

Anatomische Studien an bunten Laubblättern

(Mit 20 Abbildungen)

Von Alfred Selmeier

Die überaus artenreichen tropischen Regenwälder treffen wir in jenen Tropenklimate an, deren mittlere Jahrestemperatur zwischen 24—30 Grad liegt und auch im kältesten Monatsmittel 18 Grad nicht unterschreitet. Im Inneren dieser Wälder ist die Luft infolge der periodisch niedergehenden Regenmenge (Jahressumme 2000 bis 5000 mm) an Wasserdampf häufig nahezu gesättigt. Feuchtigkeit und Wärme bedingen die üppige Vegetation des niederen Bodenbewuchses. Charakteristisch für den Unterwuchs der feuchten, schattigen Tropenwälder sind krautartige Pflanzen, deren Laubblätter häufig sammetartig oder **bunt** sind. In den Gärtnereien werden nicht selten einige jener buntblättrigen Pflanzen gezogen, die der Gärtner häufig unter dem Sammelbegriff „Warmhauspflanzen“ führt.

Zahlreiche *Calathea*-Arten sind aus dem wärmeren Amerika in unsere Gewächshäuser überführt worden. „Am bekanntesten ist die schon 1815 eingeführte Zebra-*Calathea*, *Calathea zebrina*, deren hell- und dunkelgrün gestreifte, unterseits rötlichgrüne Blätter fast 1 m Länge erreichen.“ (O. WARBURG, Die Pflanzenwelt, Bd. III, S. 504, Leipzig 1922).

41 Arten der Gattung *Aglaonema* sind auf den Malaiischen Archipel beschränkt. Sehr beliebte Blattpflanzen finden sich unter Vertretern der Gattung *Dieffenbachia*. 27 Arten dieser Gattung sind im tropisch-amerikanischen, besonders im subandinen Gebiet zuhause.

Die Gattung *Zantedeschia* stammt aus Südafrika und ist mit 10 Arten dort verbreitet. Als wasserliebende Pflanze wächst *Zantedeschia* in Sümpfen, die im Sommer austrocknen.

Von den 3 untersuchten zweikeimblättrigen Pflanzen ist *Silybum marianum* (Composite) in Südeuropa beheimatet.

Unsere Untersuchungen galten besonders den **buntblättrigen MARANTACEEN und ARACEEN.**

Ziel und Zweck der Untersuchungen mußte es sein, jene anatomischen und zytologischen Ursachen und Eigentümlichkeiten zu klären, welche für das Vorhandensein der unterschiedlichen Laubblattfärbungen und Zeichnungsmuster maßgebend sind.

1. MARANTACEEN

Um Wiederholungen bei den untersuchten *Calathea*-Arten zu vermeiden, sei eine kurze Beschreibung des allgemeinen Blattbaus der Gattung *Calathea* gegeben.

Die Epidermis besteht auf beiden Seiten aus stark gewellten Zellen. Große Zellkerne mit gut sichtbaren Nukleolen und kleine, blaß grüne Plastiden sind meist gut zu beobachten. Die Grana der winzigen Plastiden erscheinen häufig in hervorragender Schärfe. Ein Wassergewebe trennt die Epidermiszellen der Ober- und der Unterseite vom dazwischen liegenden Mesophyll. Die Zellen des Wassergewebes sind in der Regel mit zahlreichen Kristallen aus Kalziumoxalat erfüllt. Der Kristallreichtum ist

innerhalb eines Blattes erheblichen Schwankungen unterworfen. Das Mesophyll besteht im allgemeinen aus drei oder mehr Schichten. Die oberste Schicht ist in ausgeprägter Weise als Palisadengewebe ausgebildet.

Zahlreiche Spaltöffnungen liegen an der Blattunterseite und am Blattstiel. Vereinzelt sind Spaltöffnungen auch an der Blattoberseite anzutreffen. Eine große Atemhöhle unterbricht die Wassergewebsschicht der Blattunterseite über jeder Spaltöffnung. Die Epidermiszellen, besonders jene der Blattunterseite, führen häufig Anthokyan.

Calathea Alberti

Blattfärbung

Die großen Blätter zeigen „wie mit breitem Pinsel aufgewischte dunklere oder hellere, verwaschene Flecken“. (O. RENNER, Führer durch die Gewächshäuser des Botanischen Gartens München-Nymphenburg, 1951, S. 16)

Querschnitt

Die anatomischen Verhältnisse innerhalb der verschiedenen Grüntönen zeigt Tafel I Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3. Innerhalb der hellgrünen Zonen ist die vertikale Ausdehnung des Mesophylls wesentlich geringer. In extremen Fällen verkleinert sich das Mesophyll sogar auf die Hälfte. Bei schwacher Vergrößerung erscheinen an den hellgrünen Stellen nur die unteren Schichten des Mesophylls von Plastiden erfüllt zu sein. Im allgemeinen ist die Zahl der Chloroplasten in den ovalen Zellen unterhalb des Hypoderms der Blattoberseite geringer als in den darunterliegenden Zellschichten. Die Plastiden sind hier außerdem kleiner und ärmer an Pigment.

Calathea Lietzei

Blattfärbung

Die Blätter tragen auf dunkelgrünem Grund nach außen zu zerfaserte hellgrüne Felder.

Querschnitt

An den dunkelgrünen Blattstellen stehen unterhalb der kristallreichen Wassergewebiszellen schmale Palisaden. Zwei oder drei oft trichterförmige Schwammgewebiszellen vermitteln den Anschluß an das Wassergewebe der Blattunterseite. An den hellgrünen Zonen sind die Zellen des Schwammgewebes mehr abgerundet. Palisaden fehlen vollkommen. Unterhalb der etwas kleineren Zellen des Wassergewebes der Blattoberseite liegen runde oder ovale Zellen mit schwach pigmentierten Plastiden. Im allgemeinen ist die Blattlamina an den hellgrünen Stellen etwas dünner, weil das Mesophyll stets eine etwas geringere vertikale Ausdehnung aufweist.

Calathea insignis

Blattfärbung

Die mehr hellgrüne Blattspreite zeigt auf ihrer Oberseite einen dunkelgrünen Zweig, der abwechselnd größere und kleinere Fiederblättchen trägt. Die einzelnen Fiederblättchen gehen wie bei *Calathea Bachemiana* von der Hauptrippe des wirklichen Blattes aus. Nur die großen, dunkelgrünen Fiederblättchen erreichen stellenweise den ebenfalls etwas dunkelgrünen Blattrand. Große und kleine „aufgemalte“ Fiederblättchen wechseln miteinander ab. Zeichnungsmuster scharf abgesetzt.

Querschnitt

Die Unterschiede in der Grüntönung der Blattfläche beruhen auf geringen anatomischen Differenzierungen. An hellgrünen Stellen besteht das gesamte Mesophyll aus rundlichen Zellen mit kleinen Interzellularräumen. Palisadenzellen fehlen vollkommen. Das Wassergewebe zeigt auf der Ober- und Unterseite ungefähr dieselbe Höhe. Die Wassergewebszellen unterhalb der Blattoberseite sind in der Mehrzahl breiter als hoch. Die Dicke der Blätter ist an den hellgrünen Stellen meist etwas geringer als an den dunkelgrünen Zonen.

Unter wesentlich höheren, schmalen Hypodermazellen an der Blattoberseite stehen an dunkelgrünen Stellen in dichter Reihenfolge hohe Palisaden. Die Schwammgewebszellen weisen verhältnismäßig dicke Zellwände auf. Die blaßgrün pigmentierten Plastiden der Epidermiszellen zeigen große Grana.

Calathea Lindeniana

Blattfärbung

Die großen, breiten Blätter sind hellgrün, dunkelgrün und grasgrün getönt. Die Blattunterseite ist ebenfalls gemustert und vorwiegend rot gefärbt.

Querschnitt

An den dunkelgrünen Stellen ist die oberste Schicht des Assimilationsgewebes in Form schmaler Palisadenzellen ausgebildet. Die Palisaden schließen lückenlos an die Unterseite des Wassergewebes an. Die Höhe der Wassergewebszellen der Blattoberseite übertrifft die vertikale Ausdehnung des Mesophylls. Die zweite Mesophyllschicht weist trichterförmige Zellen auf.

An den grasgrünen Stellen sind die Wassergewebszellen niedriger. Die palisadenartigen Zellen sind zwar noch mit der Längsachse senkrecht zur Oberfläche gerichtet, weisen aber eine mehr eiförmige Umrißform auf. An den hellgrünen Zonen liegen unter den breiten, niedrigen Wassergewebszellen nur mehr rundliche, ovale Mesophyllzellen. Die vertikale Ausdehnung des Assimilationssystems ist außerdem stellenweise sogar um die Hälfte kleiner als innerhalb der dunkelgrünen Zone.

Auf dieselbe Blattfläche treffen somit an dunkelgrüner Stelle zahlreiche schmale Palisadenzellen, während an den hellgrünen Zonen nur einige wenige, ovale bis niedrige Mesophyllzellen den Anschluß an das Wassergewebe der Blattoberseite herstellen. Außerdem bildet sich zwischen den trichterförmigen Zellen unterhalb der Palisaden eine luftgefüllte Schicht, deren spiegelnde Fläche durch totale Reflexion des eindringenden Lichtes den grünen Widerschein verstärkt.

An den hellgrünen Feldern dagegen fehlt diese verstärkende Wirkung, da die Zellen mehr abgerundet sind und ein Auftreten größerer luftgefüllter Zwischenräume somit in Wegfall kommt.

Calthea zebrina

Blattfärbung

Auf der hellgrünen, großen Blattoberfläche erscheinen wie mit einem Pinsel aufgetragen verwaschene schwarzgrüne Flecke. (Tafel II, Abb. 1).

Querschnitt

Ein Querschnitt durch einen der schwarzgrünen Flecke zeigt, daß die Epidermis papillenförmig ausgebildet ist. Die Papillen sind stellenweise

sogar höher, als die vertikale Ausdehnung der Wassergewebszellen an der Blattoberseite. (Tafel II, Abb. 2) Der Übergang zum normalen Grün der Blattspreite kommt durch eine kontinuierliche Abnahme der Papillenhöhe zustande. Die Außenwände der normalen Epidermiszellen sind nur mehr schwach nach oben gewölbt. Unterschiede in der Ausbildung des Mesophylls und der Wassergewebszellen können nicht festgestellt werden.

Calathea Bachemiana

Blattfärbung

Zeichnungen scharf abgesetzt. Auf der schmalen, graugrünen Blattfläche scheint ein gefiedertes Blatt aufgemalt zu sein. Bei entsprechender Beleuchtung glänzt die graugrüne Blattfläche matt silbrig. Die Rachis des „aufgemalten“ Fiederblattes fällt mit der Hauptrippe des wirklichen Blattes zusammen. Die vom helleren Untergrund sich deutlich abhebenden dunkelgrünen, schmalen Fiederblättchen erreichen den Blattrand nicht. Ein schmaler, dunkelgrüner Streifen säumt alle Blätter am Rande. Die Mittelrippe zerlegt die Blattspreite in zwei ungleiche Hälften.

Querschnitt

Die graugrüne Tönung wird durch zahlreiche kleine Interzellularräume zwischen dem Hypoderm der Blattoberseite und dem Mesophyll hervorgerufen. Am unteren Rand der dünnwandigen Wassergewebszellen der Blattoberseite liegen kleine nach oben schmaler werdende Zellen, durch luftgefüllte Zwischenräume voneinander getrennt. Die unterbrochene Berührung des Mesophylls mit dem Wassergewebe kommt auch in der leichten Abziehbarkeit von Epidermis und Wassergewebe an den graugrünen Stellen zum Ausdruck. Im durchfallenden Licht und nach Entfernung der Interzellularenluft erscheinen die Blätter fast gleichmäßig grün. Es kann sich somit nicht um einen Unterschied im Chlorophyllgehalt an hell- und dunkelgrünen Zonen handeln.

An den dunkelgrünen Stellen stehen unterhalb des Wassergewebes der Blattoberseite schmale Palisaden. Ein lückenloser Anschluß verhindert das Auftreten jeglicher Interzellularräume. Besonders an entsprechend geführten Flächen- und Querschnitten ist der lückenlose Anschluß der Palisadenzellen an das Hypoderm der Blattoberseite zu erkennen. Unterschiede in der Größe oder im Pigmentgehalt der Plastiden sind zwischen den graugrünen und dunkelgrünen Stellen nicht vorhanden. Die Plastiden erscheinen kräftig grün pigmentiert und sind von rundlich ovaler Gestalt. Ein weiterer Unterschied zwischen dunkelgrünen und graugrünen Zonen kommt hinzu.

An dunkelgrünen Stellen besteht das Wassergewebe aus hohen, schmalen Zellen. Diese erreichen stellenweise sogar die doppelte Höhe der vertikalen Ausdehnung des darunterliegenden Assimilationssystems. An graugrünen Stellen dagegen sind die einzelnen Hypodermazellen der Blattoberseite niedriger aber wesentlich breiter. Das zwischen Wassergewebe und Mesophyll vorhandene Luftnetz ist also der Blattoberseite im Vergleich zu den Palisadenzellen an dunkelgrüner Stelle stärker genähert. Der durch Totalreflexion der eindringenden Lichtstrahlen bedingte Effekt wird dadurch nicht unerheblich verstärkt. Die niederen, breiten Wassergewebszellen sind außerdem mit zahlreichen Kalziumoxalatkristallen erfüllt. Auch das Wassergewebe an dunkelgrünen Stellen führt Kristalle, jedoch wesentlich geringerer Zahl.

In welchem Grad der auf die graugrünen Flächen beschränkte Kristallreichtum die Tönung der Farbunterschiede beeinflusst, müßte unter Zuhilfenahme von Modellversuchen exakt geprüft werden.

Flächenschnitt

In Flächenschnitten unterhalb der Hypodermaschicht werden an den Rändern der einzelnen Wassergewebszellen die Mesophyllzellen angeschnitten, da die Wassergewebszellen — wie Querschnitte ergeben — in der Mitte nach unten vorgewölbt sind. Langgezogenen, sechseckigen Wassergewebszellen an graugrünen Stellen stehen mehr isodiametrische, ebenfalls sechseckige Wassergewebszellen an dunkelgrünen Zonen gegenüber. Zweifellos trägt die unterschiedliche Form der Wassergewebszellen und damit die unterschiedliche Entfernung und Beleuchtungsintensität des Assimilationssystems neben dem Auftreten von Interzellularenluft zu einer weiteren Differenzierung der Farbtöne auf der Blattlamina bei.

In den Epidermiszellen der gesamten Blattoberseite sind hellgrüne Plastiden zu sehen. Meist liegen sie in unmittelbarer Nähe des großen Zellkerns oder werden passiv mit der Plasmaströmung bewegt. In den Zellkernen hebt sich der stärker lichtbrechende Nukleolus scharf ab. Kleine, bei Untersuchung mit Oelimmersion blaß grün erscheinende Plastiden lassen die Grana gut erkennen. Vereinzelt erreichen schmale Plastiden in ihrer Länge den Durchmesser der großen Zellkerne. In der Epidermis der Blattunterseite sind die Plastiden wesentlich größer und stärker grün pigmentiert. Die Grana sind deutlich zu sehen. Auch pigmentlose Plastiden mit großer Vakuole sind zu beobachten.

Calathea Kummeriana

Blattfärbung

Dunkelgrüne und matt weißliche Bezirke sind ungefähr gleich ausgedehnt.

Querschnitt

An dunkelgrünen Stellen besteht das Mesophyll aus langen, schmalen Palisadenzellen und zwei darunterliegenden Reihen mehr trichterförmiger Zellen. An den graugrünen Feldern sind die Wassergewebszellen wesentlich niedriger aber breiter. Häufig hat sich ihre Breite sogar verdoppelt. An Stelle der dicht an das Wassergewebe der Blattoberseite anschließenden Palisaden vermitteln keulenförmig nach oben verschmälerte Zellen den Anschluß. Die zwischen den einzelnen Zellen auftretenden Lufträume rufen infolge Totalreflexion der eindringenden Lichtstrahlen den matten Silberglanz der hellen Felder hervor. Durch die im Gegensatz zur dunkelgrünen Zone wesentlich niedrigeren Wassergewebszellen wird die Wirkung noch verstärkt.

Calathea ornata

Blattfärbung

Die Blätter dieser Pflanze zeigen eine besonders auffallende Zeichnung. „Wie mit der Feder gezogene, erst hellrote, dann weiße Streifen parallel zu den Seitennerven hat *Calathea ornata*“. (O. Renner, Führer durch die Gewächshäuser des Botanischen Gartens München-Nymphenburg, 1951, S. 16).

Querschnitt

Die Wassergewebszellen der Blattoberseite werden im Bereich der weißen Streifen um ein Vielfaches kleiner. Zahlreiche Kristalle erfüllen an diesen Stellen das Zellinnere. Unterhalb der kleinen Hypodermazellen erhebt

sich ein chlorophyllfreies, interzellularenreiches Gewebe von uhrglasförmiger Querschnittsform. Mit zunehmender Vergrößerung der Wassergewebzellen an der Blattoberseite nimmt die vertikale Ausdehnung des chlorophyllfreien Mesophyllteiles ab. Tafel III, Abb. 2. An den dunkelgrünen Blattstellen stehen unterhalb der hohen Wassergewebzellen schmale Palisadenreihen.

Innerhalb der weißen Streifen auf der Blattoberseite sind die Wassergewebzellen wesentlich kleiner und mit zahlreichen Kristallen erfüllt. Tafel III, Abb. 1 zeigt die vielen Kristalle im Bereich der kleinen Wassergewebzellen.

2. ARACEEN

AGLAONEMA NEBULOSUM

Blatrfärbung

Auf den dunkelgrünen, lanzettförmigen Blättern sind graugrüne, matt schimmernde Flecke unregelmäßig verteilt. Die hellen Bezirke stehen meist im Anschluß an die Hauptrippe des Blattes in größerem Zusammenhang. Viele zum Teil kleinste Tupfen sind über die ganze Blattlamina verstreut.

Übergänge zwischen den einzelnen Zonen können nicht festgestellt werden. Bei einem mehrmaligen Evakuieren der Blätter unter der Wasserstrahlpumpe verschwindet der matte Silberglanz. Die Fleckung bleibt jedoch in vollem Umfang erhalten. Sie zeigt jetzt nur mehr Unterschiede in Bezug auf die Intensität der Grünfärbung. Die vorher matt schimmernden hellen Flecke heben sich nach Entfernung der Luft als hellgrüne Zone vom dunklen Tiefgrün der restlichen Blattspreite ab.

Querschnitt

Große, nach oben verbreiterte Palisadenzellen liegen an dunkelgrüner Stelle unterhalb der Epidermis der Blattoberseite. Unterhalb und zwischen den einzelnen Palisaden gelegene Lufträume verstärken noch den dunkelgrünen Farbton. Die großen Plastiden liegen besonders im unteren, trichterförmig verschmälerten Ende der Palisadenzellen. Palisadenzellen fehlen an den graugrünen Flecken vollkommen. Die Berührung der im Querschnitt ovalen oder rundlichen Zellen mit dem unteren Rand der Epidermis der Blattoberseite kommt nur stellenweise zustande. Häufig strecken sich kleine Zellfortsätze dem unteren Epidermisrand entgegen. Dadurch treten luftegefüllte Interzellularräume zwischen der Epidermis und dem Mesozhyll auf. Die Flächenschnitte zeigen dieselben Verhältnisse.

Eine weitere sehr wichtige Tatsache muß erwähnt werden. Großen, schollenförmigen Plastiden in der Palisadenschicht innerhalb der dunkelgrünen Zone stehen wesentlich kleinere Chloroplasten an den graugrünen Flecken gegenüber. Kleinere Plastiden und im Querschnitt breite, ovale Zellen unterhalb der Epidermis an der Blattoberseite bewirken stellenweise graugrüne Tönung der Blattspreite. Bei schwacher Vergrößerung hebt sich die Palisadenschicht als dunkelgrüner Streifen vom restlichen Mesophyll ab. (Tafel IV, Abb. 1, Abb. 2).

Zantedeschia elliotiana

Blatrfärbung

Die Blattoberseite trägt zahlreiche farblose, durchsichtige Tupfen von verschiedener Größe, die ebenso auf der Blattunterseite erscheinen.

Querschnitt

Bereits makroskopisch erkennt man bei genauer Betrachtung die geringere Dicke der weißen Tupfen. Veränderte Zellformen und geringere Zellgrößen treten an den hellen Stellen im Gegensatz zum grünen Blattanteil in Erscheinung. Die Uebergränge zwischen den durchsichtig hellen und den grünen Bezirken sind scharf abgesetzt.

Zwei Palisadenschichten liegen im normal ausgebildeten grünen Blatt unter der Epidermis. Die Plastiden sind verhältnismäßig klein und kräftig grün pigmentiert. Raphidenzellen treten innerhalb des Mesophylls reichlich auf.

Der Querschnitt durch die farblosen, durchsichtigen Bezirke läßt nur chlorophyllfreie Zellen erkennen. Die einzelnen Zellen erscheinen fast inhaltslos. Trichterförmig nach unten sich verschmälernde Zellen von geringer vertikaler Ausdehnung schließen mit verbreitertem Oberteil an die Epidermiszellen der Blattoberseite an. Das Schwammgewebe besteht stellenweise nur mehr aus einer einzigen Zellschicht.

DIEFFENBACHIA FOURNIERI

Blattfärbung

Auf den großen, tiefgrünen Blättern liegen zahlreiche weiße, hellgrüne oder gelbgrüne Flecke. Die Uebergänge von satt dunkelgrüner zu weißer Zone erfolgen kontinuierlich.

Innerhalb größerer weißer Bezirke treten Stellen mit zart hellgrüner Tönung oder einzelne dunkelgrün erscheinende Flecke auf.

Querschnitt

Die Plastiden der Palisadenzellen aus dem dunkelgrünen Bereich der Blätter sind tiefgrün pigmentiert und liegen meist am unteren etwas verschmälernten Zellende in besonders dichter Packung. (TAFEL V, Abb. 1a, Abb. 3)

An den hellgrünen, gelblichen Uebergangsstellen, d. h. an den Rändern der Flecken, ist ein Nachlassen der Plastidenpigmentierung sowie eine erhebliche Verkleinerung der Plastiden festzustellen. (Tafel V, Abb. 1b) An den rein weißen Stellen endlich fehlen die Palisadenzellen vollkommen. Niedere, ovale Zellen mit winzigen Plastiden lassen das eindringende Licht ungehindert hindurchtreten. Die degenerierten Chloroplasten sind stellenweise so klein, daß sie nur unter Verwendung von Oelimmersion und guter Beleuchtung zu beobachten sind (Tafel V, Abb. 1c, Abb. 2)

In den Epidermiszellen der Blätter sowie des Blattstiels treten zahlreiche blaßgrüne Plastiden auf.

3. Blätter dikotyler Pflanzen

Pulmonaria saccharata

Blattfärbung

Die Blattoberseite trägt durchschnittlich 30 bis 40 große, silbrig hell glänzende Flecke, zahlreiche kleinere sind über die ganze Blattspreite verstreut

Querschnitt

An dunkelgrüner Blattoberseite stehen unterhalb der relativ kleinen

Epidermiszellen sehr lange, schmale Palisaden. Sie stehen dicht aneinandergereiht und schließen lückenlos an die darüberliegende Epidermis. Die Plastiden sind kräftig grün pigmentiert. Meist vereinigen sich mehrere Palisadenzellen bündelartig mit ihren unteren Enden auf einer Schwammgewebszelle. (Tafel VI, Abb. 1) Bei schwacher Vergrößerung hebt sich die Palisadenschicht mit ihren zahlreichen Chloroplasten als auffallend dunkelgrüner Streifen von der hellgrünen Fläche des lockeren Schwammparenchyms ab.

Der Uebergang von dunkelgrüner zu silbrig glänzender Blattspreite erfolgt scharf abgesetzt. Die Epidermiszellen der Blattoberseite nehmen an Größe beträchtlich zu. Die starke Vorwölbung der Epidermiszellen an der Innenseite ist besonders auffallend. An der hellglitzernden Blattoberseite stehen zwischen Epidermis und dem lockeren Schwammgewebe ovale, zum Teil papillenartig geformte Zellen, die sich mit ihrem oft flaschenhalsähnlichen oberen Ende den vorgewölbten Epidermiszellen entgegenstrecken. Auf einen Abschnitt von sieben schmalen, hohen Palisadenzellen an dunkelgrüner Stelle treffen nur vier ovale niedere Verbindungszellen. Diese Zellen sind häufig zu zweien oder zu mehreren miteinander verbunden und stehen im Querschnitt senkrecht oder schräg auf dem darunterliegenden Schwammgewebe. (Tafel VI, Abb. 2, Abb. 3) Zwischen dem lockeren Schwammgewebe, den bauchig nach innen vorgewölbten Epidermiszellen und den vermittelnden Verbindungszellen treten große luftgefüllte Interzellularräume auf, deren Vorhandensein infolge Totalreflexion der eindringenden Lichtstrahlen die Ursache der glitzernden Blattoberseite ist. Die Chloroplasten sind in den Palisadenzellen im Gegensatz zum Schwammgewebe und zu den Verbindungszellen in großer Zahl enthalten. Die Granastruktur der Plastiden ist meist gut erkennbar.

LAMIUM GALEOBDOLON, var. florentinum

Blatrfärbung

Zahlreiche silbrig weiß glitzernde Flecke unterbrechen die dunkelgrüne Blattoberseite.

Querschnitt

Lufterfüllte Interzellularen, bedingt durch veränderte anatomische Verhältnisse an hellen und dunkelgrünen Stellen, rufen die weißen Bezirke der Blattoberseite hervor. Dicht an die Epidermiszellen der Blattoberseite anschließende Palisaden vermitteln die Verbindung mit dem Schwammparenchym. (Tafel VII, Abb. 1)

An silbrig weiß glänzender Blattoberseite sind die Epidermiszellen rundlich nach innen vorgewölbt und in ihrem Volumen um ein Vielfaches größer als an den dunkelgrünen Stellen.

Palisadenartige Zellen fehlen vollkommen. An ihre Stelle treten fast runde Zellen, die nur mit einem Teil ihrer Oberseite mit den ebenfalls rundlichen Epidermiszellen in Berührung kommen. (Tafel VII, Abb. 2)

Größere Epidermiszellen in Zusammenhang mit veränderter Form und Verschmälerung der Palisadenzellen bis auf die Hälfte geben durch stellenweises Abrücken der Palisaden von der Epidermis Anlaß zu Interzellularenbildung. Vereinzelt vermitteln in Vertretung der senkrecht gestellten Palisaden quergelagerte Zellen den Anschluß an die Epidermis. (Tafel VII, Abb. 3)

Silybum Marianum

Blattfärbung

Die Blattunterseite ist einheitlich grün. Die Oberseite zeigt längs der Seitennerven silbrig weiße Bezirke. Der Uebergang zur grünen Zone ist scharf abgesetzt.

Querschnitt

Unter den mehr oder weniger bauchig nach innen vorgewölbten Epidermiszellen liegt eine mit hellgrünen Plastiden erfüllte Zellschicht, die, obwohl mit breiter Basis auf einer Palisadenschicht ruhend, nur mit ihren oft flaschenhalsförmigen Fortsätzen nach oben die Epidermiszellen auf kurzer Strecke berührt. Dadurch entstehen lufteerfüllte Zwischenräume, die im auffallenden Licht Totalreflexion bewirken und daher einen starken, silbrig weißen Glanz auf der Blattoberseite hervorrufen. Auch in der leichten Abziehbarkeit der Epidermis innerhalb der silbrigweißen Stellen kommt die unterbrochene Berührung der Epidermiszellen der Blattoberseite mit der darunterliegenden Zellschicht zum Ausdruck. (Tafel VI, Abb. 4, Abb. 5)

Zusammenfassung

1. 14 Pflanzen wurden hinsichtlich des Zustandekommens ihrer Laubblattfärbung anatomisch untersucht.

2. MARANTACEEN

Innerhalb der Gattung *Calathea* können wir in Bezug auf die Laubblattfärbung 3 Gruppen unterscheiden.

a) Dunkelgrün gegen Hellgrün:

Calathea Alberti
Calathea Lietzei
Calathea insignis
Calathea Lindeniana
Calathea zebrina

Dunkelgrün

Hohe, stellenweise schmale Wassergewebszellen an der Blattoberseite

Schmale, hohe Palisaden, stärkere Entwicklung von Lufträumen unter der Palisadenschicht.

Oberste Zellschicht des Mesophylls enthält zahlreiche, kräftig grün pigmentierte Plastiden.

Hellgrün

Niedrigere, aber breitere Wassergewebszellen, im allgemeinen Vergrößerung des Wassergewebes an der Blattunterseite.

Nur rundliche oder sogar ausgesprochen breite, ovale Zellen bilden das Mesophyll.

Oberste Zellschicht des Mesophylls enthält wenige, kleine und stellenweise schwächer pigmentierte Chloroplasten.

Allgemeine Tendenz:

Verringerung der vertikalen Ausdehnung des Mesophylls, an vielen Stellen geringeres Dickenwachstum der Blattspreite.

Schwarzgrüne Flecke
Papillenartige Ausbildung der
Epidermis an der Blattoberseite.

Grün
Epidermiszellen zeigen die nor-
male Gestalt.

b) Dunkelgrün gegen Graugrün:

Calathea Bachemiana
Calthea Kummeriana

Dunkelgrün
Hohe Wassergewebszellen an
der Blattoberseite

Kristalle fehlen innerhalb des
Wassergewebes meist vollkom-
men

Fehlen von Interzellularräumen
zwischen dem Wassergewebe an
der Blattoberseite und dem
Mesophyll

Graugrün
Niedrigere, aber wesentlich brei-
tere Wassergewebszellen an der
Blattoberseite

Auffallend starker Kristallreich-
tum der Wassergewebszellen

Luftschicht unter dem Wasser-
gewebe an der Blattoberseite

c) Dunkelgrün gegen Weiß:

Calthea ornata

Dunkelgrün
Hohe Wassergewebszellen unter
der Blattoberseite

Meist völliges Fehlen von Kri-
stallen in den Wassergewebs-
zellen

Schmale Palisadenzellen unter-
halb des Wassergewebes an der
Blattoberseite, normale, kräftig
grün pigmentierte Plastiden

Interzellularräume zwischen dem
Wassergewebe an der Blattober-
seite und dem Mesophyll fehlen

Weiß
Niedere, kleine Wassergewebs-
zellen unter der Blattoberseite

Starker Kristallreichtum in den
kleinen Wassergewebszellen,
stellenweise das gesamte Lumen
der Zellen mit Kristallen erfüllt

Auf einem schmalen Streifen
von normal ausgebildetem
Schwammparenchym erhebt sich
uhrglasförmig ein chlorophyll-
freies Gewebe, alle Zellen rund-
lich und mit kleinen Fortsätzen
versehen, zahlreiche nadelför-
mige Kristalle innerhalb der
chlorophyllfreien Zellen

Auftreten von zahlreichen luft-
erfüllten Interzellularräumen
zwischen dem Wassergewebe an
der Blattoberseite und dem
Mesophyll sowie innerhalb des
chlorophyllfreien, im Querschnitt
uhrglasförmigen Gewebeanteils.

3. ARACEEN

- a) Luffterfüllte Interzellularen zwischen der Epidermis an der Blattoberseite und dem Mesophyll in Zusammenhang mit veränderter Zellgestalt bei gleichzeitiger Verkleinerung der Plastiden:
Aglaonema nebulosum
- b) Hemmung der Gewebebildung und Verkleinerung der chlorophyllfreien Zellen innerhalb der farblosen, durchsichtigen Stellen:
Zantedeschia elliotiana
- c) Veränderte Zellgestalt bei gleichzeitiger fast vollkommener Plastidendegeneration innerhalb lokal begrenzter Stellen der Blattspreite:
Dieffenbachia fournieri

4. Blätter dikotyler Pflanzen

Luffterfüllte Interzellularräume zwischen dem Mesophyll und der Epidermis an der Blattoberseite in Zusammenhang mit veränderter Zellgestalt:

Pulmonaria saccharata
Lamium Galeobdolon
Silybum Marianum

Jos. Hochneder'sche Buchhandlung

das „Haus des guten Buches“ in der Rosengasse

Papier- und Schreibwaren

Lieferant von „Космос“ und „Orion“

Nicht vorrätige Bücher können schnellstens besorgt werden!

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Tafel I

- Abb. 1. **Calathea Alberti.** — Querschnitt an dunkelgrüner Stelle. Die senkrecht stehenden Palisaden schließen sich lückenlos den Wassergewebszellen der Blattoberseite an.
- Abb. 2. **Calathea Alberti.** — Querschnitt an der Übergangszone zwischen dunkelgrüner und hellgrüner Blattoberseite. Ein Vergleich mit Abb. 1 zeigt die veränderte Form der Zellen im Anschluß an das Wassergewebe der Blattoberseite.
- Abb. 3. **Calathea Alberti.** — Querschnitt an hellgrüner Blattoberseite. Die vertikale Ausdehnung des Mesophylls hat sich erheblich verkleinert. Palisadenzellen fehlen. Ovale, chlorophyllarme Zellen liegen unter dem Wassergewebe der Blattoberseite.

Tafel II.

- Abb. 1. **Calathea zebrina.** — Blattoberseite mit verwaschenen, schwarzgrün erscheinenden Flecken.
- Abb. 2. **Calathea zebrina.** — Querschnitt durch einen der schwarzgrünen Flecke. Die Epidermiszellen sind papillenförmig nach oben gewölbt.

Tafel III.

- Abb. 1. **Calathea ornata.** — Flächenschnitt durch das Wassergewebe der Blattoberseite am Uebergang zwischen weißer und grüner Blattspreite. Form und Größe der Wassergewebszellen im Bereich der weißen Streifen verändert. Kristalle nur im Bereich der weißen Zone. Die Palisadenzellen (oben) schließen sich lückenlos der Unterseite der Wassergewebszellen an.
- Abb. 2. **Calathea ornata.** — Blattquerschnitt durch die grüne und weiße Blattoberseite. Zeichnung schematisiert. Unter den kleinzelligen Wassergewebszellen der Blattoberseite erhebt sich ein im Querschnitt uhrglasförmig gewölbt chlorophyllfreies Gewebe, dessen Zellen mit zahlreichen, nadelförmigen Kristallen (nicht eingezeichnet) erfüllt sind. Schwarz: Chlorophyllführendes Gewebe.

Tafel IV

- Abb. 1. **Aglaonema nebulosum.** — Querschnitt an dunkelgrüner Blattoberseite. Große, nach oben verbreiterte Palisadenzellen liegen unter der Epidermis der Blattoberseite.
- Abb. 2. **Aglaonema nebulosum.** — Querschnitt an graugrüner Blattoberseite. Ovale oder rundliche Zellen berühren mit kleinen Zellfortsätzen den unteren Rand der Epidermis der Blattoberfläche. Die Plastiden sind im Vergleich zu jenen der dunkelgrünen Zone (Abb. 1) wesentlich kleiner.

Tafel V

- Abb. 1a. **Dieffenbachia fournieri**. — Einzelne Zelle aus der dunkelgrünen Zone unterhalb des Wassergewebes der Blattoberseite. Die großen Plastiden liegen besonders am unteren Zellende. Zellkern mit Kernkörperchen.
- Abb. 1b. **Dieffenbachia fournieri**. — Einzelne Zelle aus dem hellgrünen Bereich unterhalb des Wassergewebes der Blattoberseite. Plastiden im Vergleich zu Abb. 1a erheblich kleiner.
- Abb. 1c. **Dieffenbachia fournieri**. — Zwei Zellen aus der rein weißen Zone unterhalb des Wassergewebes der Blattoberseite. Die winzigen Plastiden lassen das Licht ungehindert eintreten.
- Abb. 2. **Dieffenbachia fournieri**. — Querschnitt im Bereich der rein weißen Blattoberseite. Die kleinen Plastiden sind meist nur bei starker Vergrößerung zu erkennen.
- Abb. 3. **Dieffenbachia fournieri**. — Querschnitt im Bereich der dunkelgrünen Zone der Blattoberseite. Große tiefgrün pigmentierte Chloroplasten liegen in den sich nach oben verbreiternden Zellen, die an die Epidermis der Blattoberseite stoßen.

Tafel VI

- Abb. 1. **Pulmonaria saccharata**. — Querschnitt an dunkelgrüner Blattoberseite. Schmale, hohe Palisadenzellen stehen unter der Epidermis der Blattoberseite.
- Abb. 2. **Pulmonaria saccharata**. — Querschnitt im Bereich der silbrig weiß glänzenden Blattoberseite. Die Epidermiszellen sind wesentlich vergrößert. Papillenartig nach oben gewölbte Zellen strecken sich der Epidermis der Blattoberseite entgegen.
- Abb. 3. **Pulmonaria saccharata**. — Querschnitt im Bereich der silbrig weiß glitzernden Blattoberseite. (Text Abb. 2.)
- Abb. 4. **Silybum Marianum**. — Querschnitt an silbrig hell glitzernder Blattoberseite. Luffterfüllte Zwischenräume unter der Blattoberseite (Epidermis) bewirken im auffallenden Licht Totalreflexion.
- Abb. 5. **Silybum Marianum**. — Querschnitt am Uebergang von normal grüner zu silbrig weiß glitzernder Blattoberseite. Dichter, lückenloser Anschluß der langen Palisadenzellen verhindert ein Auftreten luffterfüllter Zwischenräume und bewirkt das normale Grün der Blattoberseite.

Tafel VII

- Abb. 1. **Lamium Galeobdolon**. — Querschnitt an dunkelgrüner Blattoberseite. Die Palisadenzellen schließen sich lückenlos an die Epidermiszellen an.
- Abb. 2. **Lamium Galeobdolon**. — Querschnitt an silbrig weiß glitzernder Blattoberseite. Epidermiszellen vergrößert und bauchig nach innen gewölbt. Die runden, darunter liegenden Zellen berühren die Epidermis nur stellenweise.

Abb. 3. **Lamium Galeobdolon.** — Querschnitt an silbrig weiß glitzernder Blattoberseite. Eine luffterfüllte Schicht liegt zwischen der Epidermis und dem darunter liegenden Mesophyll.

Nachweis der Abbildungen

Tafell II, Abb. 1 — Foto: Dr. Herbert Zacherl - Weihenstephan
Alle anderen Abbildungen vom Verfasser.

LITERATUR

- Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1924.
- Hassak, C., Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter. Botanisches Zentralblatt, Bd. 28, S. 84... (1886).
- Möbius, M., Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 36, 263—270 (1918).
- Küster, E., Experimentelle Zellforschung. Jena 1948.
- Renner, O., Führer durch die Gewächshäuser des Botanischen Gartens München-Nymphenburg. München 1951.
- Renner, O., Notizen aus dem Botanischen Garten München-Nymphenburg: Ueber buntblättrige Marantaceen und Araceen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. LXV, Heft 9, S. 298—300, 1952.
- Straßburger, E., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Stuttgart 1954.
- Stahl, E., Ueber bunte Laubblätter. Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie II. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol XIII, pag. 137 — 216, 1896.
- Warburg, O., Die Pflanzenwelt. Bd. III, S. 419 u. 504, Leipzig 1922.

Vorliegende Untersuchungen wurden am Botanischen Institut München-Nymphenburg durchgeführt. Vergleichende O. RENNER und Mitarbeiter: „Notizen aus dem Botanischen Garten München-Nymphenburg“. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. LXV, Heft 9, S. 298—300, 1952.

Herrn Prof. Dr. RENNER danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für stete Hilfsbereitschaft.

Aus raumtechnischen Gründen mußte auf umfassenden Literaturnachweis und kritische Besprechung verzichtet werden. Die Abbildungen stellen eine Auswahl dar.

TAFEL I

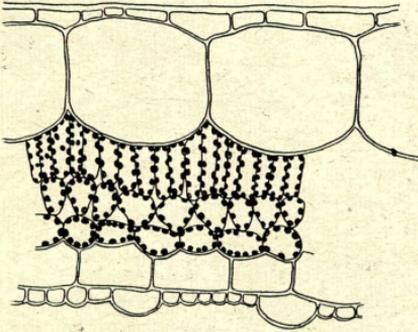


Abb. 1

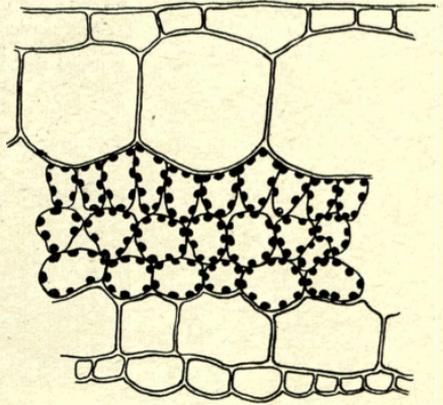


Abb. 2

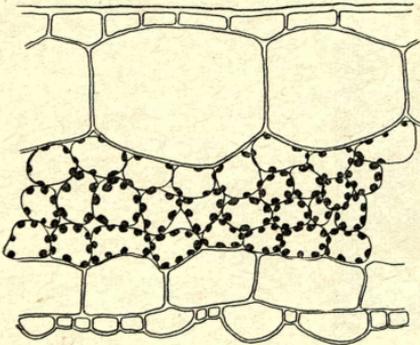


Abb. 3

TAFEL II



Abb. 1

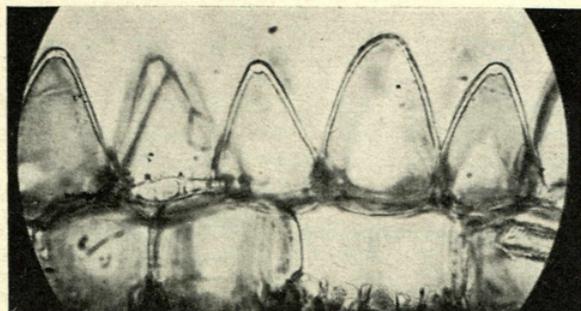


Abb. 2

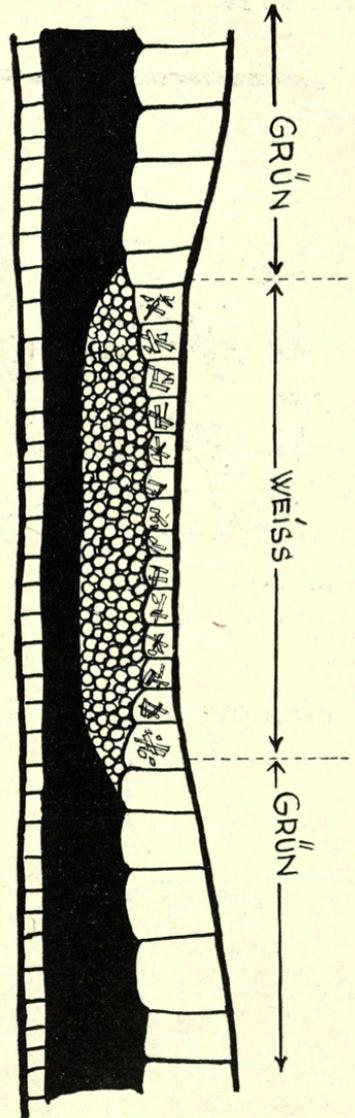
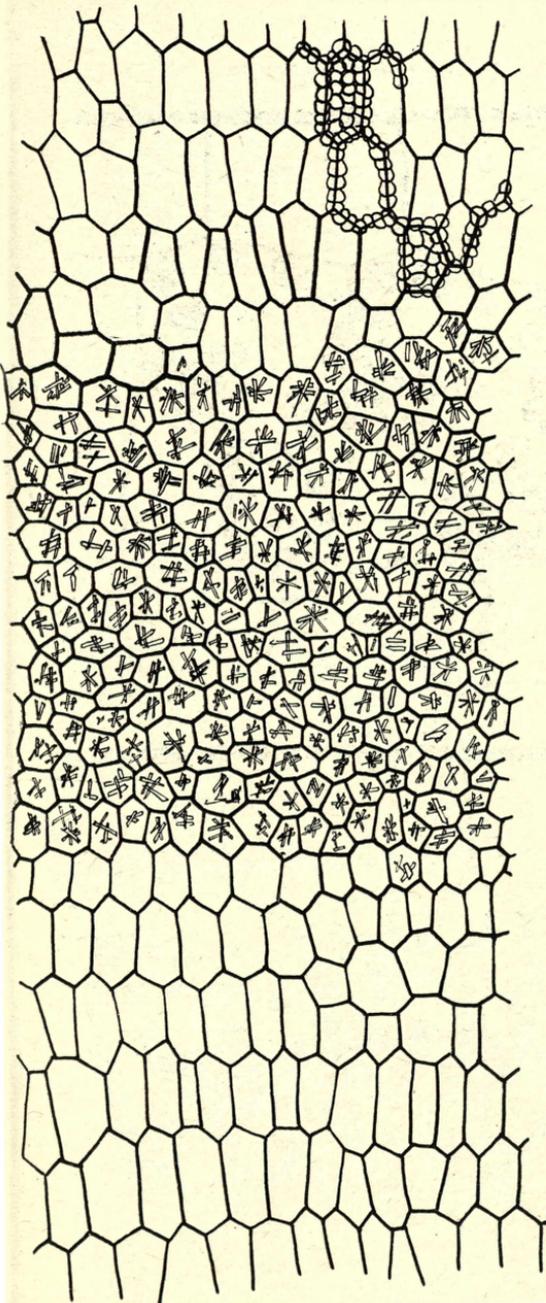


Abb. 1

Abb. 2

TAFEL IV

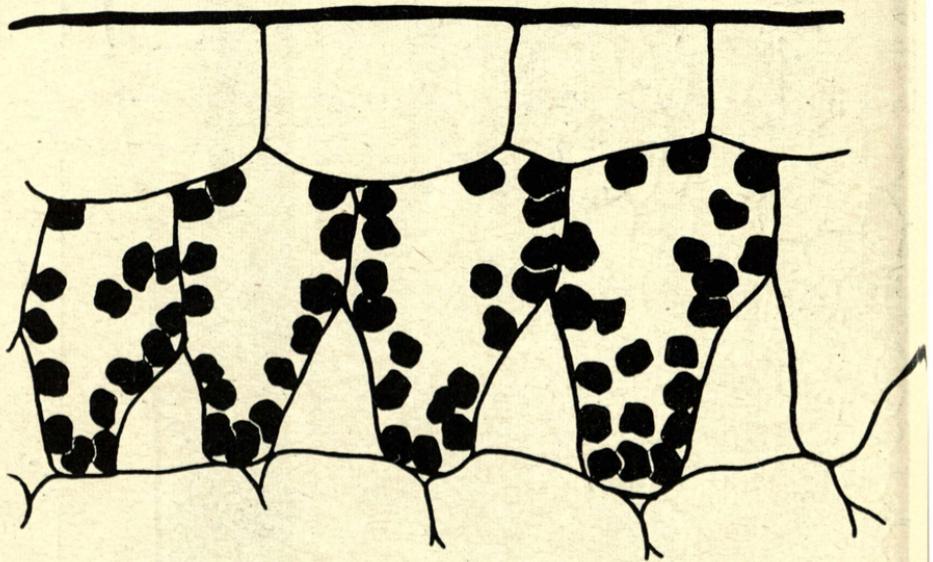


Abb. 1

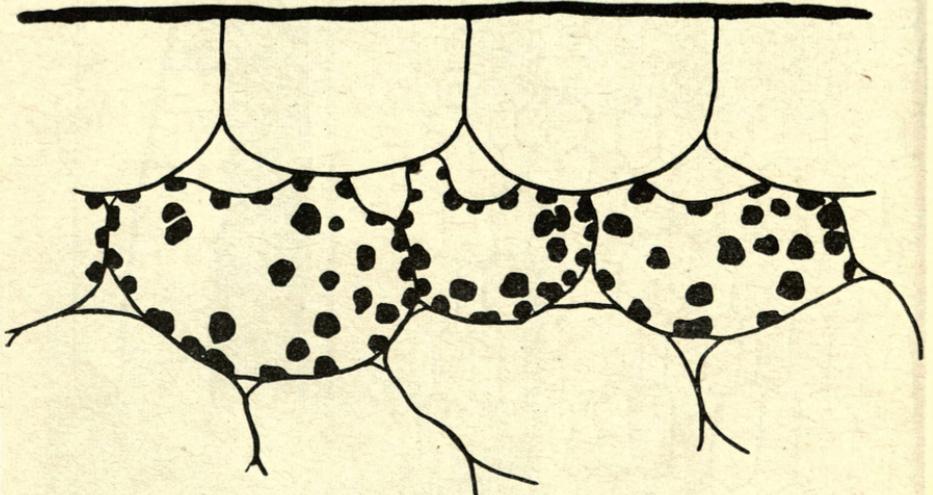


Abb. 2

TAFEL V

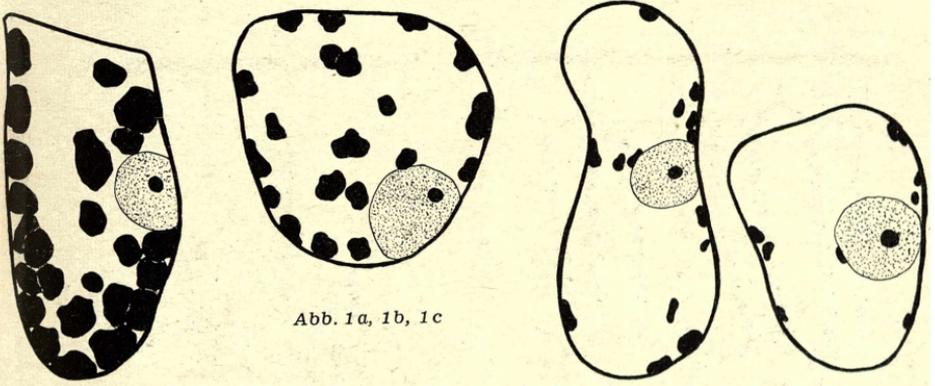


Abb. 1a, 1b, 1c

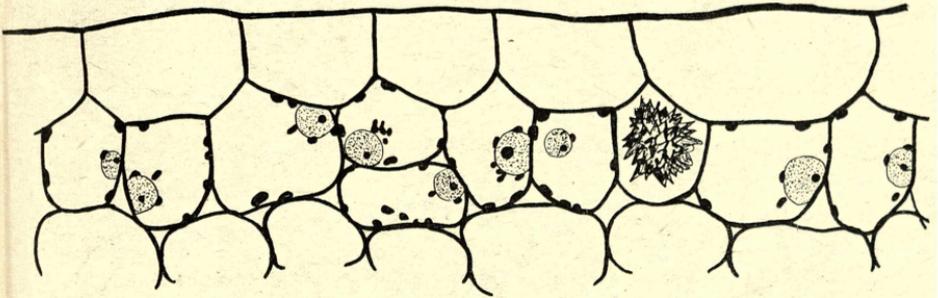


Abb. 2

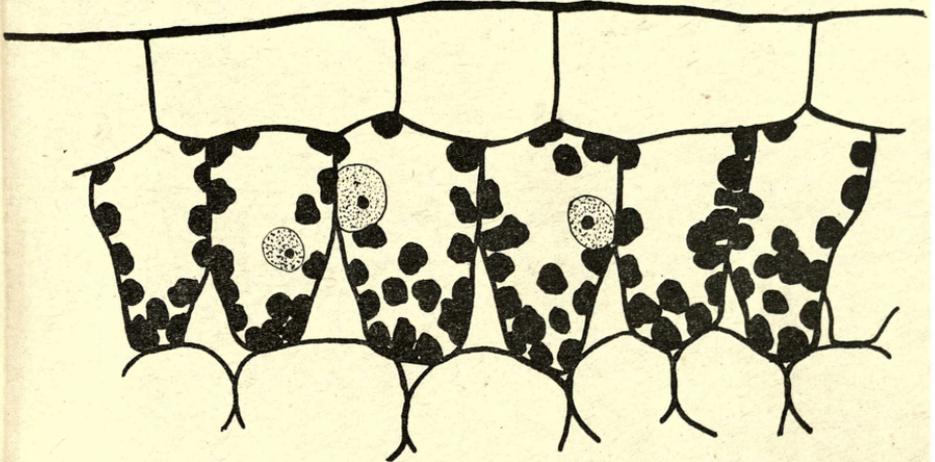


Abb. 3

TAFEL VI

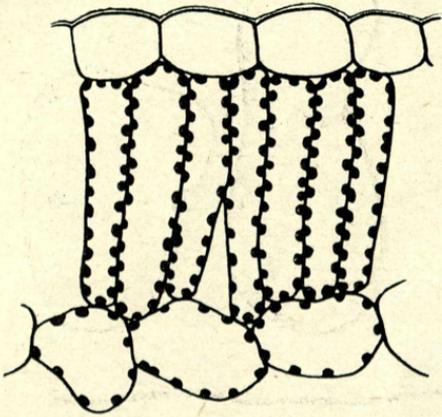


Abb. 1

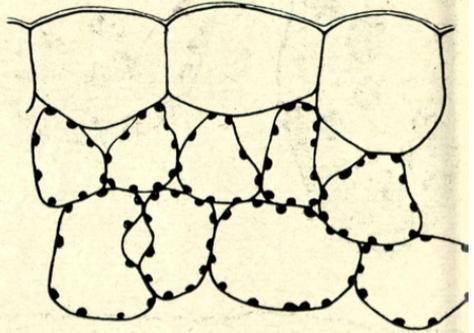


Abb. 2

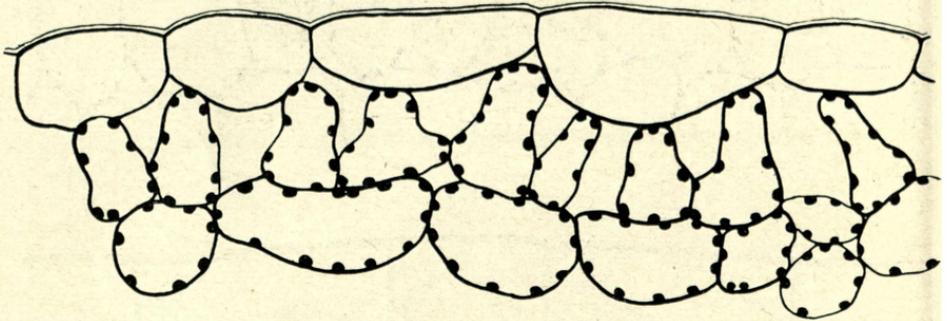


Abb. 3

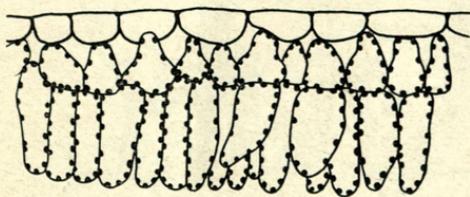


Abb. 4

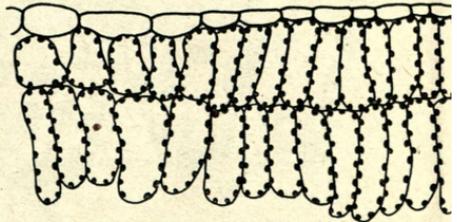


Abb. 5

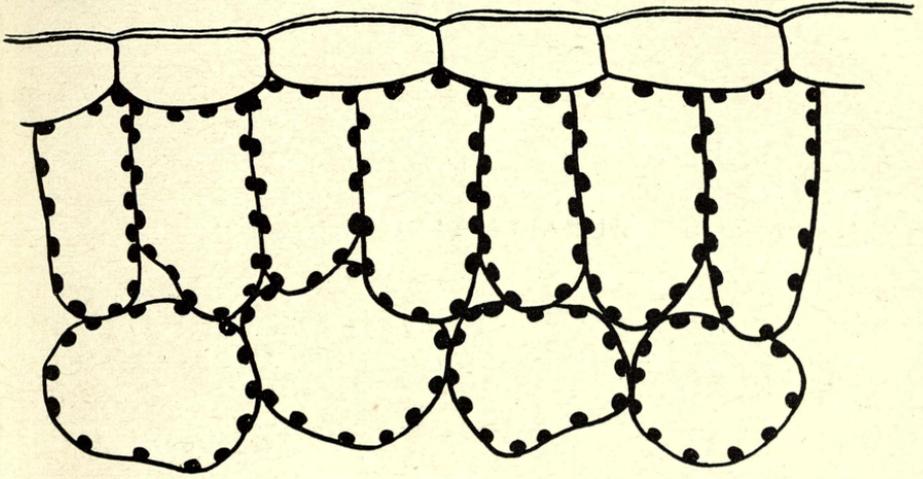


Abb. 1

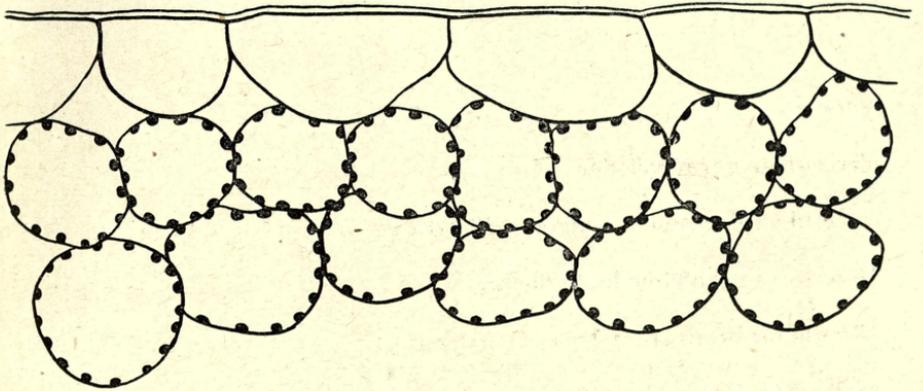


Abb. 2

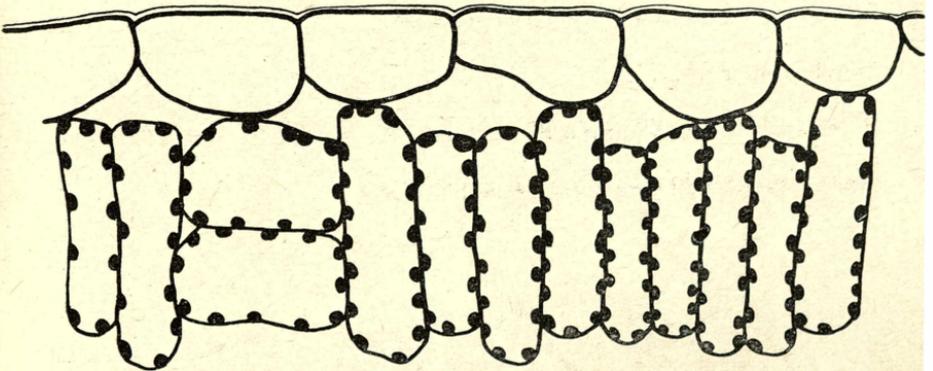


Abb. 3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Landshut](#)

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [22 1956](#)

Autor(en)/Author(s): Selmeier Alfred

Artikel/Article: [Anatomische Studien an buntem Laubblättern 55-68](#)