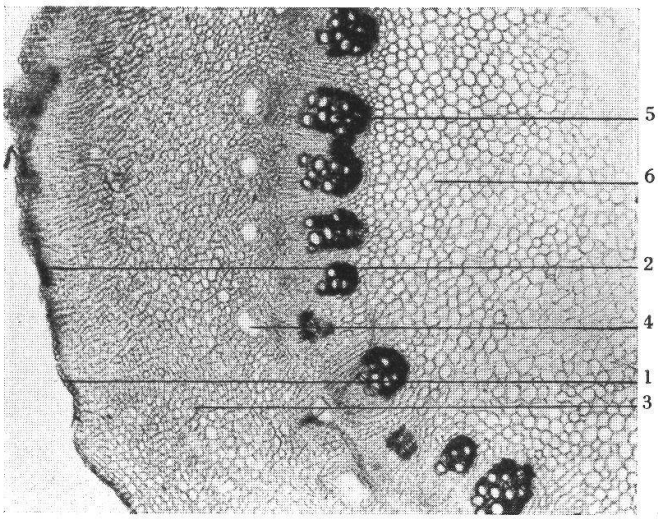


Fig. 11

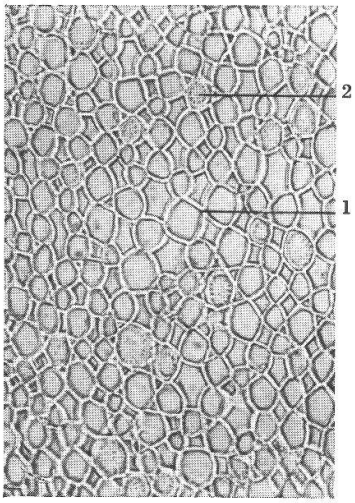


Fig. 12

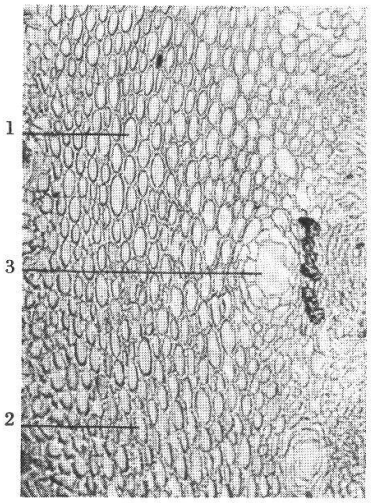
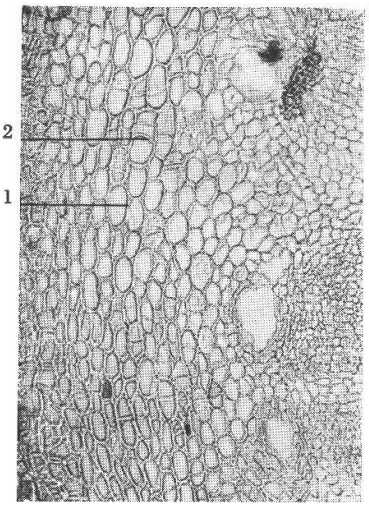


Fig. 13



Verzeichnis der Abbildungen.

Figur 1. Arctium Lappa, Herbstwurzel 1. Jahres, vergr. 8 ×.
1. Kork.
2. Aussenrinde.
3. Endodermis.
4. Schizogener Sekretbehälter.
5. Innenrinde.
6. Phloem.
7. Kambium.
8. Sekundäres Xylem.
9. Primäres Xylem.
10. Markstrahlen.

Figur 2. Arctium Lappa, Wurzel 2. Jahr (Blütezeit), vergr. 8 ×.
1. Holzfasergruppen in den Holzstrahlen.
2. Getüpfelte, leicht verholzte Markstrahlen.
3. Zerrissenes Markstrahlgewebe.

Figur 3. Arctium Lappa, Nebenwurzel Herbst des 1. Jahres, vergr. 220 ×.
1. Endodermis.
2. Casparysche Verdickungsleisten an den Radialwänden der Endodermis.
3. An die Endodermis angrenzende Zellreihe des Rindenparenchyms.
4. Interzellularraum, die Anlage des Sekretsbehälters darstellend.
5. Sekretmassen.

Figur 4. Arctium Lappa, Grundblatt vergr. 220 ×.
1. Obere Epidermiszellen (geradlinig bis wellig-polygonal, grösserzellig).
2. Spaltöffnung, etwas eingesenkt.

Figur 5. Arctium minus, Grundblatt vergr. 220 ×.
1. Obere Epidermiszellen (wellig bis wellig-buchtig, grösserzellig).
2. Spaltöffnung, leicht eingesenkt.

Figur 6. Arctium nemorosum, Grundblatt vergr. 220 ×.
Obere Epidermiszellen (wellig bis wellig-buchtig, kleinerzellig).

Figur 7. Arctium tomentosum, Grundblatt vergr. 220 ×.
Obere Epidermiszellen (geradlinig bis wellig-polygonal, kleinerzellig).

Figur 8. Arctium minus, 2. Jahr, Laubblatt, Querschnitt durch Mittelnerv, vergr. zirka 15 ×.
1. Epidermis.
2. Kollenchym.
3. Höhlung.
4. Phloem eines Gefässbündels.
5. Kambium.
6. Xylem.
7. Grundparenchym.
8. Ansatzstelle eines Gliederhaares.

Figur 9. Petasites hybridus ♀, Ausläufer, Herbst, vergr. 8 ×.
1. Epidermis.
2. Kork.
3. Parenchymgewebe.
4. Schizogener Sekretbehälter.
5. Gefässbündel.
6. Mark.

Figur 10. Petasites hybridus ♀, Ausläufer, Herbst, vergr. 220 ×.
1. Epithelzellen des schizogenen Sekretbehälters.
2. Sekretraum.
3. Radiale Trennwand.

Figur 11. Petasites hybridus ♀, Ausläufer, Herbst, vergr. 32 ×.
1. Rindenparenchym (unregelmässig angeordnete, rundlich-polygon., dickwandige Zellen mit kleinen bis grössern Interzellularen).
2. Getüpfelte Zelle.

Figur 12. Petasites albus ♂, Ausläufer, Herbst, vergr. 32 ×.
1. Rindenparenchym (± tangentiale Reihen, tangential-oval gestreckte Zellen mit meist sehr kleinen Interzellularen).
2. Getüpfelte Zelle.
3. Schizogener Sekretbehälter.

Figur 13. Petasites paradoxus ♀, Ausläufer, Herbst, vergr. 32 ×.
1. Rindenparenchym (undeutlich tangentiale Reihen, tangential-oval bis polygonal gestreckter Zellen mit kleinen bis grössern Interzellularen).
2. Zelle mit eingelagerter radialer Trennwand.

Figur 14. Petasites hybridus ♀, Blattspreite, Querschnitt vergr. 160 ×.
1. Obere Epidermis.
2. Obere Palisadenschicht.
3. Untere Palisadenschicht.
4. Schwammparenchym.
5. Untere Epidermis.

Literaturverzeichnis.

1. Berg, O.: Anatomischer Atlas zur pharmazeut. Warenkunde, Berlin 1865.
2. Bohn, W.: Heilwerte heimischer Pflanzen, Leipzig 1935.
3. Burnier, R.: La presse médicale **1918,** 229, ref. Jahresber. d. Pharmacie **53,** 30 (1918).

3a. C. L.: in Ph. Z. H. **77,** 95 (1936).

4. Codex medicamentarius Gallicus, Pharmacopée française, 6me éd. 1937.
5. Doetsch, R.: Beitrag zur Kenntnis der Bildung von ätherischem Oel. Diss. E. T. H. Zürich 1937.
6. Dragendorff, G.: Heilpflanzen. Stuttgart 1898.
7. Dunn, S., u. Kimmer, W. H.: Appearance of N. F. VI. crude vegetable Drugs under U. V. light. Am. J. Pharm. **109,** 498 (1937).
8. Ebert, F.: Beiträge zur Kenntnis des chinesischen Arzneischatzes. Früchte und Samen. Diss. Zürich 1907.
9. Ergänzungsbuch zum deutschen Arzneibuch, 5. Ausg. Berlin 1930.
10. Fischer, R.: Radix Bardanae in Wasicky, Leitfaden für pharmakogn. Untersuchungen. Leipzig 1936.
11. Flück, H., Schlumpf, E., Siegfried, K.: Pharmakogn. Atlas zur Pharmacopoea Helvetica Ed. V., Zürich 1935.
12. Flück, H.: Radix, Herba et Fructus Bardanae, Radix Petasitidis in Tschirch, Handbuch der Pharmakognosie, 2. Aufl., II. Bd. 379, 388, 390. Leipzig 1939.
13. Gerdts, C. L.: Bau und Entwicklung der Kompositenfrucht. Diss. Bern 1905.
14. Gerloff, U.: Beiträge zur Kenntnis der Zusammensetzung fetter Oele: Samenöl und Wurzelöl von Lappa major. Planta **25,** 667 (1936), ref. C. **1937,** I. 228.
15. Gilg, E., Brand, W., Schürhoff, P.: Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin 1927.
16. Gillot, P., et Legras, L.: Sur les glucides de réserve du « Petasites officinalis » Moench. Bull. Sci. pharmacol. **34,** 205 (1927).
17. Grossglauser, H.: Symphytum officinale. Diss. Bern 1934.
18. Haensel, H.: Bericht über ätherische Oele. Apoth. Ztg. **18,** 744 (1903), **19,** 577 (1904).
19. Hagers Handbuch der Pharmazeut. Praxis, Bd. II, 1927.
20. Haworth u. Kelly: Die Bestandteile natürlicher Phenolharze: Arctigenin. Journ. chem. Sc. London **1936,** 998, ref. C. **1937,** I. 107.
21. Hegi, W.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa VI, 2. München 1928.
22. Joanin, A.: Bardane in Remèdes Galéniques 1922.
23. Kellner, O.: Mitt. D. Ges. Natur- u. Völkerkunde Ostasiens; Landw. Versuchstat. **30,** 42 (1881), cit. nach Wehmer, Pflanzenstoffe II, Jena 1931.
24. Krantz, J. C., u. Carr, J. C.: Eine physik.-chem. Untersuchg. des Kohlehydrates aus der Wurzel von A. Lappa. Journ. physical. chem. **35,** 756 (1931), ref. C. **1931,** II. 585.
25. Kröber, L.: Das neuzeitliche Kräuterbuch, Bd. I., 3. Aufl. Stuttgart 1937, Bd. II. 1935.
26. Kurer, G. A.: Kutikularfalten u. Protuberanzen an Haaren u. Epidermen u. ihre Verw. z. Differenzialdiagnose offiz. Blätter. Diss. Bern 1917.
27. Leclerc, H.: Cit. Joanin, Les Remèdes Galéniques. 1922.
28. Loose, R.: Die Bedeutung der Frucht- und Samenschale der Kompositen für den ruhenden und keimenden Samen. Diss. Berlin 1891.
29. Luerssen, Ch.: Handbuch der Systemat. Botanik, Leipzig 1882.
30. Lüscher, H.: Flora des Kantons Aargau, Aarau 1918.
31. Madaus, G.: Lehrb. der Biolog. Heilmittel, Heilpflanzen, Bd. I u. III. Leipzig 1938.

31 a. Moritz, O.: Einführung in die Allgemeine Pharmakognosie. Jena 1936.
32. Nygård: Farm. Notisbl. Helsingfors 1909.
33. Omaki, T.: Ueber Arctin, einen Bestandteil des Samens von A. Lappa L. J. pharm. Soc. Japan **55,** 159 (1935); **56,** 180 (1936); **57,** 22 (1937); **57,** 89 (1937), ref. C. **1935,** II. 3664; **1937,** I. 2994; **1937,** I. 3970; **1937,** II. 784.
34. Planchon, G., et Collin, E.: Les drogues simples. Bd. II. Paris 1896.
35. Pharmacopoea Austriaca Edit. VIII, 1906.
36. Pharmacopoea Helvetica Edit. V, 1933.
37. Schmid-Bilowizki: Mh. Chem. **49,** 98 (1928).
38. Schinz, H., u. Keller, R.: Flora der Schweiz. I. 4. Aufl. Zürich 1923.
39. Schimmel & Co.: Pestwurzöl in Gildemeister u. Hoffmann, Die ätherischen Oele. 3. Aufl. III, 1937.
40. Schlagdenhauffen u. Reeb: Journ. Pharm. Als.-Lorr. **1885,** 207. Cit. nach Wehmer, Pflanzenstoffe II, 1931.
41. Schwabe, W.: Homöopathisches Arzneibuch. Leipzig 1924.
42. Senay, P.: Bull. Soc. Bot. France **83,** 330 (1936).
43. Shinoda, J.: Ueber die Bestandteile des Arctium Lappa L. J. pharm. Soc. Japan **49,** 183 (1929), ref. C. **1930,** I. 2568.
44. — u. Kawagoye, M.: Ueber die Bestandteile des Arctium Lappa L. J. pharm. Soc. Japan. **49,** 94 (1929), ref. C. **1929,** II. 1546.
45. — u. Kawasaki, Ch.: Ueber die Bestandteile des Klettensamenöls. J. pharm. Soc. Japan. **51,** 132 (1931), ref. C. **1932,** I. 2400.
46. Solereder, H.: Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899. Ergänzungsband 1908.
47. Tabernaemontanus-Bauhinus, Kräuterbuch. Frankfurt 1625.
48. The National Formulary Sixth Edition 1936.
49. The British Pharmaceutical Codex 1934.
50. Thoms, H.: Handb. d. prakt. u. wissenschaftl. Pharmazie V/2. Berlin 1931.
51. Triebel, R.: Ueber Bau und Entwicklung der Oelbehälter in Wurzeln von Kompositen. Diss. Königsberg 1885.
52. Trimble, H., u. Mac Farland, F.: An examination of Burdock fruit. Amer. J. Pharmac. **57,** 127 (1885).
53. — The bitter principle of Burdock fruit. Amer. J. Pharm. **60,** 79 (1888).
54. Tunmann, O.-Rosenthaler, L.: Pflanzenmikrochemie. Berlin 1931.
55. Van de Vyvere, M. P.: Les cultures des Plantes médicinales en Belgique. J. Pharmac. Belgique **13,** 7 (1931).
56. Vogl, A.: Ueber Milchsaftgefässe in der Klette. Botan. Ztg. **24,** 193 (1866).
56 a. — Kommentar zur Oesterreichischen Pharmakopöe, 8. Ausg. Bd II. Wien 1908.
57. Wasicky, R.: Physiopharmakognosie II. Wien 1932.
58. — Arctium und Petasites in Thoms Handb. d. Pharmaz. V/2. Berlin 1931.
59. Weckler, G. A.: Analysis of Burdock root, Lappa officinalis All. Amer. J. Pharmac. **59,** 393 (1887).
60. Wehmer, C.: Die Pflanzenstoffe. II. 2. Aufl. Jena 1931; Ergänzungsband 1935.
61. Wilpert, H.: Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung Arctium. Diss. Breslau 1928.
62. Youngken, H. W.: Textbook of Pharmacognosy. Ed. III, 1930.
63. — -Van der Wyk, R. W.: Studies of National Formulary drugs. J. Amer. pharmac. Ass. **28,** 17 (1939).
64. Zellner, J.: Studien über die chem. Bestandteile von Petasites offic. Moench. Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **272,** 601 (1934).
65. — u. Scherr: Studien über die chem. Bestandteile von Arctium majus, Schk. Arch. Pharm. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **262,** 386 (1924).
66. Zörnig, H.: Arzneidrogen. Bd. I. Leipzig 1909.