

Histologische Differenzierung der pflanzlichen Oberhaut.

Von Dr. E. Heinricher.

(Mit einer Tafel.)

Die vorliegende Mittheilung berücksichtigt in erster Linie die Oberhaut der Laubblätter und fußt auf Beobachtungen, welche nahezu ausschließlich an Vertretern aus der Familie der Kreuzblütler gemacht worden sind. Diese Beschränkung hat ihren Grund darin, dass ich die kleine Abhandlung als ein Nebenergebnis einer anderweitige Ziele verfolgenden Arbeit, welche eben die Cruciferen zum Gegenstande hatte, zur Veröffentlichung bringe. Es wird sich indes aus dem Folgenden ergeben — dass wir das Vorkommen gleicher histologischer Differenzierungen in vielen andern Pflanzenfamilien mit Sicherheit voraussetzen können, ja, dass in der Literatur bestätigende Angaben bereits zu finden sind.

Zuerst habe ich an den Blättern von *Moricandia arvensis* DC. diese Differenzierung aufgefunden und sie kurz schon in meiner Abhandlung „Über isolateralen Blattbau etc.“¹⁾ erwähnt. Später berührte ich in der Arbeit „Die Eiweißschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhöadinenreihe“²⁾ an mehreren Orten flüchtig den Gegenstand und stellte in einer Anmerkung auf p. 23 eine eingehendere diesbezügliche Mittheilung in Aussicht.

¹⁾ Pringsheims Jahrb., Bd. XV, H. 3, p. 529.

²⁾ Erschienen in den „Mittheilungen des botanischen Instituts zu Graz“, I. Bd., 1886.

Diese vordem gemachten Notizen werden hier deshalb erwähnt, weil inzwischen den Gegenstand betreffende kurze Mittheilungen auch von andern Forschern gemacht wurden. So hebt *Dennert* ¹⁾ in seiner Dissertation: „Vergleichende Anatomie des Laubstengels der Cruciferen“ — eine solche Differenzierung für *Senebiera Coronopus Poir.*, *S. didyma* und *Hutchinsia petraea R. Br.* hervor und *Volkens* ²⁾ hat kürzlich in der Abhandlung: „Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste“ eine knappe Schilderung, von gleichen Differenzierungen, welche er in der Oberhaut der Blätter von Pflanzen aus verschiedenen Familien beobachtete, entworfen. Während nun *Volkens* anscheinend sehr ausgeprägte Typen solcher Differenzierung auffand, habe ich auch eine Reihe von Vorstufen dazu beobachtet. Es wird deshalb eine Hauptaufgabe nachstehender Zeilen sein, die Art der Differenzierung und deren successive Ausprägung an der Hand der beigegebenen Tafel zu schildern.

Im Wesen beruht die hier zu besprechende histologische Gliederung in der Oberhaut auf der augenfälligen Vergrößerung einzelner Zellen, so dass sie um Vielfaches, das 10-, 20- ja 100fache, die umliegenden Zellen an Volum übertreffen. Inhaltlich scheinen sie in der Regel von den übrigen Oberhautzellen (die Schließzellen der Spaltöffnungen natürlich ausgenommen) nicht verschieden zu sein; sie führen den gleichen wasserhellen Inhalt, der in der Hauptsache aus wässrigem Zellsaft besteht. Sie besitzen immer nur einen Zellkern, der im Verhältnis zur Größe der Zelle mäßige Dimensionen aufweist und häufig in der Mitte der Zelle — oder an der obern oder untern Wand im Protoplasma-Schlauche liegt. Vom Kern strahlen viele, bald gröbere bald zärtere Protoplasma-Fäden aus. An zahlreichen, vielleicht an allen der untersuchten Pflanzen ist, in den großen Epidermis-Zellen,

¹⁾ Botanische Hefte. Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg, 1. Heft, 1885.

²⁾ Sitzungsab. der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1886, p. 17.

Protoplasma-Circulation sehr schön zu beobachten. Um sofort ein Beispiel dieser Differenzierung zu geben — verweise ich auf die in Fig. 7 dargestellte Oberhaut; die beiden großen Epidermis-Zellen fallen sofort ins Auge. Da die Außenwand und die innere, ans Mesophyll angrenzende Wand solcher Zellen aus der Ebene der Außen- und Innenwandungen der übrigen Oberhautzellen bedeutend hervorspringen, so ist die Volum-Vergrößerung thatsächlich eine noch weit beträchtlichere als sie in der Flächenprojection zu Tage tritt. An Blattquerschnitten erscheinen diese Zellen mit tonnenförmigem Umriss; ich verweise diesbezüglich auf den in meiner Abhandlung: „Die Eiweißschläuche der Cruciferen etc.“, Tafel III, Fig. 1 dargestellten Blattquerschnitt von *Moricandia arvensis* DC.

Die Mehrzahl der Cruciferen unserer Flora entbehrt solcher Differenzierung in der Oberhaut oder zeigt sie doch nur in wenig ausgeprägter Weise. Im allgemeinen lassen sich hier zwei Typen im Bau der Oberhaut unterscheiden. Den einen gibt die Figur 1 wieder, welche ein Stück Oberhaut des Blattes von *Hesperis matronalis* L. darstellt. Er ist gekennzeichnet durch die wellige Contour der Oberhautzellen, welche bei *Hesperis matronalis* noch alle annähernd gleiche Größe zeigen. So treten hier nur die Schließzellen der Spaltöffnungen als differente Zellen der Oberhaut hervor. Die Epidermen von Blattober- und Blattunterseite sind in der Regel nicht oder nur wenig verschieden.

Den zweiten Typus kann uns Fig. 2 veranschaulichen, welche die Blattoberhaut von *Crambe cordifolia* Stev. zeigt. Die Seitenwände der Zellen sind nicht wellig hin- und hergebogen, sondern verlaufen gerade oder bloß bogig gekrümmt. Die Abscheidung der Spaltöffnungs-Mutterzellen findet durch drei oder vier Theilungswände statt, welche wie die Segmente einer dreischneidigen Scheitelzelle einander folgen. Dieser Bildungsvorgang ist an der Oberhaut bereits ausgewachsener Blätter noch leicht verfolgbar; durch ihn resultiert auch von vornherein eine größere, wenn auch nicht bedeutende und auffällige Differenz in der Größe der einzelnen Oberhautzellen. Diese beiden Typen sind nun nicht immer scharf geschieden, sondern werden durch intermediäre Bildungen verknüpft.

Die Differenzierung erfolgt in beiden Typen auf wesentlich gleiche Art. Sie äußert sich zunächst in der bedeutenden Vergrößerung einzelner Zellen. So wird bei *Goldbachia torulosa* DC. eine beginnende Differenzierung in der nach dem Hesperis-Typus gebauten Oberhaut dadurch bemerkbar, dass einzelne Zellen die drei- bis vierfache Länge der übrigen zeigen. Denken wir uns in der Epidermis von *Hesperis* stellenweise 3—4 Zellen in kontinuierlichem Verband — so erhalten wir annähernd ein Bild der Oberhaut von *Goldbachia torulosa*.

Die Differenzierung gewinnt auch dadurch ein je verschiedenes Ansehen, dass in dem einen Fall die vergrößerten Oberhautzellen isoliert liegen — während sie in dem andern Falle zu Zügen aneinanderschließen, indem eine sich an die andere unmittelbar anreicht. Diese Zellenzüge können entweder kleinere Ausdehnung haben und nur aus der Aneinanderreihung weniger Zellen bestehen, oder sie werden zu einem kontinuierlichen, über die gesammte Blattfläche ausgedehnten Netzwerk.

Für das Vorkommen isolierter, enorm vergrößerter Epidermis-Zellen unter den übrigen kleinen, werde ich später ein exquisites Beispiel von einer, der Familie der *Ficoideae* angehörigen, Pflanze besprechen. Isolierte große Zellen finden sich auch in der Oberhaut der Blätter von *Isatis tinctoria* L., *Senebiera Coronopus* und von *Heliophila*-Arten. Doch bei allen diesen finden sich neben vereinzelt liegenden großen Zellen auch kleine Verbände von solchen. Figur 6 zeigt eine isoliert liegende große Oberhautzelle aus der Epidermis von *Isatis tinctoria*. Die Gestalt dieser Zellen ist hier eine sehr wechselnde. Während die in Figur 6 abgebildete dreiarmlig ist, sind andere langgestreckt, einem hin- und hergebogenen Schlauche vergleichbar und erreichen eine Länge bis zu 0.4 mm. An anderer Stelle schließen mehrere solcher Zellen, um eine in ihrer Mitte befindliche Gruppe kleiner Zellen mit zahlreichen Spaltöffnungen, kranzförmig zusammen. Die in der Mitte liegende Zellgruppe erscheint wie eine Insel, welche von einem Wassergraben umströmt ist.

Bei zahlreichen Cruciferen, insbesondere bei jenen in

deren Oberhaut der Crambe-Typus erkennbar ist, wird diese „Inselbildung“ noch viel ausgeprägter. Neben der Vergrößerung gewisser Epidermis-Zellen befördert eben die Ausprägung der Zelldifferenzierung noch ein zweites Moment, und dies ist, die Localisierung der Bildung von Spaltöffnungen auf andere Zellen. Während die einen der primären Oberhautzellen sich bedeutend vergrößern aber keine Theilungen eingehen, wachsen andere weniger, theilen sich aber häufig und gliedern die Spaltöffnungs-Mutterzellen ab. Schließen dann die großen Zellen zu Zügen aneinander, so bietet eine solche Oberhaut unter dem Mikroskope das Bild eines reich gegliederten Stromgeäders, mit vielfacher Inselbildung. Die Strombahnen werden durch die großen Zellen repräsentiert, während die kleinen Zellgruppen mit den Spaltöffnungen, Inseln vergleichbar, darin liegen.

Eine Andeutung solcher „Inselbildung“ kann man schon in der Blattoberhaut von *Raphanus sativus* L. (Fig. 3) wahrnehmen. Viel ausgeprägter tritt sie aber zu Tage bei *Eruca Cappadocica* Reut., *Diplotaxis tenuifolia* DC. und bei *Moricandia arvensis* (Fig. 4). Die großen Zellen stehen jede mindestens mit zwei weiteren solchen in Verbindung, welche nach zwei Seiten den Anschluss an gleiche vermitteln; häufig aber treffen mehrere große Zellen, von verschiedenen Richtungen kommend, aneinander. Meist trennt zwei Spaltöffnungen führende Inseln nur die Breite einer großen Zelle, hie und da aber findet man auch breitere Stromläufe, gebildet aus zwei stellenweise selbst drei Reihen, mit den Längsseiten aneinanderstoßender, großer Zellen. Nahezu zur Regel wird eine solche Verbreiterung des durch die großen Zellen dargestellten Stromlaufes, über den größeren Nerven, welche in 4–5 Zahl jederseits in den Hauptnerv des Blattes münden.

Nur bei den stärksten Nerven herrscht eine Beziehung zwischen diesen und der Anordnung der großen Epidermiszellen. Ober den feineren Nerven correspondiert die Anordnung der großen Zellen mit dem Verlaufe jener keineswegs. Ich hatte ein gegentheiliges Verhalten vermuthet, da mir die Thatsache bekannt ist, dass in manchen Laubblättern sich in der Gestalt der Oberhautzellen der ganze Nerven-

verlauf verfolgen lässt, ohne dass etwa vorspringende Rippen über den Nerven vorhanden wären.¹⁾

Dass ein solches Zusammenfallen des Verlaufes der großen Epidermis-Zellen mit jenem der Nerven bei den hier zu behandelnden Differenzierungen nicht besteht, soll die Figur 9 darstellen. Das Bild ist von einer Crucifere gewonnen, welche ich im botanischen Garten mit der Etiquette „*Nasturtium austriacum* Crantz. versehen fand; ich werde später zu erwähnen haben, wie ich dazu kam an der Richtigkeit der Bestimmung zu zweifeln. In der That war diese Bezeichnung eine falsche — die Pflanze muss aber nun als „Unbestimmte“ angeführt werden, da mir das wenige noch vorhandene Alkoholmaterial deren Bestimmung nicht mehr zuließ. Die Figur 9 zeigt uns den Verlauf der zu längeren oder kürzeren Zügen gruppiereten großen Epidermis-Zellen und in den punctierten Linien den Verlauf der Nerven. Man sieht nun deutlich, dass letztere nur streckenweise und offenbar ganz zufällig unter den großen Zellen verlaufen im großen und ganzen aber keine Beziehung mit jenen verrathen.

Bei *Moricandia arvensis* kommt eine der großen Epidermis-Zellen in ihrer Flächenausdehnung 8—30 der kleinen Oberhautzellen, wie solche in den die Spaltöffnungen führenden Inseln liegen, gleich. Noch größer werden im Verhältnis die großen Zellen bei der erwähnten unbestimmten Crucifere, wie Figur 7 zeigt. Hier kommen bis 50 der kleinen Oberhaut-

¹⁾ Bei *Solidago rigida* L. besteht die Blatt-Epidermis aus polygontafelförmigen Zellen. Ober den Nerven nehmen diese Zellen eine größere Längsstreckung an und man kann aus der Gruppierung dieser gestreckteren Zellen den Verlauf selbst der kleinsten Gefäßbündelmaschen erschließen. Nur ober den innerhalb der Gefäßbündelmaschen blind auslaufenden Nerven-Enden fehlt die Ausprägung des Verlaufes in der Epidermis. Eine solche Andeutung des Nervenverlaufes durch die Gestalt der Oberhautzellen scheint insbesondere an jenen Blättern vorzukommen, in denen die chlorophyllfreien Parenchym-Scheiden der Nerven von Schienen farblosen Gewebes begleitet werden, und welche die Verbindung von Parenchym-Scheiden mit der Epidermis vermitteln. An den kleinsten Nerven ist es eine einfache Zellreihe chlorophyllfreier Zellen, welche diese Verbindung herstellt. (Vgl. Tafel XXIX, Fig. 1, a, b, welche Theile von Querschnitten durchs Blatt von *Solidago rigida* darstellen, in meiner Abhandlung „Über isolateralen Blattbau etc.“.)

zellen auf eine große. Die größten Zellen erreichen eine Länge von 0.5 mm bei einer durchschnittlichen Breite von 0.06 mm.

Natürlich schließen auch an die Innenwände der großen Zellen sehr viele Pallisaden oder Schwamm-Parenchym-Zellen an. Ich habe dies in Figur 2, Tafel III der Abhandlung über die Eiweißschläuche der Cruciferen angedeutet. Während an die kleinen Zellen der Oberhaut 1—2 Mesophyll-Zellen ansetzen, geschieht dies von 15—20 und mehr bei den großen.

Da wo vorspringende Rippen über den größeren Blattnerven vorhanden sind, findet sich die gleiche Gliederung auch in der jene überziehenden Oberhaut. So ist es z. B. bei *Eruca Cappadocica*. Figur 5 stellt uns einen Theil der über einer Nervenrippe liegenden Oberhaut, an einem Querschnitte dar.

Bei einzelnen Cruciferen erstreckt sich die gleiche Differenzierung auch auf die Oberhaut der Stengeltheile. Hier hat sie ja Dennert bei *Senebiera Coronopus*, *S. didyma* und *Hutschinsia petrea* beobachtet. Er erwähnt darüber, p. 19, l. c.: „Bei den beiden *Senebiera*-Arten und bei *Hutschinsia petrea* sind die kleinen gewöhnlichen Epidermis-Zellen mit großen blasig aufgetriebenen gemischt, die letzteren werden wohl als blasige Trichombildungen anzusprechen sein.“¹⁾ Diese Auffassung, der bogig hervorgetriebenen Zellen an den Stengeltheilen von *Senebiera*-Arten, als Trichombildung ist zwar hier wenig zutreffend, doch werden wir später in der That eine Pflanze anzuführen haben, bei der die Ausstülpung der großen Epidermis-Zellen so weit geht, dass sie mit blasigen Trichomen vergleichbar sind. Bei *Moricandia arvensis* und anderen der untersuchten Cruciferen fehlt an der Stengelepidermis eine jener im Blatte vergleichbare Gliederung gänzlich, bei anderen findet sie sich in ebenso ausgeprägter Form wie im Blatte vor. Immer tritt dies aber bei Pflanzen ein, bei denen die Differenzierung eine bereits sehr ausgebildete genannt werden muss.

Einen eigenthümlichen Charakter nimmt die Differen-

¹⁾ Nebenbei bemerkt ist die an gleicher Stelle gemachte Bemerkung Dennerts „Kopfige und drüsige Haare fehlen den Cruciferen“, nicht zutreffend. Allerdings sind solche Trichome bei den Kreuzblütlern selten, doch finden sich kopfige Drüsenhaare (Emergenzen) z. B. bei *Bunias Erucago L.*

zierung in der Oberhaut der Blätter einiger *Heliophila*-Arten an, obgleich ihr offenbar die gleiche Tendenz, wie in den übrigen Fällen, innewohnt. Ich habe die drei Species *H. coronopifolia* Lin., *H. amplexicaulis* Lin. und *H. pilosa* Lam. untersucht. Bei *H. coronopifolia* ist eine Gliederung der Oberhautzellen im Sinne der, bei den sogleich zu besprechenden beiden andern Arten vorhandenen, erst kaum angedeutet. Schon wohl ausgebildet tritt sie uns bei *H. amplexicaulis* entgegen. Die Figur 10 gibt ein Bild von der Blattoberhaut. Sogleich fallen uns die langen schlauchförmigen Zellen in ihr auf. Die zu vergrößernden Zellen erfahren hier ihre Volum-Zunahme offenbar in erster Linie durch Längsstreckung, denn an Querschnitten (Fig. 11) übertreffen sie die benachbarten Epidermis-Zellen nur um das zwei- bis dreifache an Größe. Sie ragen auch nach außen sehr wenig, und nach innen nicht gar bedeutend, vor. Diese schlauchförmigen Epidermis-Zellen erreichen eine ganz ansehnliche Länge; diese schwankt etwa zwischen 1—2.5 mm. Was nun die Anordnung der schlauchartigen Zellen betrifft — so findet man sie theils isoliert, theils zu Reihen von zwei bis vier hintereinander folgenden verbunden, wobei die Angliederung mit den queren Enden erfolgt. Öfters setzen auch zwei von einander getrennt, etwas convergent laufende, an eine dritte gleiche Zelle an. Auch kommt es vor, dass zwei Schlauchzellen, eine Strecke weit mit ihren Längsseiten sich berührend, dahinziehen. Ober dem Mittelnerv hat es den Anschein, als ob die Schläuche zu fünf bis acht nebeneinander liegend verliefen, doch überzeugt uns ein genaueres Nachsehen, dass auch da im Wesen die gleiche Differenzierung herrscht, dass sie nur minder auffallend ist. Hier zeigen nämlich alle Epidermis-Zellen größere Streckung, so dass sie 0.3—0.5 mm lang sind, dazwischen aber befinden sich die noch vielfach längeren epidermalen Schlauchzellen.

Dieselben Verhältnisse, nur noch im gesteigerten Maße, finden wir an den schmalen, linealen Blättern von *Heliophila pilosa*. Die epidermalen Schlauchzellen werden bei dieser Pflanze noch um vieles länger; ich habe hier welche von 8 mm Länge gesehen. Meines Wissens ein für Epidermis-Zellen einzig dastehender Fall. Die Anordnung und Vertheilung ist in der

Hauptsache die gleiche wie bei der vorbeschriebenen Art. Die Enden dieser Zellen verjüngen sich immer stark und laufen zumeist in eine scharf ausgezogene Spitze, vergleichbar dem Ende einer typischen mechanischen Faserzelle, aus. Oft schließen zwei solcher Zellen mit ihren Spitzen aneinander an, in andern Fällen erfolgt der Anschluss mittels einer schmalen Querwand. Die ohne Anschluss an eine gleiche Zelle endenden Schlauchzellen scheinen immer spitz ausgezogen zu sein. In einer Beziehung, welche hauptsächlich an Blattquerschnitten bemerkbar wird, unterscheiden sich die epidermalen Schlauchzellen von *H. pilosa* von jenen der *H. amplexicaulis*. Ihre Außenwand ist ansehnlich dicker — als jene der übrigen Oberhautzellen, und sie werden eben daran leicht erkennbar. Denn ihrem Breitendurchmesser nach übertreffen sie die benachbarten Oberhautzellen höchstens um das Doppelte (Figur 13, b), ja gegen ihr Ende zu durchschnitten, kann sich das Verhältnis sogar umkehren (Fig. 13, a). Die Außenwand der epidermalen Schlauchzellen kann selbst um das Doppelte jene der benachbarten Zellen an Dicke übertreffen; da nun überdies das Lumen der Nachbarzellen unter der Außenwand faltenförmig von rechts und links etwas übergreift über das Lumen der Schlauchzelle, so erscheint diese gewissermaßen etwas versenkt. (Vgl. Fig. 13.) In der Flächenansicht erhält man infolge des geschilderten Übergreifens der benachbarten Epidermis-Zellen die schlauchförmige Oberhautzelle bei hoher Einstellung viel schmaler zur Ansicht als bei tieferer.

Die Blätter von *Heliophila pilosa* tragen auf beiden Flächen Borstenhaare, welche einfache Aussackungen einzelner Epidermis-Zellen sind. Im Umkreise der zum Trichom auswachsenden Zelle finden wir etwas größere Oberhautzellen, welche mehr minder radial um die Trichomzelle gelagert sind. Häufig reicht auch eine der schlauchförmigen Oberhautzellen bis an die Basis eines solchen Borstenhaares. (Fig. 14.) Nachdem in neuerer Zeit mehrfach Trichome als Wasser aufsaugende Organe erkannt oder wenigstens gedeutet wurden,¹⁾

¹⁾ Volkens, „Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste“ (Sitzungsb. der königl. Akad. der Wissenschaften in Berlin, 1886, p. 12. *Lundström*,

lag auch hier die Annahme eines solchen Vorganges nahe. Indessen konnte ich keinerlei Einrichtungen, welche zur Wasseraufnahme zweckdienlich wären, an den Trichomen entdecken. Die Wandungen der Trichome sind nirgends verholzt — ihre Basaltheile sind weder dünnwandiger noch findet sich an ihnen eine cuticularfreie Zone.

Schließlich bespreche ich noch die histologische Gliederung, wie sie an einer in die Familie der *Ficoideae* gehörigen Pflanze, bei *Tetragonia expansa* Ait. auftritt.¹⁾

Die Differenzierung der Zellen in der Oberhaut ist hier schon sehr weit vorgeschritten; es spricht sich dies auch darin aus, dass sie in gleicher Weise wie an Laube, an den Stengelteilen auftritt. Die großen Zellen erscheinen in Flächenansicht mehr oder minder kreisförmig; sie liegen alle einzeln, ohne directen Zusammenhang mit einander, so dass jede von einem Hofe kleiner Zellen, unter denen sich auch die Spaltöffnungen befinden, umgeben ist. (Fig. 8.) Wie in allen besprochenen Fällen, findet sich auch hier die Differenzierung auf beiden Blattseiten. Es zeigte sich in dieser Beziehung ein gleiches Verhalten, ob der Blattbau ein isolateraler (*Moricandia arvensis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Heliophila amplexicaulis*) oder ein dorsiventraler war. Höchstens erscheint die Ausbildung der großen Zellen bei dorsiventalem Laube an der Unterseite gefördert. Prägnant tritt dies eben bei *Tetragonia expansa* hervor.

Pflanzenbiologische Studien, I., Die Anpassung der Pflanzen an Regen und Thau, Upsala 1884.

¹⁾ Meine Untersuchungen waren bereits abgeschlossen, als *Haberlandt*, welcher davon Kenntniss hatte — in den letzten Octobertagen die Differenzierung in der Oberhaut von *Tetragonia expansa* auffand und mich davon unterrichtete. Leider erlagen die im freien Lande stehenden Pflanzen kurz darauf dem Froste, wodurch die Ausnützung derselben zu Experimenten (wozu *Tetragonia expansa* vermuthlich sehr geeignet wäre) unmöglich gemacht wurde. Ein Zuwarten auf das kommende Jahr war in dem Falle nicht statthaft, da ich die Abhandlung der Redaction dieses Jahrbuches bereits zugesagt hatte. Die Blasen in der Epidermis von *Tetragonia expansa* werden übrigens schon von *Meyen* (Secretionsorgane) erwähnt, und, nach *Weiß* (Die Pflanzenhaare, Berlin 1867) unvollkommen abgebildet. *Weiß* widmet ihnen selbst (l. c. p. 560) einige wenige Worte. Siehe auch *De Bary*, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, p. 68.

In der Flächenansicht ist das Bild, welches die Epidermen von Ober- und Unterseite gewähren, nahezu gleich, nur um geringes übertrifft der Durchmesser der größten Zellen unterseits jenen der oberseits befindlichen. Dies fällt indes umso weniger auf, als der Durchmesser der großen Zelle überhaupt in ziemlich weiten Grenzen schwankt (von 0·09—0·15 mm), wie das unmittelbar aus Figur 8 ersichtlich ist. An Blattquerschnitten aber sehen wir, dass die großen Zellen an der Blattunterseite um vieles weiter über die Oberfläche hervortreten als an der Oberseite. Während an letzterer ihre Außenwände nur stark tonnenförmig hervorgewölbt sind (ähnlich wie bei der pag. 27 angezogenen Abbildung von *Moricandia*) erheben sie sich an der Unterseite weit über das Niveau der Epidermis, so dass die Zellen hier als breitpapillöse, handschuhfingerartige Blasen erscheinen und in der That trichomatösen Charakter gewinnen. Wie Figur 12 und Figur 15, a zeigen, liegt dann $\frac{2}{3}$ und auch mehr des mächtigen Zelllumens über der Blattfläche. Dieser haarartige Habitus wird an den Stengeltheilen oft noch weiter ausgebildet, wo die Blasen oft ganz über das Niveau der übrigen Epidermis-Zellen emporgehoben erscheinen und außerdem manchmal, auf ihrem Scheitel, zu einem spitzen Fortsatz ausgezogen sind (Fig. 15, a). Die großen Zellen, über den an der Blattunterseite vorspringenden Rippen und in der Epidermis der Stengeltheile, stimmen in der Hauptsache mit jenen auf den Blattflächen ganz überein, nur erscheinen sie in der Flächenansicht nicht kreisrund, sondern in der Richtung des Nervenzuges resp. der Stengelachse gestreckt, sind deshalb von ellipsoidem Umriss. Das weite Vorspringen und die bedeutende Größe, welche diese Zellen an den Blattunterseiten erreichen, bringt es mit sich, dass sie hier schon dem freien Auge als ein reifartiger, glitzernder Überzug auffallen, der wie aus kleinen Tröpfchen zusammengesetzt erscheint. In ganz ausgezeichneter Weise ist in den großen Zellen von *Tetragonia expansa* die Protoplasma-Circulation zu verfolgen. Der Inhalt der Zellen dürfte in der Hauptsache aus wässrigem Zellsaft bestehen. Bei der Plasmolyse werden in dem sich contrahierenden Plasma-Sacke Chloroplasten in spärlicher Zahl bemerkbar. An Alkoholmaterial be-

obachtet man, sowohl in den großen Zellen als auch in den übrigen Geweben, große Mengen eines in Tropfenform oder in traubenförmigen Aggregationen ausgeschiedenen Körpers; es sind, wie die Reactionen zeigen, Sphaerokristalle von phosphorsaurem Kalk, der vermuthlich auch im Zellsafte der lebenden, großen Epidermis-Zellen reichlich vorhanden ist.¹⁾

Ähnliche, weit vorgeschrittene Differenzierung in der Oberhaut, wie die hier für *Tetragonia expansa* beschriebene, hat nun offenbar auch *Volkens* an Pflanzen aus der arabisch-ägyptischen Wüste beobachtet. Er hebt diesbezüglich die Gattungen *Eremobium*, *Diplotaxis*, *Reseda*, *Oligomeris*, *Gypsophila*, *Pteranthus*, *Telephium*, *Caylusea* und *Mesembryanthemum* hervor, wodurch das Vorkommen derartiger Differenzierung in der Oberhaut auf die Familien der *Resedaceen*, *Sileneen*, *Chenopodeen* *Portulaceen* ausgedehnt erscheint.²⁾

Dies weist wohl, sowie das Verhalten der Gattungen und Arten bei den Cruciferen, darauf hin, dass diese histologische Differenzierung nicht an die systematische Stellung der Pflanzen geknüpft ist, sondern rein nur als physiologische Anpassung aufzufassen ist. Ihr Vorkommen wird deshalb ohne Zweifel an noch weiteren Familien bestätigt werden.

Es handelt sich nun darum, den physiologischen Grund für die besprochene Gliederung in der Oberhaut zu gewinnen. *Volkens* hat diesbezüglich schon vorgesorgt; er bezeichnet die großen Epidermis-Zellen als Speicherorgane für Wasser, die durch die Differenzierung geschaffene Einrichtung also als eine solche, welche eintretendem Wassermangel wirksam begegnen soll. Die großen Zellen hätten die Aufgabe, zur Zeit eines ermöglichten reichlichen Wasserbezuges sich damit vollzufüllen, um bei eventuell eintretendem Wassermangel, dasselbe

¹⁾ Kaum weniger reichlich wurde der phosphorsaure Kalk auch im Blattgewebe von *Moricandia arvensis* gefunden.

²⁾ Eine eingehendere Vergleichung der von *Volkens* namhaft gemachten Pflanzen mit den von mir hier behandelten, rücksichtlich der Differenzierung in der Oberhaut, ist aus dem Grunde nicht möglich, da seine Mittheilungen in einer vorläufigen Skizze: „Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste“ niedergelegt sind — und dem entsprechend ganz kurz und ohne Anfügung von Abbildungen besprochen werden.

Elementen, welche in ihrer Existenz und Function bei geringer Turgor-Ver minderung gefährdet werden, abzutreten. Solche gegen Turgor-Abnahme empfindliche Elemente sind nun ohne Zweifel die assimilierenden Zellen, das grüne, Chlorophyll führende Parenchym.

Die Erschließung der Function, welche bestimmten Geweben oder Gewebe-Elementen zukommt, die Klarlegung der Aufgabe, welche ihnen im Haushalte des Organismus zukömmt, ist nichts Leichtes. Diese Function direct experimentell zu erweisen, gelingt oft gar nicht — häufig kann sie nur indirect aus einer Reihe von Thatsachen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit erschlossen werden. Wo es sich um den Aufschluss der Function handelt, hat man auf directe Antwort durch das Experiment bei jenen Objecten zu hoffen, welche eine Differenzierung in der bestimmten Richtung am weitest gehend ausgebildet zeigen. *Volken's* stützt denn auch seine Annahme, dass die großen Epidermis-Zellen als Wasserspeicher functionieren, auf einen solchen Fall.

Mesembryanthemum crystallinum L., eine Pflanze, die nicht selten auch in unseren Gärten cultiviert wird, zeigt in der Epidermis des Laubes die erwähnte Differenzierung in eclatantester Weise. Gewisse Epidermis-Zellen schwellen zu mächtigen Blasen an, welche jene von *Tetragonia expansa* an Größe noch weit übertreffen und selbst Erbsengröße erreichen können. Von dem dadurch bedingten Aussehen rührt ja jedenfalls die Artbezeichnung dieser Pflanze. *Volken's* schildert nun das Verhalten dieser Pflanzen bei Wassermangel und unter natürlichen Vegetationsbedingungen in folgender Weise. „Ein entwurzelttes Exemplar von *Mesembryanthemum crystallinum*, dessen Blätter außer den enormen Blasen auf der Epidermis kein weiteres Speicherungssystem besitzen, hielt sich ohne jede Wasserzufuhr viele Wochen lang, entwickelte nicht nur neue Blätter, sondern auch Blüten. Wie dies möglich ist lehrte der einfache Augenschein. Innerhalb der ersten Woche bemerkte man, wie auf dem untersten Blatt erst einzelne, dann immer mehr Blasen ihre straffe Spannung verloren und schließlich ganz zusammenfielen. Als so ziemlich allen dieses Schicksal zutheil geworden, verdorrte das Blatt in außerordentlich kurzer

Zeit. In der zweiten Woche wiederholte sich dasselbe Spiel am nächst höheren Blatt, und so war es mir denn nicht weiter auffallend, Mitte Juli die überaus dürrn Schutthalden in der Umgebung Alexandriens mit *Mesembryanthemum*-Pflanzen überzogen zu finden, an denen nichts mehr lebend war, als die der Reife entgegengehenden Fruchtheile. Sie allein waren noch grün und auf der Außenseite mit den prall gefüllten Blasen besetzt; alle andern Organe, speciell natürlich die Blätter, hatten nach der Reihe, von unten angefangen, ihren Wasservorrath abgegeben und es so ermöglicht, dass auf ihre Kosten die Samen genügend Zeit zur Reife fanden. Ohne das geschilderte Gebaren würde solches nie geschehen können. *Mesembryanthemum* besitzt eine ganz kurze kaum fingerlange Wurzel. Sicher schon im Mai findet dieselbe in den ausgedörrten Erdschichten, die ihr allein zu Gebote stehen, keine Spur mehr von Wasser vor. Sie ist jetzt wenigstens als Absorptions-Organ völlig nutzlos — aber sie hat zur guten Zeit ihre Schuldigkeit gethan und die während der Regenperiode aufschießende Pflanze so reichlich mit einem Vorrath von Wasser versehen, dass diese später, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen — vom eigenen Fett zu zehren vermag“.

Was nun bei *Mesembryanthemum crystallinum* so klar zutage liegt, wird bei geringerem Grad der Differenzierung weniger auffällig oder auch direct gar nicht constatierbar. Trotzdem bietet das geschilderte Verhalten von *Mesembryanthemum* eine ziemliche Gewähr dafür, dass auch alle übrigen angeführten Differenzierungen gleichen Charakters auch gleichen Zwecken dienstbar sind.

Ich hatte nur in *Tetragonia expansa* eine Pflanze vor mir, welche zu experimenteller Benützung in dieser Frage geeignet sein dürfte. Schon p. 34 habe ich angeführt, warum mir eine diesfällige, weiter reichende Ausnützung der Pflanze unmöglich war. Doch habe ich wenigstens constatirt, dass an den welkenden Blättern abgeschnittener Sprossen, welche ohne Wasserzufuhr liegen gelassen werden, das Chlorophyllparenchym zunächst turgescens bleibt, während die großen Epidermis-Blasen (besonders der Unterseite) einsinken. Dieses Einsinken erfolgt von den Seitenwandungen der nach

außen vorgestülpten Zelle her, während die Kuppe der Blase von den eingefallenen Wandungen in ausgebreitetem Zustand getragen wird. Die Wiederfüllung der Blasen bei erneuerter Wasserzufuhr konnte ich aber nicht beobachten. Der eingetretene Frost machte meinen Versuchen ein jähes Ende. Überhaupt hätten solche ein größeres Material an eingetopften Pflanzen und eine andere Jahreszeit gefordert.

Indess stützt die Annahme, dass eine derartige Gliederung in der Oberhaut mit der Wasserversorgung der betreffenden Pflanzen zusammenhängt, in indirecter Weise auch eine Reihe anderer Thatsachen. Hieher gehört vor allem die Erscheinung, dass die Pflanzen mit derartiger Oberhaut trockene Standorte haben; und zwar steigert sich die Ausbildung dieser Differenzierung in demselben Maße in dem der Standort der Pflanze eine Gefährdung derselben durch zeitweiligen Wassermangel als mehr und mehr möglich erscheinen lässt. Verfolgen wir in dieser Hinsicht die hier besprochenen Pflanzen, soweit uns Standortsangaben zur Verfügung stehen. *Hesperis matronalis* (und so bei der großen Mehrzahl der Cruciferen unserer Flora) bei der wir auch eine Andeutung der Differenzierung vermissen, findet sich in Hainen, an Zäunen und Waldrändern, an Orten also wo in der Regel Schutz gegen übermäßige Transpiration, gegen Wassermangel vorhanden ist. Hingegen zeigen schon Differenzierung *Isatis tinctoria*, welche steinige, sonnige Hügel liebt, *Diplotaxis tenuifolia*, welche auf wüsten, kiesigen, sonnigen Hügeln, auf Mauern und Schutt wächst, *Moricandia arvensis*, welche in Süd-Europa auf Feldern zu finden sein soll. Auch *Senebiera Coronopus* liebt kalkiges, sandiges, sonniges Terrain. Offenbar kommt ebenso der als „unbestimmt“ bezeichneten Crucifere ein zeitweiliger Trockenheit unterliegender Standort zu. Wie schon erwähnt bekam ich diese Pflanze unter der Bezeichnung *Nasturtium austriacum* in die Hand. Erst als ich die Standortsangabe „in pratis humentibus“ für diese Kresseart las, hegte ich Zweifel über die Richtigkeit der Bestimmung. Ich untersuchte nun gewiss zutreffend bestimmte Exemplare von *Nasturtium austriacum*, welche ich dem Herbar der Joanneumsammlung entnahm und die von verschiedenen Localitäten

stammten: siehe da — hier fehlte jene Differenzierung in der Oberhaut gänzlich! Blieb nun die betreffende Crucifere auch unbestimmt, so war ich doch befriedigt, da die erkannte Beziehung, welche zwischen Standort und derartiger Differenzierung herrscht — nun ungestört blieb.

Die *Heliophila*-Arten sind sämtlich Cap-Pflanzen; für sie und für die von *Volvens* aus der arabisch-ägyptischen Wüste angeführten Pflanzen braucht nicht weiter dargelegt zu werden, dass Einrichtungen, welche für die Wasserversorgung zu ungünstiger Zeit geschaffen werden, wohl am Platze sind. Desgleichen sind unter den *Mesembryanthemen* viele Capbewohner und es wird möglich, aus den Diagnosen bei *De Candolle* noch für andere Species, außer *M. crystallinum*, unmittelbar auf das Vorhandensein ähnlicher Differenzierungen zu schließen. So z. B. für die Arten: *M. pustulatum* Hav. (*foliis basi interne grandibus pustulis instructis*) und *M. reptans* (*punctis magnis pellucidis scabris*). Desgleichen existiert auch noch eine in Peru vorkommende *Tetragonia*-Art, *T. crystallina*, die als *herbacea pruinosa*“ angeführt wird und ohne Zweifel ähnliche Gliederung in der Oberhaut aufweist wie *Tetragonia expansa*.

Eine gewisse Unempfindlichkeit gegen zeitweiligen Wassermangel spricht sich, wenigstens bei einigen dieser Pflanzen, auch darin aus, dass abgeschnittene Sprossen relativ langsam welken und später, ins Wasser gestellt, wieder vollkommen turgescent werden. Schon die kleinen *Heliophila*-Pflänzchen vertragen 8–12stündiges Liegen ohne Wasserzufuhr insoweit, dass sie sich, wenn sie nach Ablauf dieser Zeit, mit einer frischen Schnittfläche versehen, in Wasser getaucht werden, wieder erholen. Am bemerkenswertesten verhielten sich jedoch in dieser Beziehung Sprossen der „unbestimmten“ Crucifere.

Diese Versuche wurden Mitte Sommer im Zimmer bei einer Temperatur von 22–23° C. ausgeführt. Abgeschnittene Sprossen der Pflanzen konnten bis 24 Stunden ohne Wasserzufuhr und ohne jede Hemmung der Transpiration liegen gelassen werden, ohne die Restitutionsfähigkeit zur ursprünglichen Turgescenz einzubüßen. Die wohl gewelkten aber nicht vertrockneten Blätter erholten sich nach der Wasserzufuhr

wieder vollständig. Ja mit einem und demselben Sprosse, der durch nahezu einen Monat in einem Gefäß, das am Boden einige Millimeter hoch Wasser enthielt, lebend erhalten wurde, konnte der bezeichnete Versuch mehrmals wiederholt werden.

Mit Berücksichtigung aller vorliegenden Thatsachen darf also wohl mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dass die hier behandelte histologische Differenzierung in der Epidermis mit der Wasserversorgung im Zusammenhange steht. Die Differenzierung scheint einerseits dahin zu zielen, durch die große Volumvergrößerung einzelner Zellen zur Wasserspeicherung geeignete Reservoirs in der Epidermis zu schaffen, während andererseits sich auch Einrichtungen geltend machen, welche für eine raschere Bewegung des Wassers in der Epidermis zweckmäßig erscheinen. Dieses tritt einmal dort zu Tage, wo sich die großen Zellen zu mehr oder minder kontinuierlichen Zügen aneinander schließen, wobei dann noch das an den Epidermis-Zellen so häufige Auftreten von Tüpfeln an den Radialwänden, an jenen Radialwänden, mit denen die großen Zellen aneinander grenzen, eine bevorzugte Ausbildung erreichen kann. Eine solche, auf einen regen Verkehr der Inhalte hinweisende Einrichtung finden wir bei *Moricandia arvensis*. (Vergl. die Fig. 2, Tafel III meiner Abhandlung: „Die Eiweißschläuche der Cruciferen etc.“)

Diesem Princip, der rascheren Bewegung des Wassers nach dem Bedarfsorte, entsprechen wohl auch die langen, schlauchförmigen Oberhautzellen bei den besprochenen *Heliophila*-Arten. An eine dieser, bei *Heliophila pilosa* 8 mm erreichenden Zellen z. B., setzen ungefähr 266 Mesophyll-Zellen an. Tritt nun in einigen der Mesophyll-Zellen, welche an einem Ende der schlauchförmigen Zelle an diese ansetzen, Wasserbedarf ein, so kann diesem natürlich viel leichter von der Riesenzelle begegnet werden, als es etwa eine Reihe kleinerer, jene vertretender Zellen thun könnte. Der Wassertransport von einem Ende zum andern, oder zu dem Verbrauchsorte überhaupt, vollzieht sich in der Schlauchzelle natürlich umsoviel leichter, da keine Querwände der Leitung hemmend entgegenreten; und ebenso wird sich auch aus dem gleichen Grunde in der langen Zelle ein der abgegebenen Wasserquan-

tität entsprechender Gleichgewichtszustand in allen Theilen rasch wiederherstellen.

Dass die Wasserspeicherung in diesem Falle an der Peripherie der Pflanzentheile geschieht und nicht im Innern, erscheint, glaube ich, nur im ersten Momente befremdend.¹⁾

Überhaupt stellt ja die typische Oberhaut mit den wasserhellen Inhalt führenden Zellen, unbeschadet ihrer mechanischen Aufgabe, eine peripherische, zellige Wasserhülle vor, welche die in Bezug auf Transpirations-Verluste schutzbedürftigen assimilierenden Zellen vor Gefahr bewahren soll. Dies geht schon daraus hervor, dass bei Pflanzen von Standorten, welche keine Gefahr der Schädigung durch Wassermangel bieten, die Oberhautzellen auch Chlorophyll führen (Wasserpflanzen, Farne) und in einzelnen Fällen in dieser Hinsicht dem assimilierenden Parenchym kaum nachstehen (*Dilymochloena sinuosa*).²⁾

Die von der typischen Epidermis dargestellte peripherische Wasserhülle, in der sich auch ihrer Aufgabe entsprechende, zweckmäßige Einrichtungen, wie *Westermaier*³⁾ gezeigt hat, nachweisen lassen, wird nun in einzelnen Fällen offenkundig zur Wasserspeicherung adaptiert. Eine solche Anpassung tritt uns einmal entgegen in den epidermalen Wasserzellen der *Orchideen*, von *Tradescantia*-Arten etc., wobei häufig die Leistung der epidermalen Wasserzellen noch durch die Ausbildung subepidermaler Schichten von Wasserzellen (eines förmlichen Wassergewebes) verstärkt wird (*Peperomia*-Arten,

¹⁾ Innere Wasserspeicher finden sich ja auch vielfach angewendet. Vergleiche diesbezüglich: *Heinricher*, „Über einige im Laube dicotyler Pflanzen trockenen Standortes auftretende Einrichtungen, welche muthmaßlich eine ausreichende Wasserversorgung des Mesophylls bezwecken“; Bot. Centralbl., 1885, Band XXIII, Nr. 27 28; dort auch weitere Literaturangaben. Ferner *M. Westermaier*, „Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebe-System“; Pringsh. Jahrb., Band XIV; *L. Kny* und *A. Zimmermann*, „Die Bedeutung der Spiralzellen von *Nepenthes*“; Berichte der deutschen botan. Gesellsch., Band III.

²⁾ *Hauberlandt*, „Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen“, Pringsh. Jahrb., Band XIII, pag. 171.

³⁾ *M. Westermaier*, „Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebes-Systems“.

Bromeliaceen). Während nun in dem Falle der Ausbildung eines epidermalen Wassergewebes sämtliche Oberhaut-Elemente, mit Ausschluss der Spaltöffnungen, zur Wasserspeicherung herangezogen sind, finden wir in den Fällen, wo die früher besprochene Differenzierung eintritt, nur einen Bruchtheil der Epidermis-Zellen mit der Aufgabe der Wasserspeicherung betraut.

Durch die Anpassung der Epidermis zur Wasserspeicherung sehen wir also deren Zell-Elemente eine ihnen schon in der Art der Ausbildung typischer Epidermis-Zellen gewissermaßen vorgezeichnete Bildungsrichtung einschlagen. Ferner ist zu bedenken, dass sämtliche Oberhautzellen, mit Inbegriff der zur Wasserspeicherung adaptierten, nach außen mittels der Cuticula vor zu großer Abgabe von Wasser durch Transpiration geschützt sind.

Doch weit mehr fällt ins Gewicht, dass zwischen den verschiedenen histologischen Elementen eine Theilung in den disponiblen Raum statt haben muss, und dass dabei, zum Zwecke einer für den Gesamt-Organismus zweckmäßigen Leistung aller, ein oder das andere Element zu Gunsten eines anderen auch, absolut genommen, minder günstige Lagen einnehmen muss. Jene histologischen Elemente, deren Function und Existenz auch am weniger begünstigten Orte weniger gefährdet sind als die anderer, müssen sich mit diesem begnügen. Allgemein anerkannt ist ja die Thatsache, dass solche Concessionen zwischen dem mechanischen Gewebe und dem Assimilations-System stattfinden. In biegungsfesten Organen verlangt ersteres periphere Lagerung, welche aber überall auch das Assimilations-System beansprucht, um eine maximale Leistung entfalten zu können. Wir sehen nun in dem einen Falle das mechanische System, in dem andern das Assimilations-System begünstigt, immer mit Rücksicht darauf, welches von ihnen im gegebenen Fall größeren Ansprüchen gerecht zu werden hat.

Ähnlich ist nun auch der Streit der histologischen Elemente im Blatte. Das leitende Stranggewebe kann nicht an die Peripherie verlegt werden, die assimilierenden Zellen be-

dürfen als empfindliche Organe eines epidermalen Schutzes, die Wasserspeicher vertragen noch am besten die exponierte, periphere Lage; im Innern können sie mit der Raumökonomie soweit in Conflict gerathen, dass ihre periphere Lagerung zweckmäßiger, weil mit geringeren Nachtheilen verbunden erscheint.

Graz, im November 1886.

Tafel-Erklärung.

Sämtliche Figuren zeigen Epidermis-Ansichten von Laubblättern; sie sind mit der Camera lucida entworfen und dann ausgeführt worden. Die Vergrößerung ist überall, wo keine Zahl in Klammer beigeschlossen wird, 220fach.

Fig. 1. *Hesperis matronalis*; ohne Differenzierung, der Typus mit welligem Verlauf der Radialwände.

Fig. 2. *Crambe cordifolia*; ohne Differenzierung; der durch geraden oder einfach bogigen Verlauf der Radialwände gekennzeichnete Typus.

Fig. 3. *Raphanus sativus*. Wenig ausgeprägte Differenzierung mit „Inselbildung“.

Fig. 4. *Moricandia arvensis*. Vorgeschrittene Differenzierung mit „Inselbildung“.

Fig. 5. *Eruca Cappadocica*. Epidermis ober einer vorspringenden Blattrippe. Querschnitt.

Fig. 6. *Isatis tinctoria*. Isolierte große Epidermis-Zelle umgeben von kleinen Oberhautzellen und den Spaltöffnungen.

Fig. 7. Unbestimmte Crucifere. Zeigt eine ähnliche Differenzierung in der Oberhaut. Die großen Zellen stehen zu kürzeren oder längeren Zügen verbunden.

Fig. 8. *Tetragonia expansa*. Epidermis der Blattoberseite mit den großen voneinander isoliert liegenden Zellblasen (110).

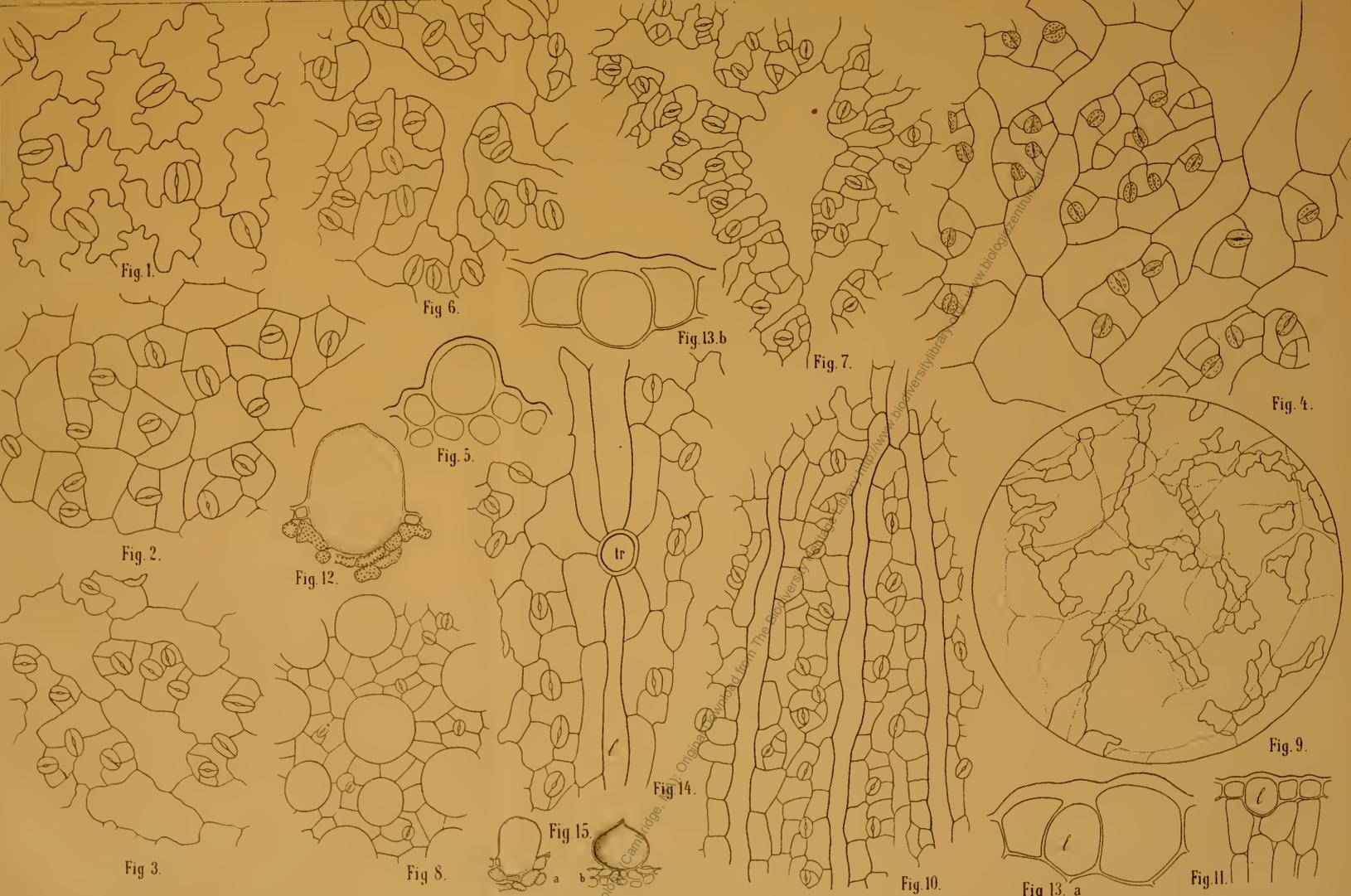
Fig. 9. Unbestimmte Crucifere. Aus einer, bei schwacher Vergrößerung besesehenen Epidermis sind nur die Züge der großen Zellen und der Verlauf der Nerven (schematisch durch die punktierten Linien angedeutet) eingezeichnet (60).

Fig. 10. *Heliophila amplexicaulis*. Lange, schlauchförmige Zellen in der Epidermis.

Fig. 11. Dieselbe Pflanze. Partie eines Blattquerschnittes. *l* = schlauchförmige Zelle (310).

Fig. 12. *Tetragonia expansa*. Eine große Epidermisblase der Blattunterseite; Blattquerschnitts-Ansicht (110).

- Fig. 13 (a, b). **Heliophila pilosa**. Aus Blattquerschnitts-Ansichten. *l* = schlauchförmige Oberhautzelle. Man bemerkt die größere Dicke der Außenwände dieser Zellen gegenüber jenen der übrigen Oberhautzellen.
- Fig. 14. Die gleiche Pflanze; Epidermis in Flächenansicht. *tr.* = Insertion eines Borstenhaares, *l* = wie oben.
- Fig. 15 (a, b). **Tetragonia expansa**. 15, a. Ein Gleiches wie Fig. 12. 15, b. Partie eines Stengelquerschnittes. Die Epidermisblase erscheint gar nicht eingesenkt und endet oben in ein spitzes Zäpfchen (110).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Heinricher Emil

Artikel/Article: [Histologische Differenzierung der pflanzlichen Oberhaut. 25-46](#)