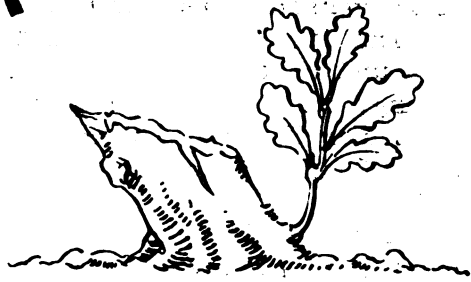


BOTANISCHES ARCHIV



ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.

12. BAND, HEFT 3-4 AUSGEGEBEN AM 1. NOV. 1925.

Verleger und Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Commissionsverlag: Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. - Copyright 1925 by Carl Mez in Königsberg.

Ueber Plastizität der Blattstruktur krautartiger Pflanzen.

Von W. G. ALEXANDROW (Tiflis).

Eine bemerkenswerte Erscheinung aus dem Leben des Pflanzenorganismus ist seine Plastizität. Die Plastizität (die Reaktion der Struktur auf den Charakter der Wirkungen, der Faktoren der Umgebung) verlockt unbedingt jeden Forscher, der die Gelegenheit hat, seine Aufmerksamkeit auf das, was man oekologische Anpassung der Pflanzen nennen könnte, zu ziehen.

Wie die experimentelle Morphologie lehrt, ist jedes Organ der Pflanze plastisch, am meisten plastisch wird jedoch das Blatt sein. Die Zartheit und der anhaltende embryonale Zustand einiger wesentlicher Gewebe, die Feinheit der Struktur und die kolossale Oberfläche im Vergleich mit dem Rauminhalt veranlassen das Blatt schnell und scharf auf die verhältnismässig geringen Veränderungen in den sie umgebenden Bedingungen zu reagieren. Die Reaktion der Struktur wird dann besonders deutlich, wenn die Veränderungen, die in der Natur vorgehen, längere Zeit dauern. Die Ursachen der Plastizität sind zahlreiche (meteorologische Elemente und einige andere Naturkräfte), unter ihnen am meisten energisch alles das Wasserregime betreffende: Licht, Temperatur der Luft und des Erdbodens? Trockenheit der Luft und der Erde, die gewöhnlichsten, die bei der Kultur der landwirtschaftlichen Pflanzen in Betracht zu nehmen sind.

Je stärker die Intensität der einen oder anderen Ursache ist, desto präziser ist ihre Existenz in der Struktur ausgedrückt. Man muss jedoch streng unterschei-

den, wie die Reihenfolge der Intensität der Faktoren der Plastizität während der fortschreitenden Entwicklung der Organe und der ganzen Pflanze ist. Erhöht oder erniedrigt sich ihre Spannung, geschieht dies allmählig, oder der Zustand der hohen Intensität wechselt schnell in Perioden (oder Momenten) schwacher Erscheinung des Vorhandenseins der Plastizitätsursachen und umgekehrt, wie häufig dieses Abwechseln ist. Alles dieses misst sich in verschiedener Art und Weise auf die Struktur des Blattes auswirken. Überhaupt sind die Kombinationen der Ursachen der Plastizität in jedem Moment so kompliziert und unbeständig, die Pflanzen so empfindlich für die Veränderungen ihrer Umgebung, dass man daher nur mit grosser Mühe erraten kann, welche Faktoren oder welche ihrer Kombinationen die Bildung der Eigentümlichkeit der Struktur als entsprechende Reaktion des lebenden Pflanzenorganismus bedingte.

Unter den oekologischen Anpassungen lenkten am meisten die Aufmerksamkeit der Forscher die sogenannte "Xeromorphie", d.h. das dichte Zusammenschliessen der Zellen, welche besondere Gewebe bildend, die hauptsächlich den Xerophyten eigen sind (Dürre-Existenz) auf sich. Am meisten ausgeprägte Variationen der Xeromorphie beobachtet man an den Blättern. Viele Forscher widmeten sich den Untersuchungen der Ursachen der Xeromorphie. Diese Forschungen hatten sowohl rein experimentalen Charakter, wie sie auch einfach Beobachtungen darstellten. Beinahe überall, unter fast allen Bedingungen, kann man Pflanzen mit mehr oder weniger xeromorphen Blättern finden. BONNIER (1), DUFOUR (2), CHERMEZON (3), JAPP (4) und andere führen Beispiele starker Xeromorphie der Blätter auf, welche jedesmal von verschiedenen Ursachen hervorgerufen wurden. JAPP gibt eine sehr vollständige Analyse der Ursachen der Xeromorphie, aber bis jetzt war, soviel uns bekannt, noch nicht bewiesen, welche von den Pflanzen oekologischer Typen zur Hervorrufung der Xeromorphie besonders geneigt sind, und unter welchen Umständen sie entsteht. Es ist möglich, dass die eine Kombination der Bedingungen die Xeromorphie vorherrschend bei einem Typus von Pflanzen hervorruft - die andere bei anderen. Solch eine Aufstellung halten wir für angebracht, da die physiologische Natur der Xeromorphie wenig geklärt ist. Dieses zu erreichen muss man zur Lösung der Aufgabe von allen möglichen Seiten herantreten.

Was ist das Wesen der Xeromorphie? Schutzreaktion oder einfach die Folge entsprechender Kombinationen von Reizen? Wenn Schutzerscheinung, gegen was - überflüssige Verdunstung oder irgend welche für die Pflanze schädliche Prozesse? Möglicherweise ist Xeromorphie eine Anpassung für eine vollkommeneren Leistung der Lebensfunktion unter den geschaffenen Bedingungen (5 und 6). Im Allgemeinen wird die Xeromorphie durch das Stören des Verlaufes des Lebensprozesses bei den Pflanzen hervorgerufen, welche das Vorhandensein vom Durchschnitt abweichender ungünstiger oder rauher Kombinationen der Elemente und auch die qualitative wie quantitative Zusammensetzung dieser Kombinationen ertragen können. Es ist möglich, dass ununterbrochene Anpassung an solche Bedingungen ererbte, zufällige, zeitweilige Xeromorphie ergaben. Letzteres ist in der Natur seltener als ersteres. Völlige Lösung des Problems der Xeromorphie ist Aufgabe der Zukunft.

Die Untersuchungen, deren Resultate in dieser Arbeit auseinander gesetzt werden, sind unternommen, um, wenn auch nur zum Teil, zu erklären, in welchem Masse verschiedene biologische Typen von Pflanzen auf die Veränderungen der Struktur der Blätter reagieren, bei gleichen Kombinationen der Bedingungen, welche Xeromorphie hervorrufen oder umgekehrt, zur Erhaltung von Mesomorphie beitragen.

Zu diesem Zwecke wurden drei, sich bedeutend von einander morphologisch unterscheidende Pflanzen ausgewählt: *Carthamus tinctorius*-Saflor, Xerophyt, mit stacheligen Blättern (nach der Terminologie von DELF (8) sclerenchymner Xerophyt), der in sehr trockenen Regionen wachsen kann. *Atriplex hortensis*-Melde, mit ausgeprägt succulentem Bau der Blätter, besonders bei in Transkaukasien verbreiteten Formen, welche auch die Widerstandsfähigkeit gegen dauernde Trockenheit besitzt (nach DELF succulenter Xerophyt) und *Helianthus annuus* die Sonnenblume, ein ausgesprochener Mesophyt, sowohl in Bezug auf die Struktur der Blätter als auch nach dem Habitus und ziemlich starken Anforderung an reichliche Wasserzufuhr.

Um verschiedene Variationen der Blattstruktur in den Grenzen der möglichen

Plastizität bei jedem der von uns zu den Versuchen ausgewählten Repräsentanten biologischer Typen zu erzielen, wurden alle Pflanzen in Vegetationsgefässen (5 Kilo trockener Erde) aufgezogen bei zwei Abstufungen des Gehaltes an Wasser in der Erde im Verhältnis zu ihrer Feuchtigkeitsaufnahme (Wasserkapazität): 60 % - "optimal" und 40 % - "minimal". Ausserdem wurden von den bei 60 % Feuchtigkeit kultivierten Pflanzen eine bei vollem Lichte (wie auch bei denen mit 40 %), andere mit leichtem Schutzdach aus weissem Madepolam kultiviert. Die Pflanzen entwickelten sich folglich unter drei Bedingungen: 2 belichtete - optimale (auf den Zeichnungen und weiter im Texte "Licht"); und minimale (Zeichnung und Text "Minimal") und eine beschattete ("Schatten")

Das Auspflanzen geschah einige Male im Laufe des Sommers 1920. Wir wählten vier Vegetations-Perioden, völlig genügend um in Abhängigkeit von ihnen verschiedene Strukturen zu erzielen: 16.III - 6.VI., 15.V. - 12.VII, 1.VII. - 16.VIII und 1.IX. - 20.XI. Die Entwicklungsbedingungen in den Grenzen jeder dieser Periode sind sehr verschieden. Angefangen vom 16.III. bis anfangs Juli erhöht sich die Intensität der Spannung der meteorologischen Elemente; vom August bis zum Herbst geschieht der umgekehrte Prozess, vermindert sich ihre Spannung. So sind die Perioden vom 16.III. - 6.VI. und 1. IX. - 20.XI. beinahe gleich in dem meteorologischen Mittel und der Periode der Vegetation (ca. 80 Tage), aber der Verlauf des Entwickelns der Elemente der Witterung sind einander entgegengesetzt. 16.III. - 6.VI war die mittlere Temperatur der Luft $12,9^{\circ}\text{C}$, das Feuchtigkeitsdefizit 2,6, der Sonnenschein 4,8 Stunden. 1. IX. - 20.XI. Lufttemperatur $10,9^{\circ}\text{C}$, Feuchtigkeitsdefizit 2,4, Sonnenschein 4.5 Stunden. 15.V. - 12.VII. und 1.VII. - 16.VIII. sind die heissesten und die letzte - die Zeit der faktischen Trockenheit; Regen fiel nur in der ersten Dekade - 29.5 mm. 15.V. - 12.VII: Lufttemperatur $20,0^{\circ}\text{C}$, Feuchtigkeitsdefizit 5.3, Sonnenschein 8.1 Stunden. 1.VII. - 16.VIII, Lufttemperatur $23,8^{\circ}\text{C}$, Feuchtigkeitsdefizit 9.8, Sonnenschein 8.5 Stunden⁺⁾ . Solch ein tiefer Unterschied in den Vegetationsbedingungen muss sich unbedingt in der Struktur, besonders der der Blätter, fühlbar machen. Die Pflanzen wurden auf dem Vegetationsplatze des physiologischen Laboratoriums des Botanischen Gartens in Tiflis kultiviert. Vor dem Anfange des Blühens wurden sie beschnitten.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen wurden von den Mitarbeitern des physiologischen Laboratoriums A.S. TIMOFEEV, M.J. PRICHODKO und D.A. RYBIN im Jahre 1921 aufgeführt.

"Licht". Die Kultur mit Feuchtigkeitsgehalt der Erde 60 % der vollen Feuchtigkeitsaufnahme-fähigkeit mit vollem Lichte.

"Schatten". Die Kultur mit Feuchtigkeitsgehalt der Erde 60 % mit Schutzdach aus weissem Madepolam.

"Minimal". Die Kultur mit Feuchtigkeitsgehalt der Erde 40 % mit vollem Lichte.

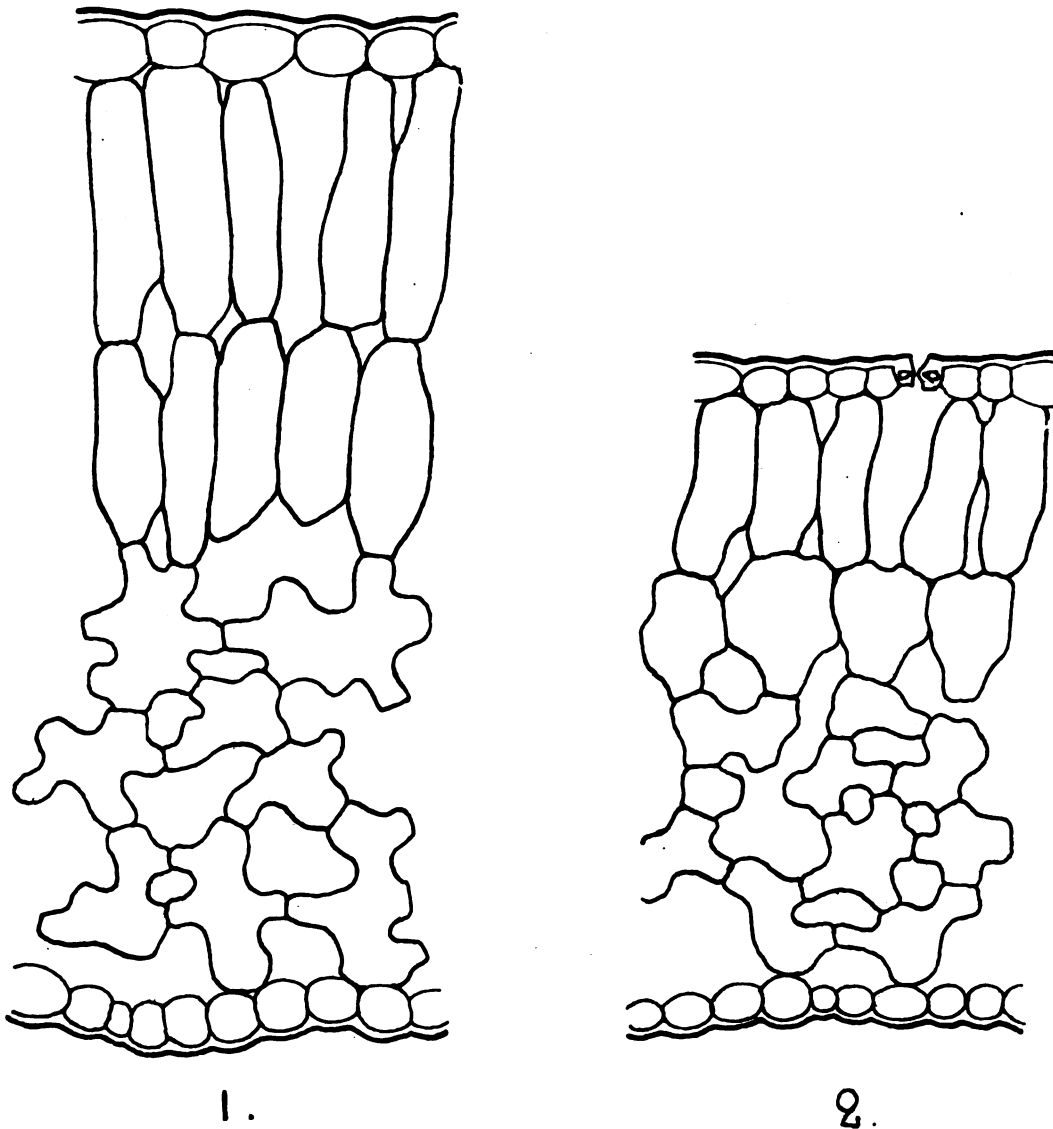
Die Sonnenblume wurde mit Objektiv 7 und Okular 3 gezeichnet, die Melde die 3. Etage mit Objektiv 4 mm, die 7. Etage 8 mm, Okular überall - 3, der Saflor - Okular 3, Objektiv 3.

Zu den anatomischen Untersuchungen wurden die 3. und 7. Etage, von den Kotle-donen an gerechnet, benutzt. Die Blattteile, die Querschnitte lieferten, wurden aus der Mitte des Blattes an dem Mittelnerv mit einem viereckigen Stahlmeissel ausgeschlagen. Die Zeichnungen wurden stets an einer bestimmten Stelle ausgeführt, an dem Mittelnerv, gerade dort, wo die Epidermis beider Seiten parallel zu einander geht. Die von uns gegebenen Zeichnungen decken sich unter einander völlig. Für die Sonnenblume wurden alle Zeichnungen aufgeführt, mit Ausnahme der 7. Etage der beschatteten und minimalen Kulturen der (4.) letzten Periode; für die anderen Pflanzen wurden für die 7. Etage nur die 1. und 3. Periode aufgeführt und für den Saflor die 3. Etage der 2. Vegetationsperiode ausgelassen; es wurde nur das nach

+) Die meteorologischen Beobachtungen wurden während der Vegetationsperiode drei mal möglich, zur vorgeschriebenen Zeit, normal ausgeführt.

meiner Meinung Notwendigste ausgeführt.

Betrachten wir nun die Veränderung im Charakter der Verbindung der Zellen. Fangen wir mit der Sonnenblume an (Zeichnung 1 - 21 a). Am besten analysieren wir am Anfang das Verhalten der 3. Etage, die stets reichlich mit Wasser versorgt wurde, besonders bei der Entwicklung. Das Blatt der 3. Etage entwickelt sich bald nach der Entwicklung der Pflanze, und es gestaltet sich seine Struktur in bedeutendem Masse nur unter dem Einfluss der meteorologischen Faktoren, wodurch es sich vom Blatte der 7. Etage unterscheidet. Bei der Entwicklung der letzten sowie auch aller höher gelegenen Blätter, küssern sich sehr kombinierte Wechselbeziehungen, der



Licht. Schatten.
Fig. 1 und 2, Sonnenblume, 3. Etage, Kultur 16.III. - 6.VI.

Einfluss der ableitenden Ströme, hervorgerufen durch die Lebenstätigkeit der niedriger liegenden Blätter, die vollständig entwickelt und in der Höhe des Maximums ihrer Aktivität stehen. Wenn überhaupt die Struktur eines jeden Blattes das Resultat der Wirkung der Elemente des Klimas und Reflektion des Lebens der lebenden Blätter, die sich auf derselben Pflanze befinden, sind, so werden in Bezug auf die oberen Blätter diese zwei Kategorien der Faktoren der Plastizität in besonders aktiver Kombination stehen. In der ersten Periode der Vegetation, wenn die Lufttem-

Diagram 3 (Minimum): Shows a cross-section of plant tissue with a single layer of small, rounded cells at the top and bottom. The middle layer consists of several layers of elongated, rectangular cells. The cells are arranged in a regular, brick-like pattern.

Diagram 4 (Licht.): Shows a cross-section of plant tissue with a single layer of small, rounded cells at the top and bottom. The middle layer consists of several layers of elongated, rectangular cells. The cells are arranged in a regular, brick-like pattern, similar to diagram 3.

Diagram 5 (Schatten): Shows a cross-section of plant tissue with a single layer of small, rounded cells at the top and bottom. The middle layer consists of several layers of elongated, rectangular cells. The cells are arranged in a regular, brick-like pattern, similar to diagram 3.

3.
Minimum

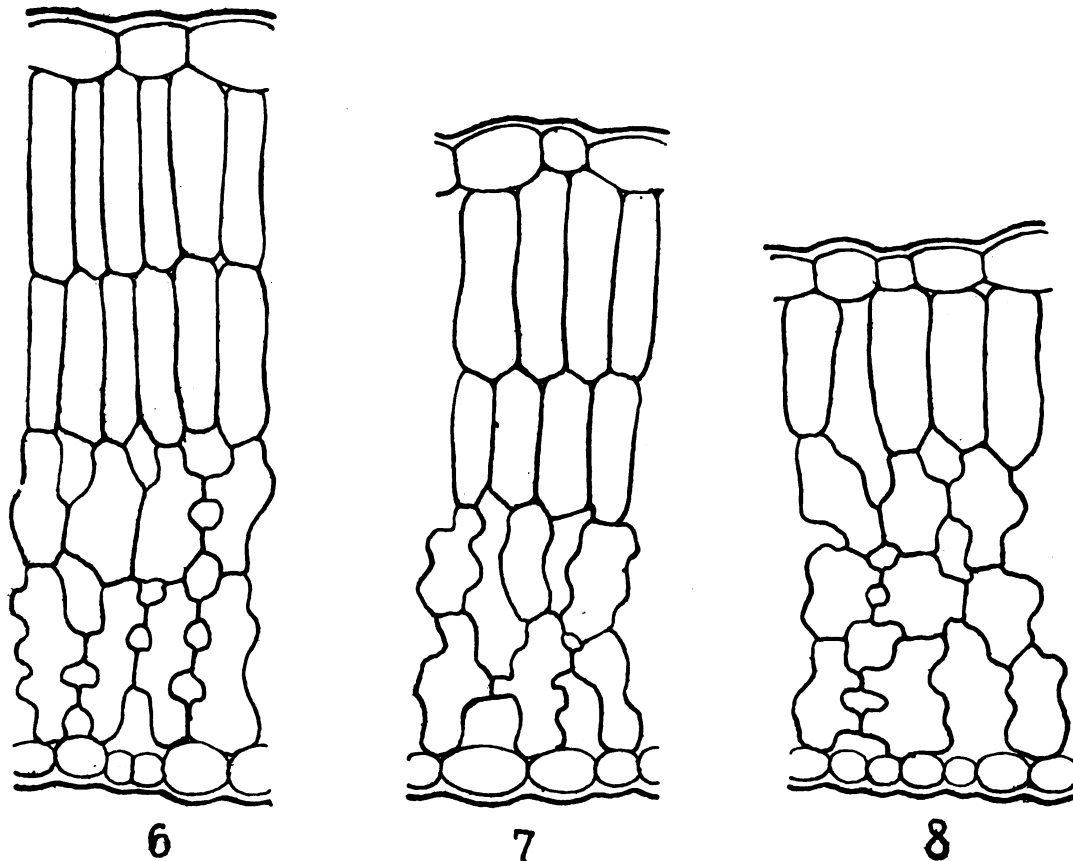
4.
Licht.

5.
Schatten.

Fig. 4 und 5. Dieselbe, Kultur 15.V. - 12.VII.

Aussaat mehr kompakt, als bei den Pflanzen, die im Frühjahr ausgesät waren (Fig. 4, 5, 6). Ihre Zellen sind ausgezogen, schmaler, vollständig differenziert. Es erwiesen sich zwei Lagen des Palisadenparenchyms bei der belichteten (Fig. 4) und schattigen (Fig. 6) Kultur. Es tritt die interessante Zusammenschliessung der Zellen des Schwammparenchyms bei den minimalen Pflanzen ins Auge und die Bildung von Interzellularzellen zwischen den Auswüchsen zweier benachbarter Zellen (Fig. 6). Man muss voraussetzen, dass solch' eine Zusammenschliessung eine grosse Rolle bei

der Regulierung der Prozesse spielt, die sich im Blatte in dem Moment entwickeln, wenn die Kombination der äusseren Bedingungen verstärkte Transpiration hervorrufen. Die Blätter der schattigen Pflanzen sind nach der Struktur den Blättern der Sonnenblume, die im ersten Frühjahr kultiviert wurden, ähnlich (Fig. 5). Die dritte Vegetations-Periode, die heisseste und trockenste von allen, wo es dreimal mehr heitere als bedeckte Tage gab, rief, wie es auch nicht sonderbar ist, keine stärkere qualitative Veränderungen in der Struktur der Blätter hervor (Fig. 7, 8, 9). Bloss die Zusammenschliessung der Zellen des Schwammparenchyms der Schattenformen war



Minimum.

Licht.

Schatten.

Fig. 6. Sonnenblume, 3. Etage, Kultur 15. V. - 12. VII.

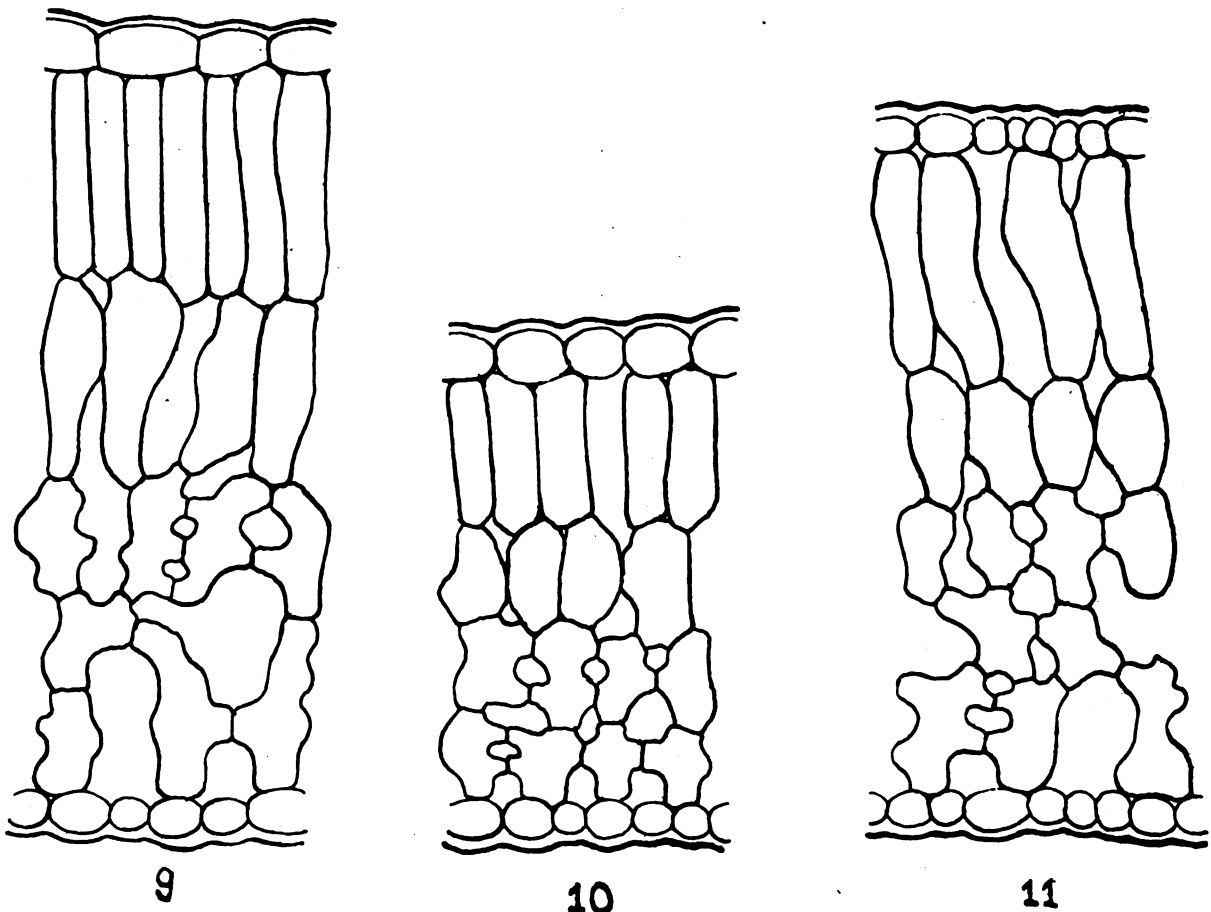
Fig. 7 und 8. Dieselbe. Kultur 1.VII - 16.VIII.

eine festere (Fig. 8). Die Dicke des Blattes war noch mehr verringert bei den Pflanzen aller Regime dieser Periode im Vergleich mit ersterer. Die Entwicklung der Pflanzen der beiden letzten Perioden verlief ungewöhnlich schnell (58 und 47 Tage bis zum Anfange des Blühens, im Frühjahr und Herbst 82 Tage). Die Schwüle spornt stark die Entwicklung an. Die Intensität der Transpiration bei der Sonnenblume ist gross. Das Wasserbedürfnis der Sonnenblume ist in der Tat riesig, da die Blattoberfläche dieser Pflanze sehr umfangreich ist. Daher ist die Wasserzufuhr zu den Blättern ganz ausreichend; abgesehen von der Hitze und Trockenheit fand keine Störung des Wassergleichgewichtes der Blätter der unteren Etagen statt, und die lockeren Gewebe konnten nicht xeromorph werden. Daher muss man annehmen, dass die Faktoren der Xeromorphie die inneren Korrelationen⁺ in der Pflanze sind und nicht die äusseren, wenn auch sehr rauhe. Wenn keine Unterbrechung des Wasser-

⁺) Die äusseren Bedingungen wirken hier nur indirekt.

Gleichgewichtes stattfindet, so erscheint die Zusammenschliessung der Zellen des Blattgewebes schwach. Die Herbstperiode, ähnlich der mittleren Intensität der Spannung der meteorologischen Elemente des Frühjahres rief wieder sehr lockeren Bau der Blattgewebe der unteren Zone des Stengels hervor, es verringerte sich bedeutend die Dicke der Blattfläche bei Lichtkultur (Fig. 10). Die Schatten- (Fig. 11) und minimalen (Fig. 12) Formen sind einander ähnlich, aber bei der Schattenform sind die Schichten der Zellen um eine grösser. Was die Ursache ist, lässt sich schwer sagen. Es ist möglich, dass die optischen Bedingungen bei niedrigerer Temperatur im Herbst für die beschatteten Blätter günstiger sind.

Am Ende der Übersicht der Veränderungen im Charakter des Zusammenschliessens der Zellen aus dem weichen Teile eines der Blätter der unteren Zone des Stengels (die 3. Etage von den Cotyledonen) der Sonnenblume, die unter den verschiedenartigsten Bedingungen kultiviert wurde, kann man sich überzeugen, dass der mesomorphe Bau bei diesem Blatte hartnäckig das lockere Gewebe bleibt, selbst bei



Minimum.

Licht.

Schatten.

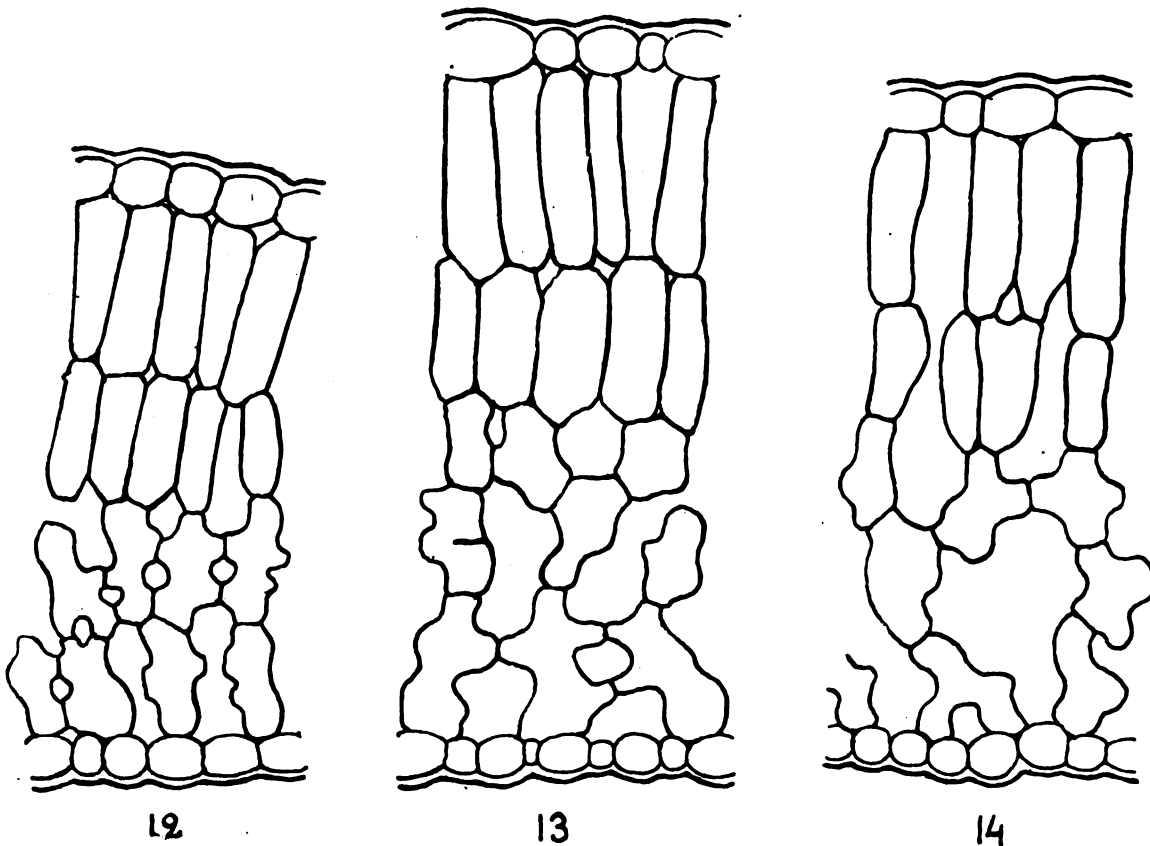
Fig. 9. Sonnenblume. 3. Etage, Kultur I.VII. - 16.VIII.

Fig. 10 und 11. Dieselbe. Kultur 1.IX. - 20.XI.

den ranhesten Kombinationen. Die qualitative Mesomorphie, erblich befestigt, ein Zeichen der Beständigkeit bei sogar sehr hoher Spannung der klimatischen Faktoren, wenn die Fülle der Lebenstätigkeit des Blattes bei seiner Entwicklung die inneren Wechselbeziehungen nicht stört. Anders ist es jedoch bei der 7. Etage, die sich, wie auch alle Blätter der oberen Zone des Stengels, unter grossem Einflusse des Lebens der unteren Blätter entwickelt. (Nach den Ergebnissen, die wir in unserem Laboratorium erhielten, besaßen der Blätter der oberen Zone des Stengels in den

Nachmittagsstunden heisser Tage weniger Wasser)⁺).

In der Frühjahrsperiode sind die belichteten (Fig. 13) und schattigen (Fig. 14) Blätter der 7. Etage ebenfalls mesomorph wie die Blätter der dritten, aber bei den minimalen (Fig. 15) sieht man eine ausgesprochene Tendenz zur Xeromorphie: die Zellen des lockeren Gewebes sind zusammengezogen, ihre Anhängsel sind beinahe geschwunden. Hier treffen wir zum ersten Male ein Beispiel der qualitativen Xeromorphie bestimmt ausgeprägt. Noch schärfer entwickelt sich die Xeromorphie in der



Minimum.

Licht.

Schatten.

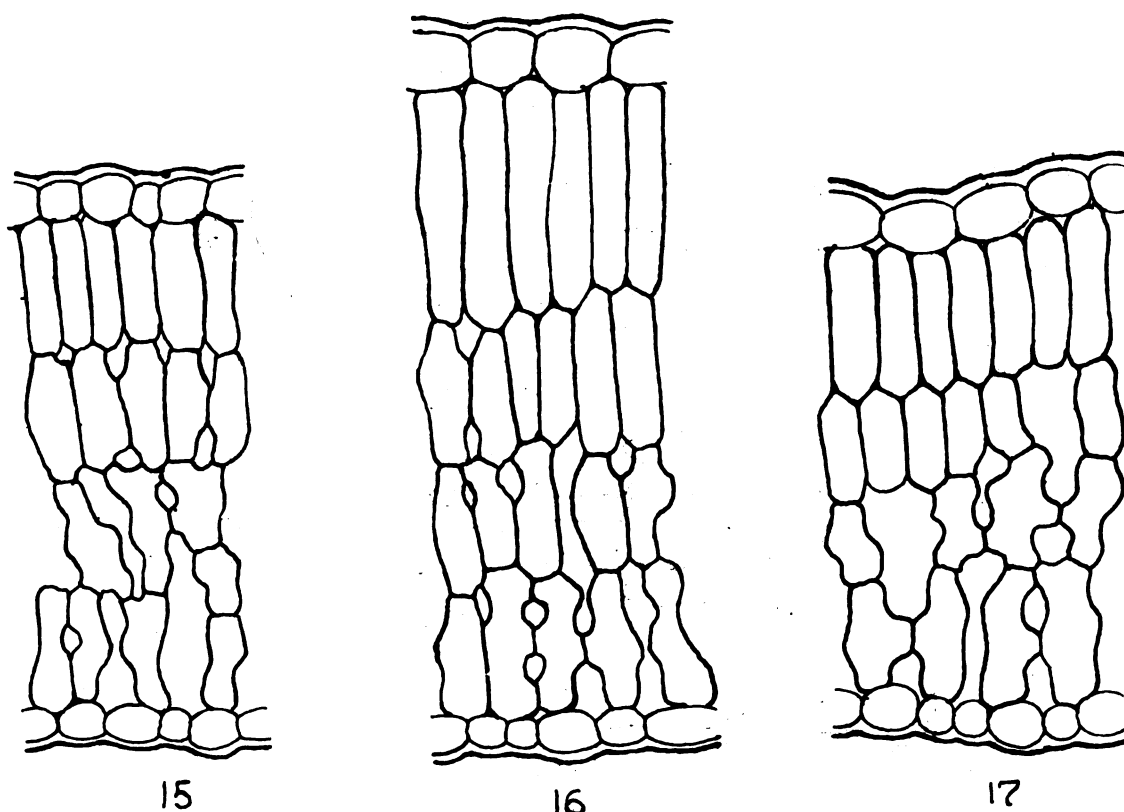
Fig. 12. Sonnenblume, 3. Etage, Kultur 1. IX - 20. XI.

Fig. 13. Dieselbe. 7. Etage. Kultur 16. III. - 6. VI.

nächsten Periode. Nur die schattige (Fig. 17) scheint noch den mesomorphischen Ausdruck zu bewahren. Die minimale (Fig. 18) besitzt das lockere Gewebe überhaupt nicht, alles ist in Palissadengewebe verwandelt. Die belichtete (Fig. 16) steht zwischen ihnen in der Mitte. Eine recht starke Xeromorphie zeigen die Blätter der Pflanzen der Periode vom 1.VII - 16.VIII mit Ausnahme der völlig mesomorphen schattigen Exemplare (Fig. 20). Aus unerklärlichen Ursachen ist die minimale (Fig. 21) weniger xeromorph als die belichtete (Fig. 19), und das Blatt der ersteren ist dicker. Die dritte Etage der Kultur im Mai hat, wie früher bemerkt, die Nei-

⁺) Siehe auch MAXIMOW and KRATTMITTELSKY - MAXIMOW. 1924, Journ. of Ecology, 12, 95.

gung, mehr xeromorph zu sein als die dritte Etage der Juli-Kultur. Die Ursache ist vorhanden, aber schwer zu fassen. Von den Zeichnungen der Querschnitte der Blätter der siebenten Etage geben wir von der letzten Periode nur die belichtete (Fig. 21a). Die Schatten- und minimale Form ergaben sehr wenig Blätter, die Blätter der siebenten Etage entwickelten sich ungenügend; sie sind kleinsellig. Aber auch nach der einzigen Zeichnung kann man sich mit Sicherheit überzeugen, dass die Blätter wieder ausgeprägt mesomorph wurden. Die radikale Veränderung der Struktur der Weichteile der Blätter der siebenten Etage bei der Sonnenblume, die im Verlaufe vom 16.III bis 21.XI. kultiviert wurden, spricht für eine grosse Fähigkeit der Blätter dieser



Minimum.

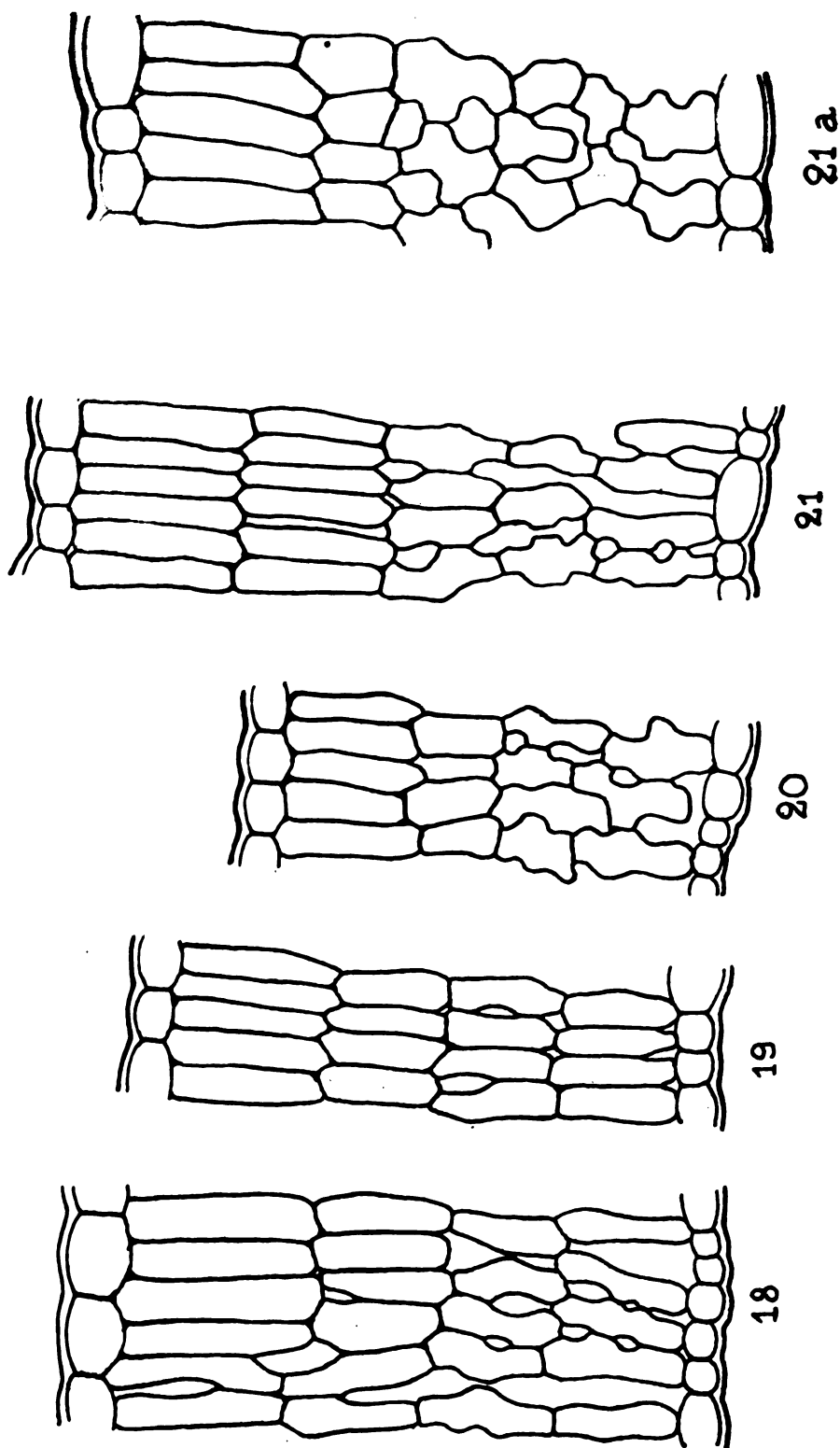
Licht.

Schatten.

Fig. 15. Sonnenblume, 7. Etage. Kultur 16. III. - 6. VI.

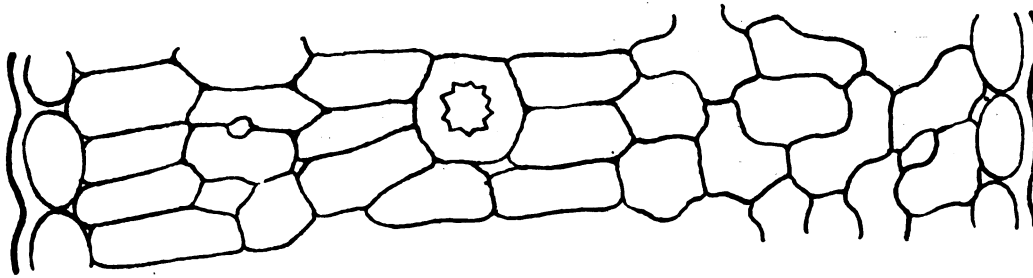
Fig. 16 und 17. Dieselbe. Kultur 15.V. - 12.VII.

Pflanze, plastisch zu sein und bestätigt den von uns oben ausgesprochenen Gedanken, dass zur Bildung der Xeromorphie möglicherweise auch sehr einfache oder sehr komplizierte innere Korrelative nötig sind. Nur meteorologische Faktoren sind, wenn auch durch ihre Rauheit der Wuchs unterdrückt wird, für die Entstehung der Xeromorphie nicht genügend, sowie auch der Wassermangel des Bodens, weil in der heissesten und trockensten Zeit (Juli bis August) die Xeromorphie sogar bei der minimalen Form nicht am schärfsten ausgeprägt war. Die Pflanze wird nicht wachsen, ruft aber die Xeromorphie nicht hervor. Bei den Pflanzen der Maissaat, die sich unter verhältnismässig milden Bedingungen entwickelten, ist die Xeromorphie bedeutend bestimmter



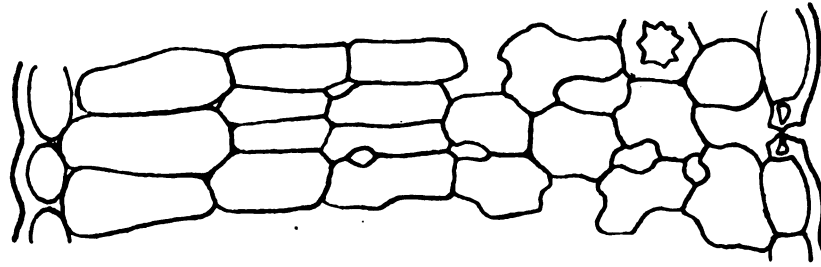
Minimum.	Licht.	Schatten.	Minimum.	Licht
----------	--------	-----------	----------	-------

Fig. 18. Sonnenblume. 7. Etage. Kultur 1.VII. - 16.VIII.
 Fig. 19, 20, 21. Dieselbe. Kultur 1. VII. - 16. VIII.
 Fig. 21a. Dieselbe Kultur 1.IX. - 20.XI.



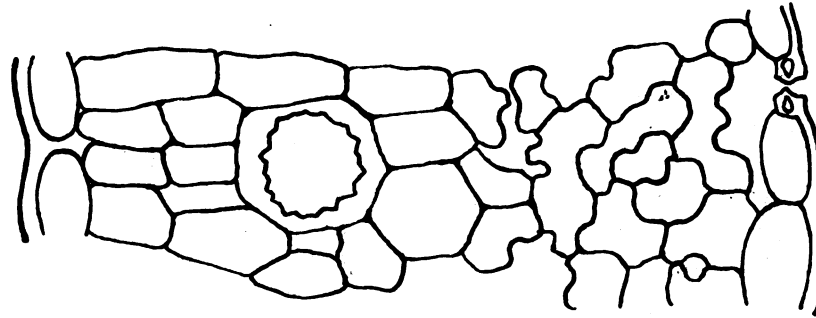
25

Licht.



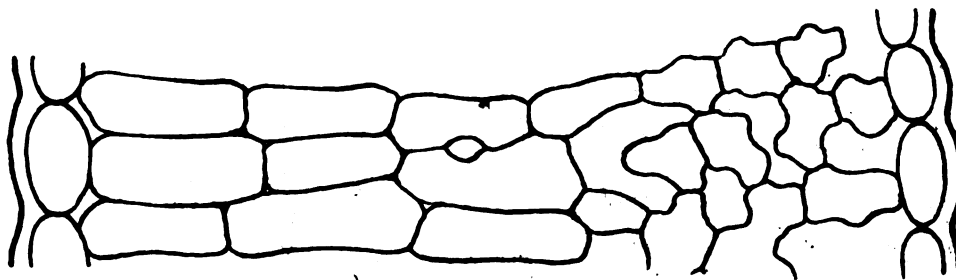
24

Minimum.
Fig. 22, 23, 24. Melde 3. Etage, Kultur 16.III. - 6.VI.
Fig. 25. Melde Kultur 15.V. - 12.VII.



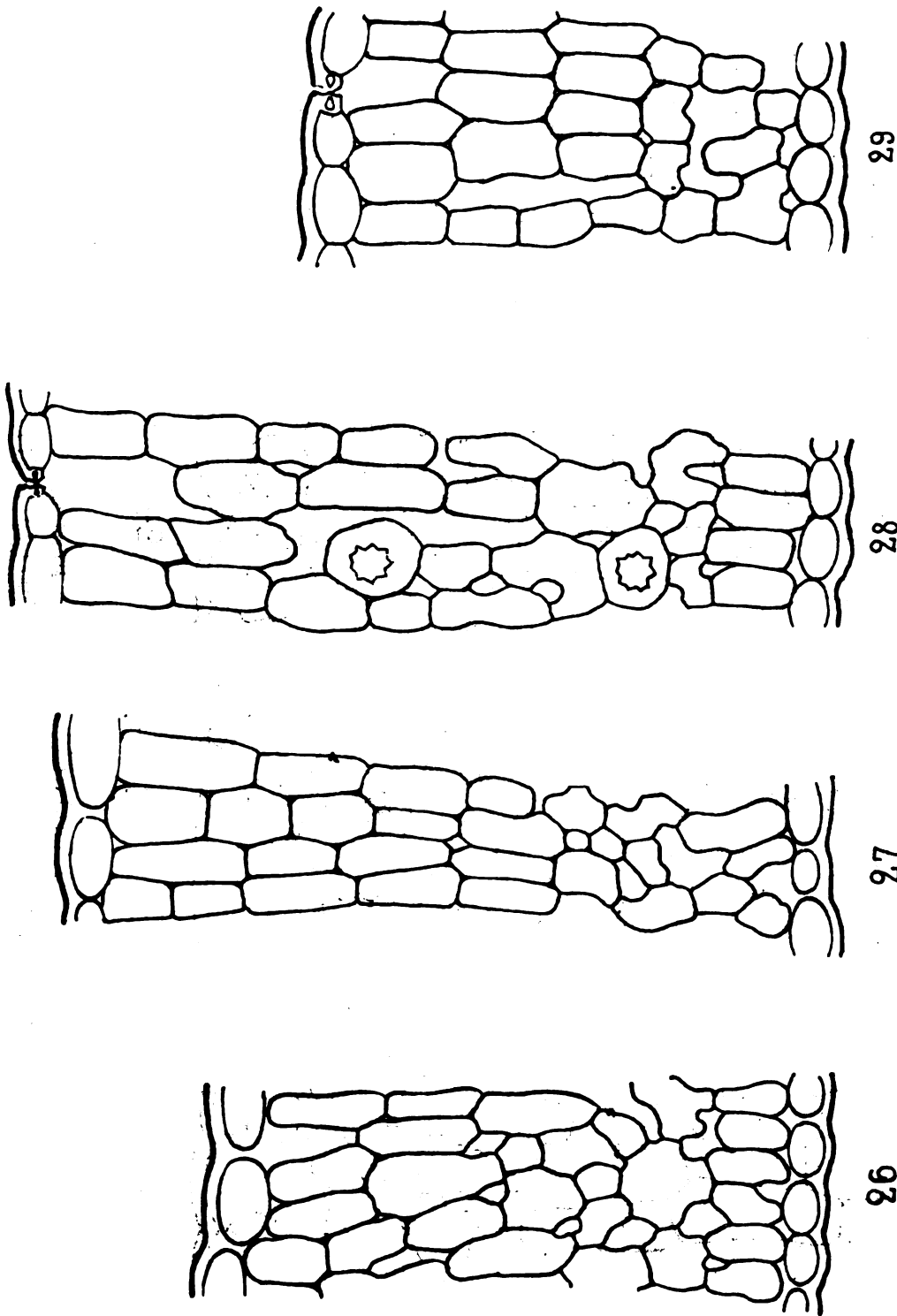
23

Schatten.



22

Licht.



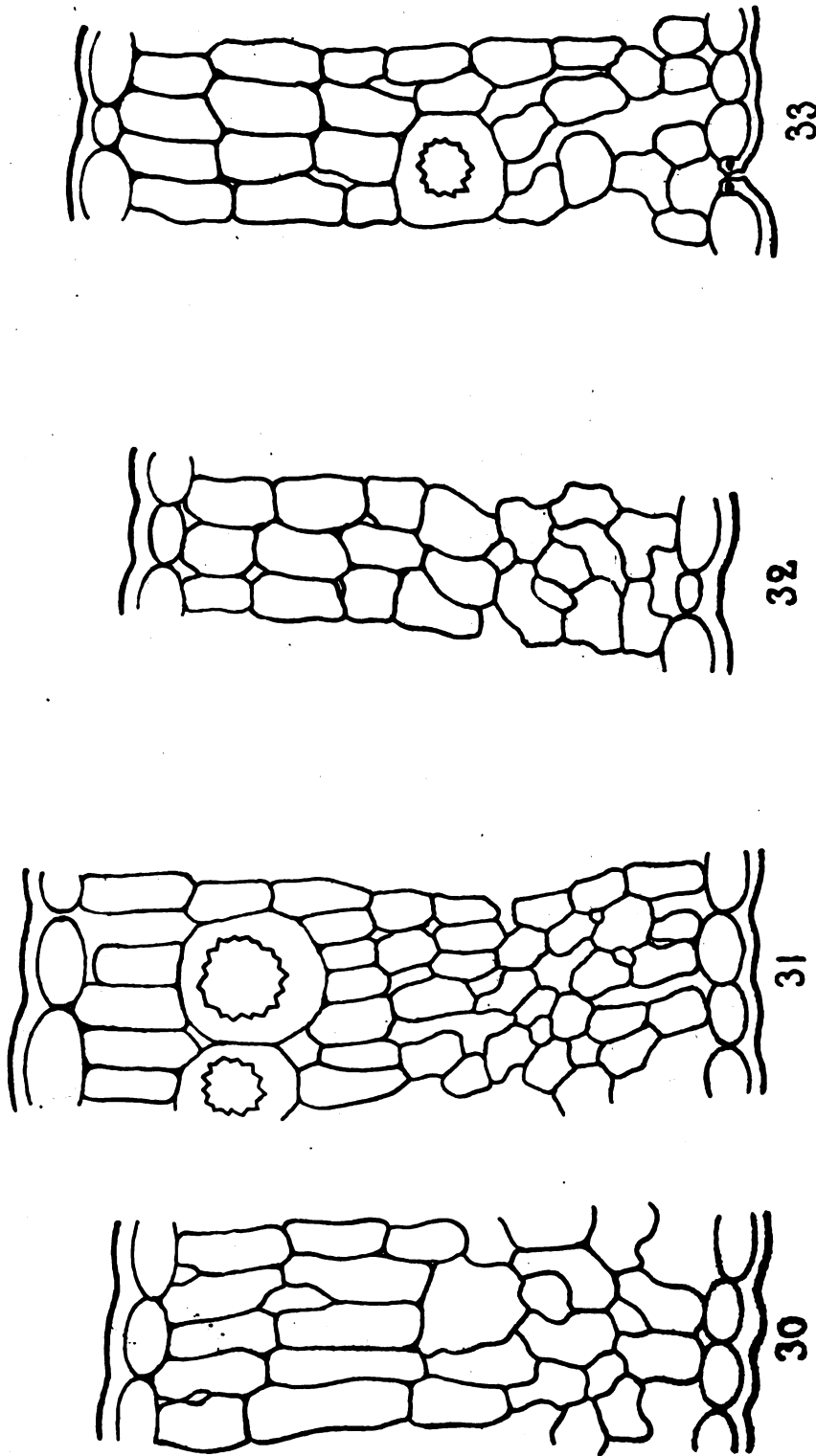
Schatten.

Minimum.

Licht.

Schatten.

Fig. 26 und 27. Melde. 3. Etage, Kultur 15. V. - 12. VII.
Fig. 28 und 29. Dieselbe, Kultur 1. VII. - 16. VIII.



Minimum.

Schatten.

Licht.

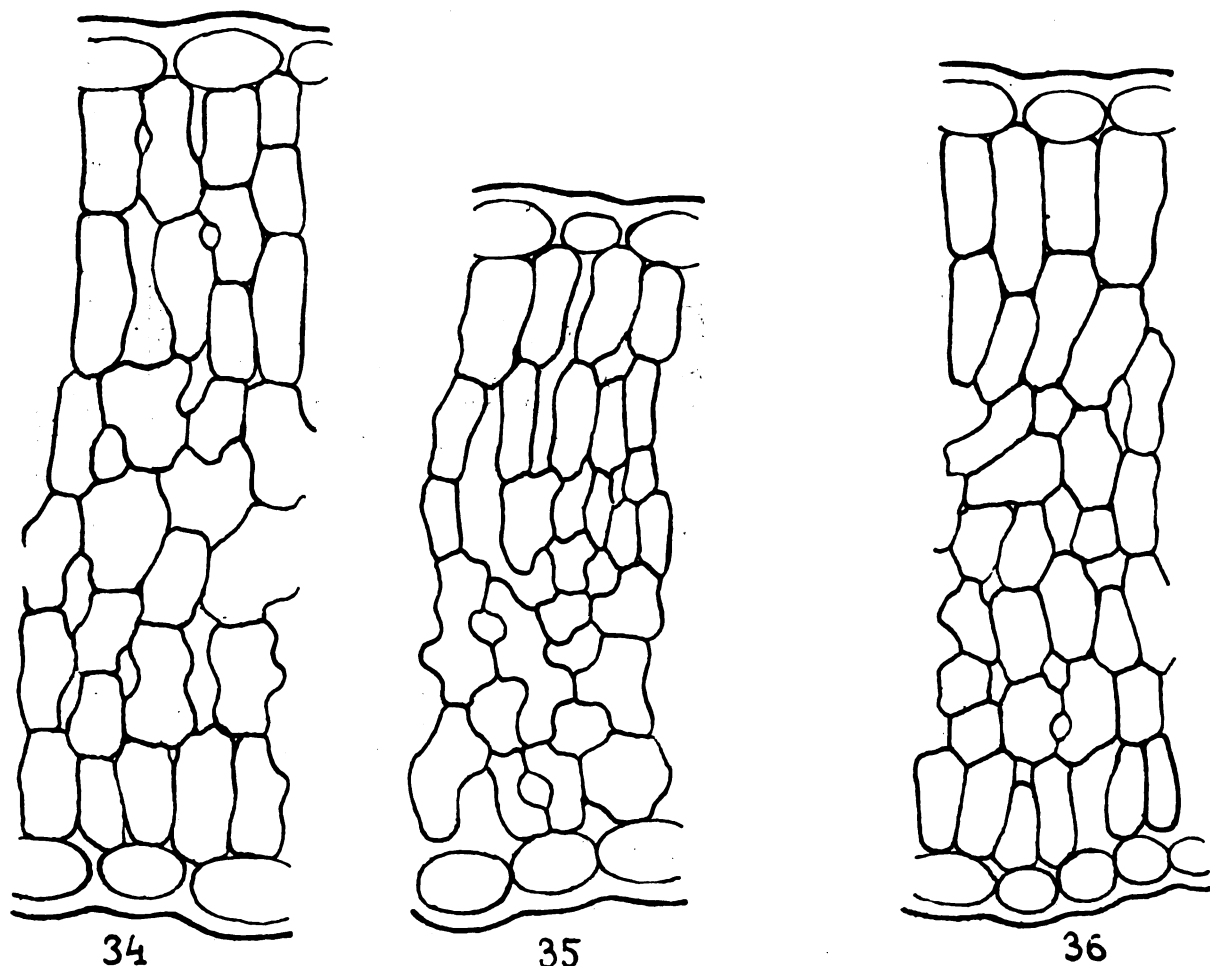
Minimum.

Fig. 30. Melde 3. Etage, Kultur 1. VII. - 16. VIII.

Fig. 31, 32, 33. Dieselbe, Kultur 1. IX. - 20. XI.

und ausdrucksvoller als bei der Pflanze der Juli-Aussaat. Gewiss ist die innere und äussere physiologische Trockenheit nicht die absolute Ursache der Xeromorphie. Die Dichtigkeit des Zusammenschliessens der Zellen ist der Reflex der zarten, deutlich wirkenden Kombinationen der Ursachen.

Gehen wir nun zur Melde über. Die frühzeitige Frühlingsperiode: die Blätter der dritten Etage mit völlig ausgedrücktem Schwammparenchym (Fig. 22, 23, 24). Die Mai-Periode: die Zellen des Schwammparenchyms verlieren sogar bei der Schattenkultur (Fig. 26) ihre typische Form, sie runden sich ab. Die Xeromorphie ist bei der



Licht.

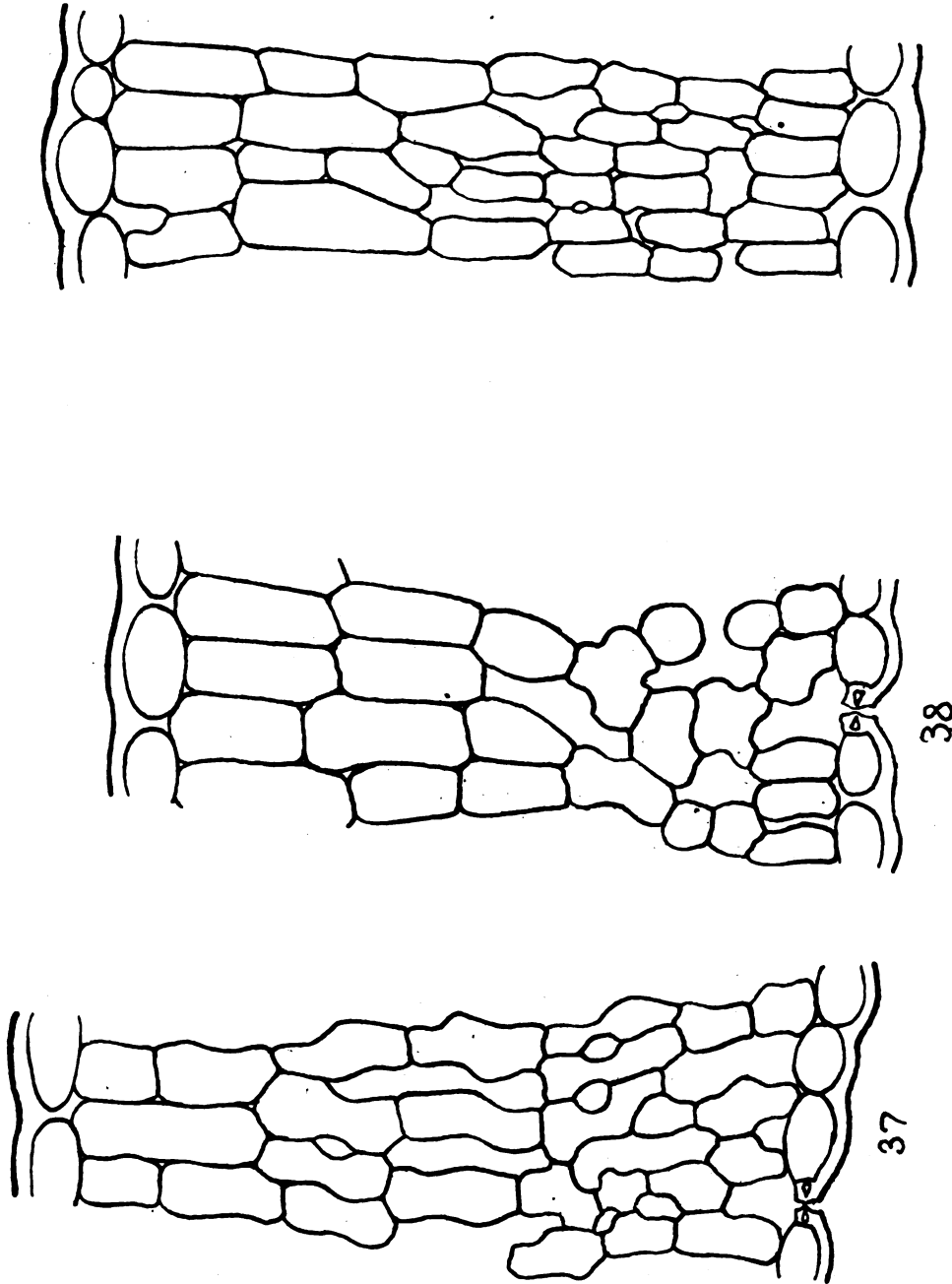
Schatten.

Minimum.

Fig. 34, 35 und 36. Melde, 7. Etage, Kultur 16.III. - 6.VI.

belichteten (Fig. 25) und der minimalen (Fig. 27) sehr deutlich. Die Juli-Aussaat: die Xeromorphie ist in derselben Masse ausgeprägt wie bei den Blättern der Mai-Aussaat (Fig. 28, 29, 30), aber, ähnlich der Sonnenblume, ist die minimale dieser Periode ebenfalls weniger xeromorph als in der vorhergehenden Periode (Fig. 30). Die Blätter der letzten Aussaat unterscheiden sich wenig von denen, die im Sommer kultiviert wurden (Fig. 31, 32, 33).

Auf diese Weise besitzen nur die Blätter der Pflanzen, welche im ersten Frühjahr ausgesetzt waren, gut entwickeltes Schwammparenchym. Bei allen übrigen Exom-



Licht.

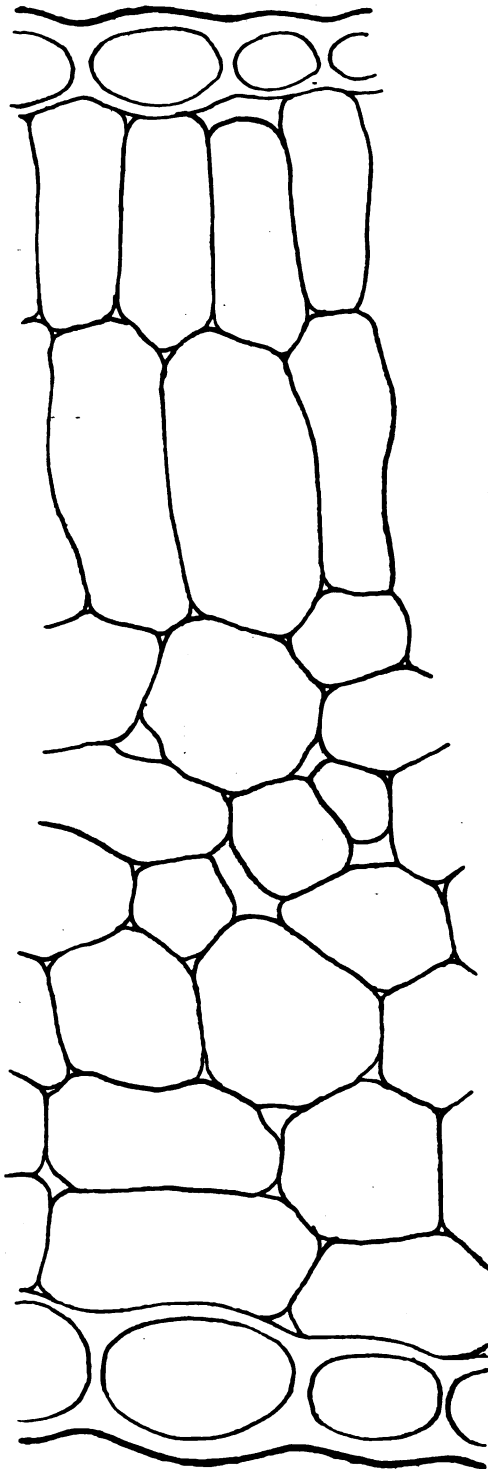
Schatten.

Minimum.

Fig. 37, 38, 39. 7. Etage, Kultur 1. VII. - 10. VIII.

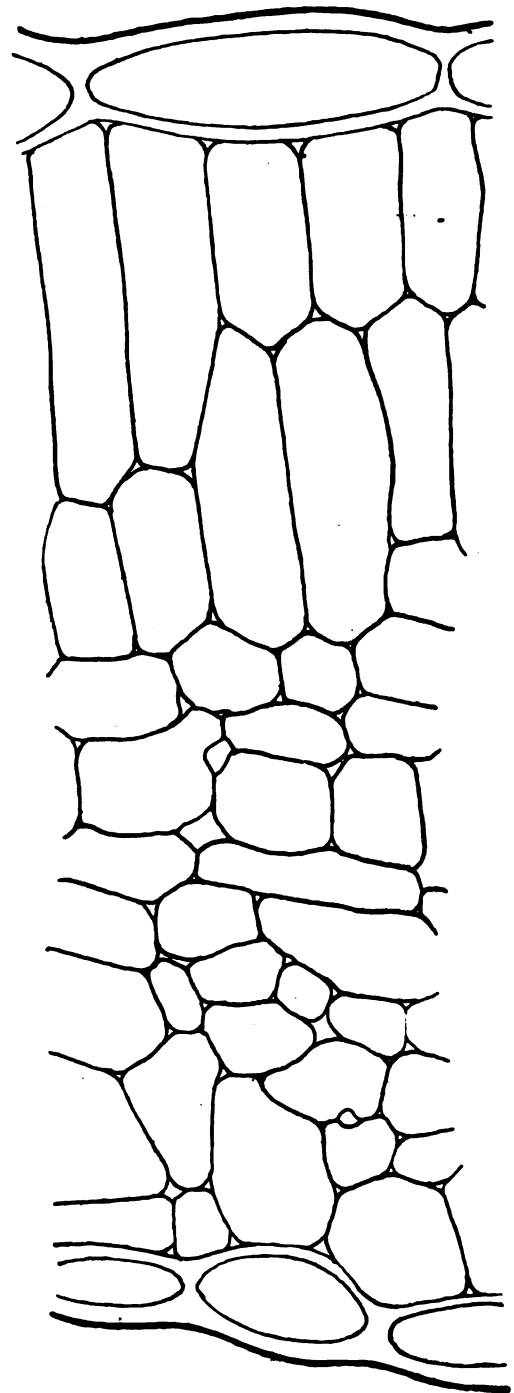
plaren der Melde ist die Struktur der Blätter der dritten Etage bei unseren Versuchen beinahe gleich. Die Blätter der unteren Zone des Meldestengels küssen die schwache Plastizität. Die Struktur der siebenten Etage der Melde (Fig. 34 - 39), unter recht verschiedenen Bedingungen kultiviert, weicht sehr wenig von der dritten ab, nur die Blätter sind zweimal weniger dick (das Blatt der dritten Etage wurde mit dem Objektiv 4 mm, das der siebenten 8 mm gezeichnet, das Okular in beiden Fällen Nr. 3). Folglich bleiben alle Blätter der Melde unter allen Umständen xeromorph. Ihre Plastizität ist bedeutend schwächer ausgeprägt als bei der Sonnenblume. Der succulent-xeromorphe Haupttypus der Struktur des Blattes der Melde bleibt in bedeutender Masse selbst im Herbst, wenn die Intensität der Faktoren, die die Transpiration erhöhen, unbedeutend war. Man muss voraussetzen, dass bei den Succulenten überhaupt die qualitativen Veränderungen ihrer Xeromorphie fast fehlen, die im Verlaufe ihrer ökologischen Evolutionen entstanden sind. Zum Beispiel das *Zygophyllum Fabago*, ein ausserordentlich ausgebildeter Succulent, mit dem wir ebenfalls Versuche ausführten, ist in Bezug des Beharrungsvermögens der Blattstruktur der Melde sehr ähnlich. Solch' eine Beständigkeit im Charakter des Zusammenschliessens und der Form der Blattzellen ist bei den Xeromorphen erblich und vom ökologischen Gesichtspunkte sehr interessant. Von den beobachteten Veränderungen im Bau der Blätter der Melde und Sonnenblume, in allen uns vorgelegenen Fällen, kann man vermutlich den Schluss ziehen, dass die Strukturveränderung des Blattes nicht radikale Anpassungen zum Ertragen der ungünstigen Umstände sind, die bisweilen die Pflanze überraschen. Dieses liegt in den physiologisch-chemischen Eigenschaften des lebenden Inhalts, die der Zelle Kraft gibt, die Lebensfähigkeit in gefährlichen Momenten zu erhalten. Ein klarer Beweis: die Dürre-Existenz. Vollziehen sich nicht diese Prozesse, die in der Zelle vor sich gehen: die Ursache der Xeromorphie nur infolge ihrer eigenartigen Richtung, sogar ausserhalb des Zusammenhanges mit dem Wasserregime? Der Mesophyt, grosse Plastizität besitzend, ist nicht dürreexistent. Die xeromorphe Struktur ist die spezielle Struktur für die äussersten Notwendigkeiten (JAPP). Die mesomorphe ist die Struktur des Organismus, welcher noch nicht seine ehemalige nasse Lebensweise vergessen hat; daran erinnert besonders das lockere Gewebe des Blattes bei Mesophyten, dem Parenchym der Wassergewächse (Hydrophyten) so sehr ähnlich. Am meisten Plastizität besitzen natürlich die Wasserpflanzen (7). Die vererbte xeromorphe Struktur kann man nur in seltenen Fällen durch sehr erniedrigte Spannung der klimatischen Faktoren vernichten, wie sie im ersten Frühjahr (und im Herbst?) an der Grenze der möglichen vegetativen Tätigkeit, besonders für den Xerophyt herrschen. Trotzdem ist die blosse Struktur für Widerstandsfähigkeit gegen dauernde Trockenheit nicht genügend, es muss eine besondere Stabilität des lebenden Inneren vorhanden sein.

Der Saflor wurde von uns als Repräsentant sklerenchymatischer Xerophyte untersucht. Die Blätter der dritten Etage besitzen selbst im ersten Frühjahr kompakten Bau (Fig. 40, 41, 42). Die Zwischenzellen sind klein, die Zellen fest zusammengeschlossen, die Auswüchse bei dem Schwammparenchym fehlen ganz. Überhaupt sind die Blätter des Saflors der dritten Etage aller von uns gezogenen Kulturen (wir führen blos die Termine der Aussaaten auf: März - Fig. 40, 41, 42, Juli - Fig. 43, 44, 45, September - Fig. 46, 37, 48) einander sehr ähnlich, der Unterschied liegt bloss in der Dicke der Blattfläche. Dasselbe lässt sich von den Blättern der siebenten Etage sagen (alle übrigen Zeichnungen). Scharfe Abweichungen im Bau sind weder in der dritten Etage, noch in den Grenzen der siebenten Etage selbst vorhanden. Folglich zeigt die Struktur des Saflors sowohl in der unteren als auch in der oberen Zone des Stengels denselben Charakter bei den verschiedensten Bedingungen. Die Beständigkeit dieser Struktur konnte durch keine Kombinationen der Faktoren, die sich bei den von uns kultivierten Pflanzen gestalten, gestört werden; aber sie waren recht verschieden. Das Frühjahr war kalt und es regnete fast täglich; Mitte Juli bis Mitte August war es heiss; es regnete bloss zwei mal, im ganzen 0,2 mm. Immer blieb die Zusammenschliessung der Blattzellen des Saflors kompakt, nirgends sind, die für die Zellen des lockeren Gewebes der Mesophyten so charakteristischen Vorsprünge vorhanden. Die Amplitude der Plastizität der Blattstruktur bei den verschiedenen biologischen Typen ist so verschieden, dass man im allgemeinen behaupten



40

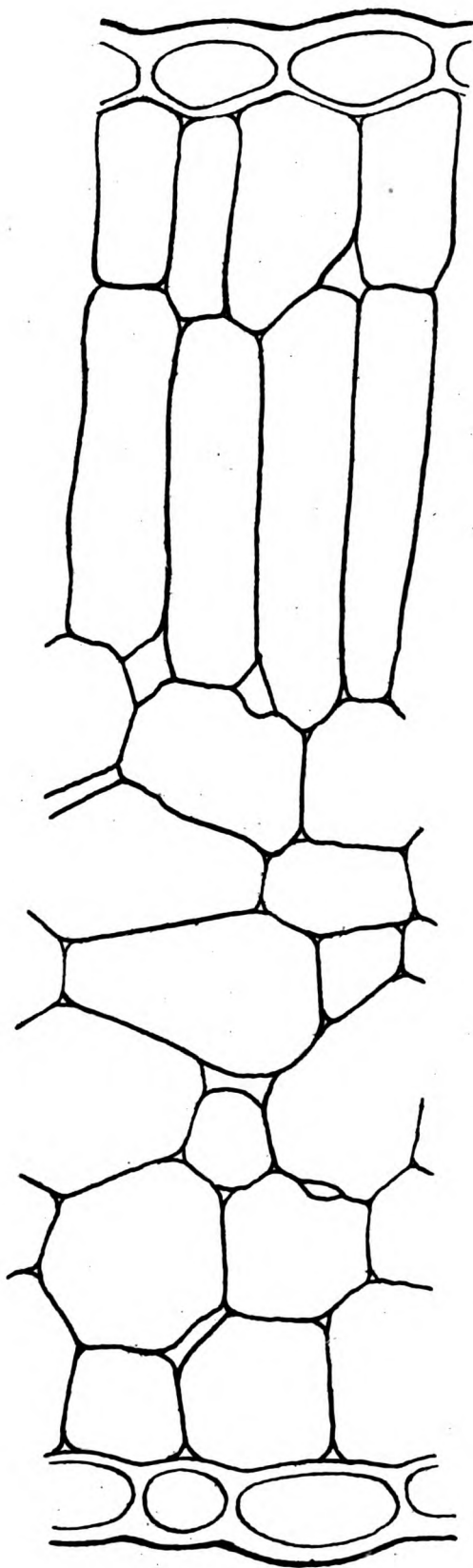
Licht.



41

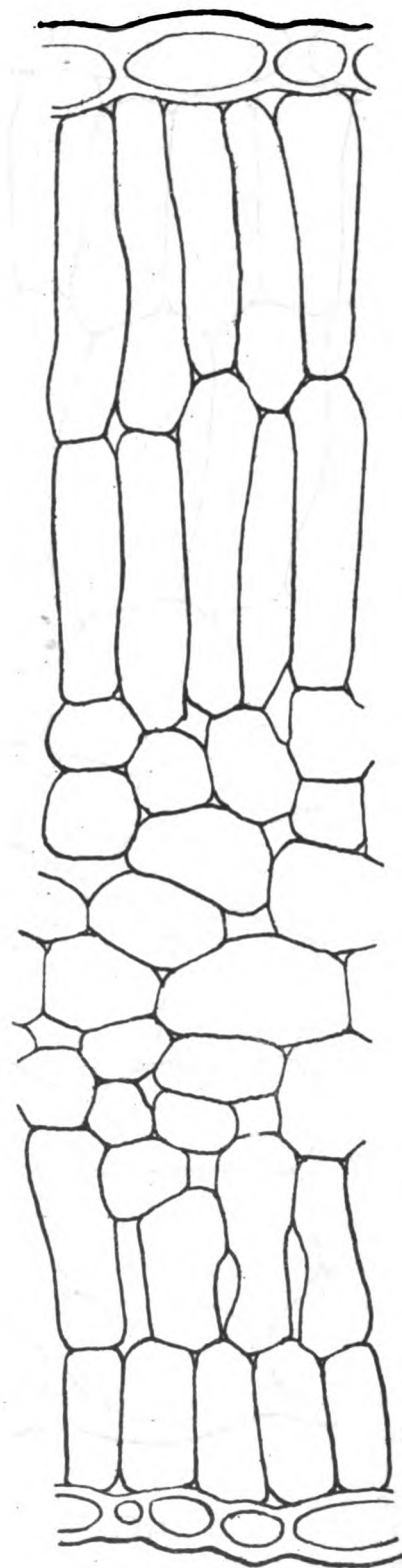
Schatten.

Fig. 40 und 41. Saflor, 3. Etage, Kultur 16.III. - 6 VI.



42

Minimum.



43

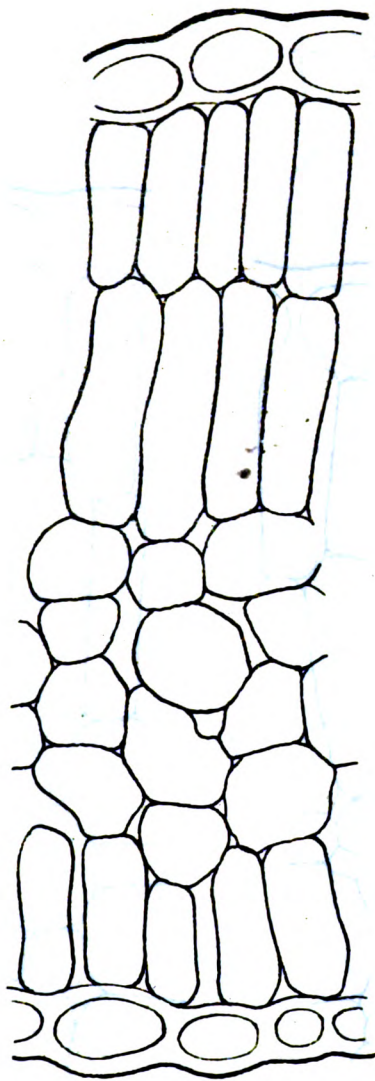
Licht.

Fig. 42. Saflor, 3. Etage, Kultur 16.III. - 8.VI.

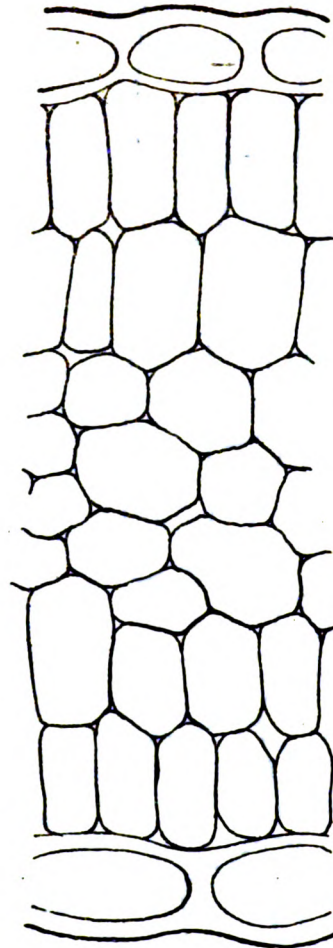
Fig. 43. Derselbe, Kultur 1.VII. - 16.VIII.

kann, dass die qualitativen und quantitativen Veränderungen der Struktur hauptsächlich den Blättern der Mesophyten eigen ist, dagegen bei den Xerophyten nur quantitative.

Summieren wir nun die Resultate des Hauptinhaltes unserer Arbeit. Um sich im Charakter und in der Grösse der Plastizität der Blattstruktur verschiedener biologischer Pflanzentypen zu orientieren, wurden ausgewählt: *Helianthus annuus*, Sonnen-



44



45

Schatten.

Minimum.

Fig. 44 und 45. Saflor, 3. Etage, Kultur 1.VII. - 16.VIII.

blume, Mesophyt; *Atriplex hortensis*, Melde - succulenter Xerophyt und *Carthamus tinctorius*, Saflor - sklerenchymer Xerophyt. Die Pflanzen wurden im Laufe des Sommers 1920 in die Vegetationsgefässe am 16. III, 15. V., 11. VII. und 1. IX. ausgesetzt.

Das Beschneiden der Pflanzen (beim Blütenanfang) wurde entsprechend ausgeführt: am 6. VI, 12. VII, 16. VIII. und 20. XI. Der Wassergehalt der Erde in den

Vegetationsgefäßen für jede Art betrug 60 % und 40 % der vollen Feuchtigkeits-Aufnahmefähigkeit (Wasserkapazität) des Bodens. Die Kulturen befanden sich auf dem Vegetationsplatze des physiologischen Laboratoriums des Botanischen Gartens in Tiflis. Ein Teil der Kulturen mit 60 % Feuchtigkeits-Gehalt der Erde (belichtete optimale), der andere mit 60 % (schattige) unter leichtem Schutzdach aus weissem Maderpolan. Auf diese Weise erzielte man drei Abstufungen der Kulturbedingungen: be-

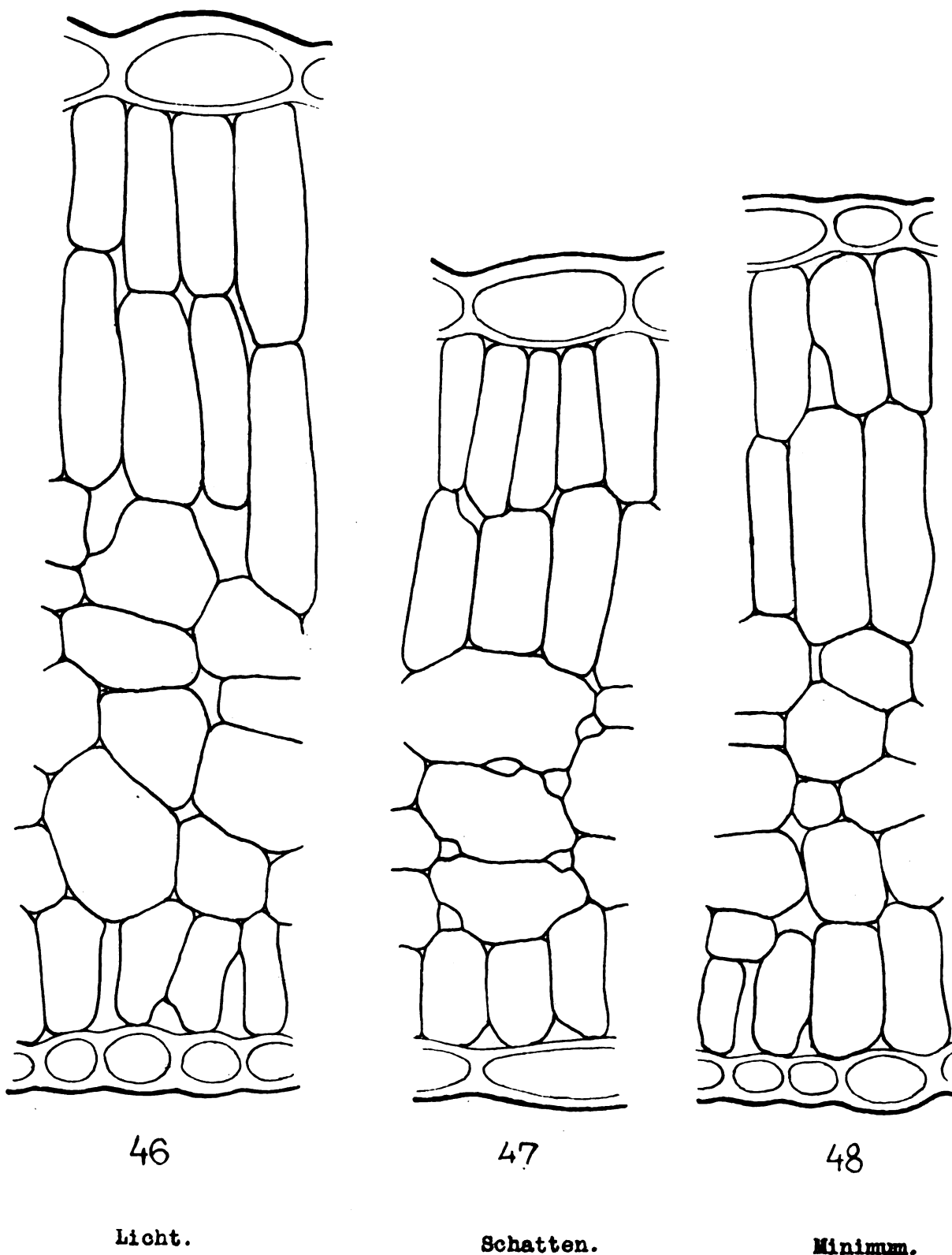
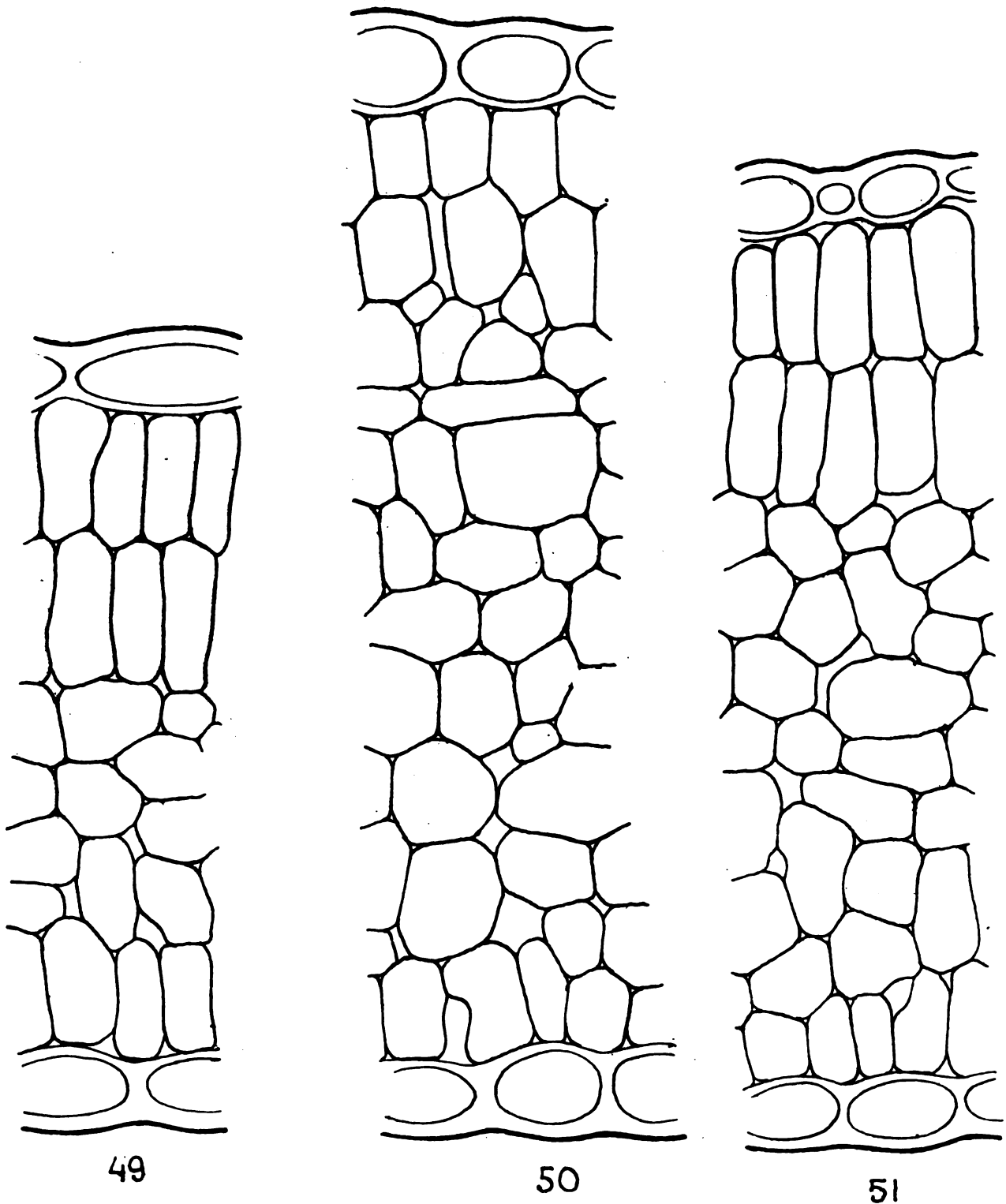


Fig. 46, 47 und 48. Saflor, 3. Etage, Kultur 1.IX. - 20.XI.

lichtete bei guter Wasserversorgung, belichtete bei erschwerter und schattige bei guter Wasserversorgung. Da die Kultur in verschiedenen Perioden des Sommers stattfand, so erlitten die Pflanzen die Wirkungen sehr verschiedenartiger Spannungen der Intensität und Kombinationen der sie umgebenden Faktoren.

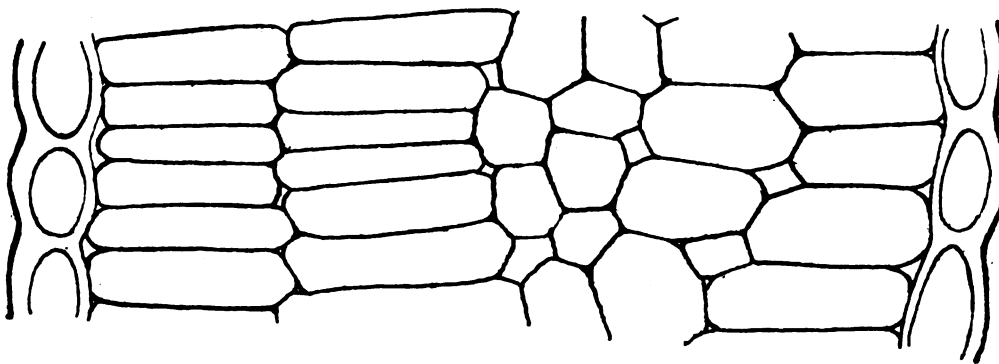


Licht.

Schatten.

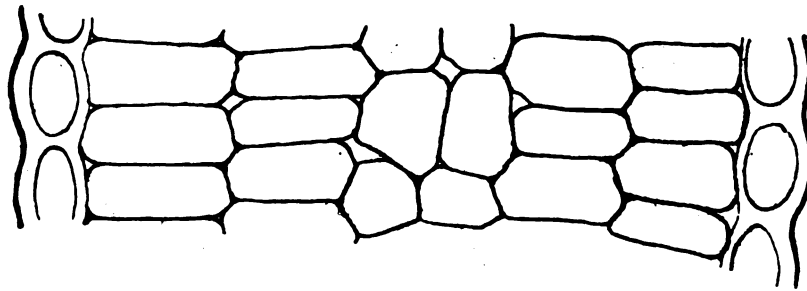
Minimum.

Fig. 49, 50 und 51. Safflor, 7. Etage, Kultur 16.III. - 6.VI



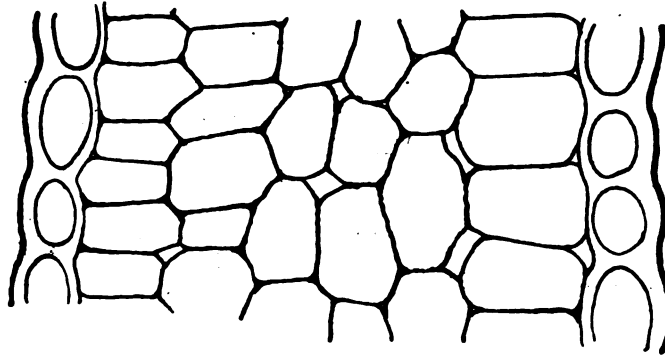
52

Licht.



53

Schatten.



54

Minimum.

Fig. 52, 53, 54. Saflor. 7. Stage, Kultur 1.VII. - 16.VIII.

Nach dem Beschneiden der Pflanzen wurde aus den Blättern der dritten (unteren Zone des Stengels) und siebenten (oberen Zone) Etage ein Stück für anatomische Untersuchungen genommen.

Diese Untersuchungen ergaben, dass der Mesophyt scharf ausgeprägte Plastizität eigen ist, nicht nur quantitativ, sondern in grösserem Masse qualitativ Charakters; aber die Blattstruktur der Xerophyten, besonders der Sklerenchymen, ist sehr inert. Bei ihnen entstehen hauptsächlich nur quantitative Veränderungen.

Bei guter Wasserauführung der Blätter während ihrer Entwicklung, was bei der unteren Zone des Stengels (bei unseren Versuchen die dritte Etage) der Fall ist, entsteht die Veränderung selbst der mesophyten Struktur weder unter den rauen Bedingungen in der Natur, noch an der Grenze des Maximums und Minimums des Wuchses. Nur wenn sich zu den äusseren Faktoren die Wirkungen der inneren Korrelative vereinigen, z. B. die ableitenden Ströme, hervorgerufen durch die Lebenstätigkeit der schon entwickelten Blätter, die sich bei dem Vorhandensein rauer Bedingungen in der äusseren Umgebung von neuem entfalten, so können sie bei schwachen Spannungen klimatischer Faktoren die ihnen eigene mesophyte Struktur in xerophyte ändern, wie man dieses auch an den Blättern der oberen Zone des Stengels bei dem Mesophyt (siebente Etage der Sonnenblume) beobachtet. Besonders xeromorph wird das Blatt, wenn seine Wasserversorgung die Regelmässigkeit verliert. Infolge der grossen Inertie geht die Struktur der Xerophyten (besonders der Sklerenchymen) selten aus der xeromorphen in die mesomorphe Form über, ausser bei succulenten Formen im ersten Frühjahr. Die Dürre-Existenz ist nicht eine Eigenschaft, die mit dem anatomischen Bau des Blattes in Verbindung steht, aber ein Attribut der physisch-chemischen Prozesse (im lebenden Inhalt der Zelle), welche sowohl Dürre-Existenz, als auch Xeromorphie mit sich ziehen, dauerhaft erblich befestigt.

Diese Arbeit wurde im Physiologischen Laboratorium des Botanischen Gartens im Juli 1923 ausgeführt.

LITERATUR.

- (1) BONNIER, Recherches expérimentales sur l'adaption des plantes au climate alpine. Ann. des sciences naturelles. 1894. t. XX. - (2) DUFOUR, Influence de la lumière sur la forme et la structure de feuilles. 1887. Paris. - (3) CHERMEZON, Sur les plantes littorales. Ann. des sciences naturelles. 1910. t. XII. - (4) JAPP, Spiraea Ulmaria L. and its Bearig on the problem of xeromorphy in march plant. Ann. of. botany. 1912. V. XXVI. - (5) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie 1904, Leipzig. - (6) ALEXANDROW, Photosynthese verschiedener Blätter an dem Stengel ein und derselben Pflanze. Scientific papers of the applied sections of the Tiflis Botanical Garden. 1924. Part. III (russ.). - (7) GOEBEL, Pflanzenbiologische Schilderungen. 1891. t. II. Marburg. - (8) DELF, The meaning of xerophily Journ. of Ecology. 1915. vol. 3, Nr. 2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Alexandrow W.G.

Artikel/Article: [Ueber Plastizität der Blattstruktur krautartiger Pflanzen 203-225](#)