

bügels in kürzeren Zeitabständen) können auch sehr schnelle und kurzfristige Änderungen des CO_2 -Gaswechsels bei Pflanzen quantitativ erfaßt werden.

5. Der URAS kann für Assimilations- und Atmungsmessungen sowohl an Landpflanzen als auch an submersen Wasserpflanzen verwendet werden. Seine hohe Empfindlichkeit gestattet es, diese Stoffwechselvorgänge auch an geringen Versuchsmaterialmengen zu untersuchen.

6. Die Temperatur des Raumes, in welchem der URAS aufgestellt ist, beeinflusst nicht die Meßgenauigkeit des Gerätes; temperaturkonstante Räume sind daher nicht erforderlich.

7. Die Stromversorgung der gesamten Apparatur erfolgt aus dem Lichtnetz. Ein vorgeschalteter Spannungsgleichhalter kann Schwankungen der Netzspannung bis zu $\pm 15\%$ ausgleichen. Bei Spannungsschwankungen unterhalb $\pm 5\%$ ist eine solche Maßnahme nicht erforderlich. Die zum Betrieb der einzelnen Bauelemente erforderlichen verschiedenen Wechsel- und Gleichspannungen

werden im Innern des Gerätes erzeugt und erfordern keinerlei Kontrolle. Der URAS ist bereits kurze Zeit nach dem Einschalten (nach etwa 5 Min.) meßbereit.

Wenn auch der Aufbau des URAS recht kompliziert erscheint, so ist dessen Verwendung zu Assimilations- und Atmungsmessungen an Pflanzen doch sehr einfach. Selbst bei tagelangem und oft sogar wochenlangem ununterbrochenen Betrieb der Apparatur traten keinerlei Störungen auf. Bei der Überprüfung der Nullpunkts- und Empfindlichkeitseinstellung, die bei empfindlichen Messungen zweckmäßigerweise täglich einmal durchgeführt wird, kann jede Störung des Geräts sofort erkannt und nach der vom Hersteller mitgelieferten Bedienungsanweisung leicht behoben werden.

Es ist uns eine angenehme Pflicht, sowohl Hrn. Prof. Dr. Seybold, Heidelberg, als auch der Direktion der Badischen Anilin- & Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh., auch an dieser Stelle für die Unterstützung dieser Arbeit besonders zu danken.

Weitere Beobachtungen zur Bildung des Spaltöffnungsmusters in der Blattepidermis Zur Frage der Gruppenbildung

VON HERTA SAGROMSKY

Aus dem Botanischen Institut der Universität Tübingen

(Z. Naturforsch. 4b, 360—367 [1949]; eingegangen am 20. September 1949)

In Fortsetzung der früheren Arbeit¹ über das Zustandekommen des Spaltöffnungsmusters in der Blattepidermis wurden weitere Fälle untersucht, die Spaltöffnungsgruppenbildung zeigen. Bei *Sedum rotundifolium* und *Sedum Kamschatikum* wurde gefunden, daß hier primär ein Muster gerbstoffhaltiger Zellen gebildet wird. Die Anlage dieses Musters beginnt an der Blattspitze und schreitet zur Basis vor ohne zunächst erkennbare Gesetzmäßigkeit. Noch ehe das Muster der gerbstoffhaltigen Zellen völlig ausgebildet ist, beginnt die Entwicklung der Spaltöffnungen, und zwar nur an den Stellen, die gerbstofffrei sind. Das Spaltöffnungsmuster wird so auf bestimmte gerbstofffrei gebliebene Gebiete beschränkt, so daß in der Gesamtepidermis die Spaltöffnungen in diesen Gebieten gehäuft erscheinen. Bei *Sedum reflexum* dagegen findet zuerst die Herausbildung des Spaltöffnungsmusters statt, und dann erst wird Gerbstoff in den Vakuolen einzelner Epidermiszellen nachweisbar. Hier kann also das Gerbstoffmuster die Spaltöffnungsdifferenzierung nicht beeinflussen. Die Spaltöffnungen erscheinen hier gleichmäßig über die gesamte Epidermis verteilt, wie bei den meisten dikotylen Pflanzen, und nicht in Gruppen. — Zuweilen trat in gerbstoffhaltigen Zellen Anthocyan auf, so daß in jüngeren Epidermisstücken von *Sedum Kamschatikum* Spaltöffnungen nur in anthocyanfreien Höfen lagen. Das Zustandekommen des Gerbstoffmusters wird weiter untersucht.

Das normale Muster der Spaltöffnungsverteilung beim Dikotylenblatt zeigt in der Regel einen gewissen Mindestabstand benachbarter Spaltöffnungen. In der Arbeit Bünning und Sa-

gromsky¹ wurde versucht, für die Ausbildung dieser Anordnung eine Erklärung zu geben. Wir

¹ E. Bünning u. H. Sagromsky, Z. Naturforsch. 3b, 203 [1948].

trugen dort auch eine Deutung der Verhältnisse bei *Begonia* vor, bei der die Spaltöffnungen anders angeordnet sind, nämlich in Gruppen beisammen liegen. Die Frage der Gruppenbildung sollte nun an weiteren Objekten untersucht werden. Als besonders geeignet hierzu erwiesen sich verschiedene *Sedum*-arten: *Sedum rotundifolium*, *Sedum Kamschatikum* und *Sedum reflexum*.

Bei *Sedum rotundifolium* (Abb. 1) findet man ähnlich wie bei *Begonia* Spaltöffnungshaufen mit je 2–4 Spaltöffnungen. Sie sind unregelmäßiger angeordnet als bei *Begonia* und liegen nicht wie

webe getrennt werden. Normalerweise konnte das mit der Rasierklinge ohne besondere Hilfsmittel geschehen. Bei Blättern, die jedoch kürzer als 1 mm waren, wurden die Schnitte unter einem Grenough-

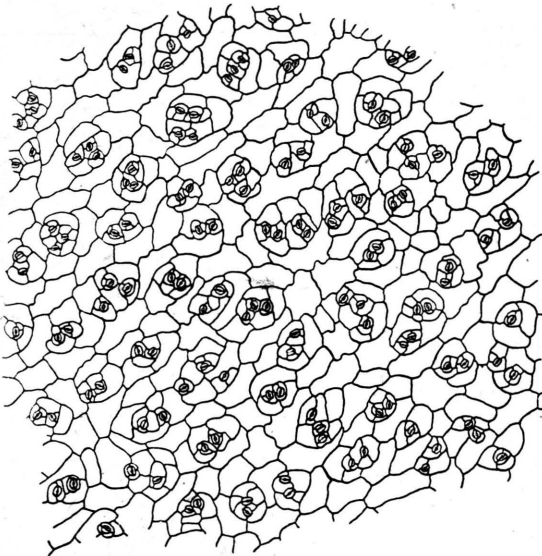


Abb. 1. Spaltöffnungsgruppen im Blatt von *Sedum rotundifolium*.

dort über einem großen Interzellularraum. Da wir aber dem Interzellularraum eine wesentliche Bedeutung für die Entstehung der Spaltöffnungsgruppen zugemessen haben, mußte bei *Sedum* nach einer anderen Erklärung für die Herausbildung dieses ähnlichen Musters gesucht werden. Ich hoffte durch ein eingehendes Studium der Entwicklung der spaltöffnungsreichen Bezirke den Ursachen für ihre Differenzierung näher zu kommen.

Es wurden Epidermisstücke verschieden alter Blätter herauspräpariert, genau mikroskopisch untersucht und ihre Struktur mit dem Abbeschen Zeichenapparat gezeichnet. Bei älteren Blättern war die Herstellung der Präparate sehr einfach, hier wurde die Epidermis abgezogen. An jüngeren jedoch war das nicht möglich. Bei ihnen mußte die Epidermis durch einen Flächenschnitt von dem darunterliegenden Ge-

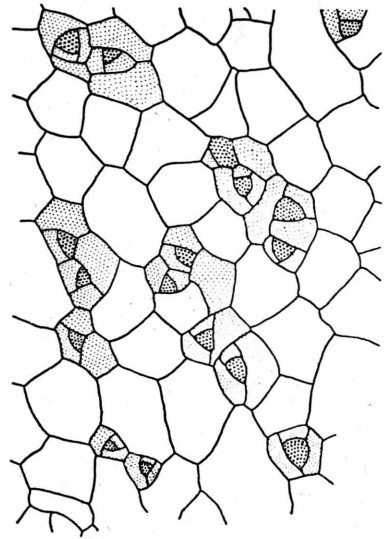


Abb. 2 a

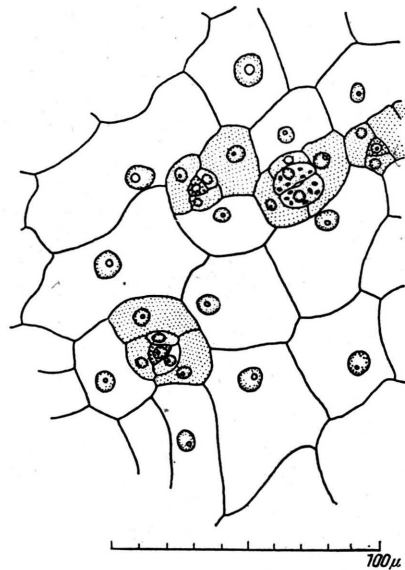


Abb. 2 b

Abb. 2. Epidermis eines jüngeren Blattes von *Sedum rotundifolium*. In dunkel erscheinenden Zellbereichen: a) gleich weit entwickelte Spaltöffnungsinitialen, b) Spaltöffnungen verschiedener Altersstadien.

schen Präpariermikroskop ausgeführt. Eine weitere Schwierigkeit lag in der geringen Haltbarkeit der Schnitte der jüngsten Blätter. Schon etwa nach 1 Stde. verquoll der Zellinhalt und veränderte die ursprüngliche Struktur. Solche Schnitte wurden daher rasch gezeichnet.

Die Auswertung dieser Untersuchungen ergab nun folgendes Bild der Entstehung des Spaltöffnungsmusters. In jüngeren Blättern, in denen erst wenige Spaltöffnungen fertig entwickelt sind, findet man die Zellen in der Nachbarschaft von Spaltöffnungsinitialen anders gefärbt als die übrigen. Sie erscheinen dunkler. Spaltöffnungsinitialen liegen nur in dunkleren Bereichen (Abb. 2a und b). In diesen Gebieten werden zuerst in gewisser Entfernung voneinander Spaltöffnungsinitialen angelegt, dazwischen aber können später weitere eingeschoben werden. Dies geht aus der Tatsache hervor, daß man in den dunklen Zonen Spaltöffnungen verschiedener Entwicklungsstadien

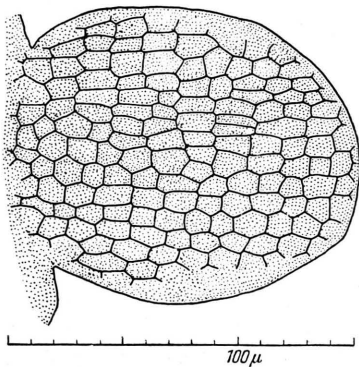


Abb. 3. Epidermis eines 0,15 mm langen Blattes von *Sedum rotundifolium*. Alle Zellen erscheinen dunkel.

findet. Um die Bedeutung dieser dunkel erscheinenden Zellkomplexe zu erkennen, mußte geprüft werden, was primär gebildet wird, die Spaltöffnungsanlage oder das dunkle Feld. Es sollte entschieden werden, ob die unterschiedliche Färbung der Epidermiszellen durch die Spaltöffnungsinitialen bedingt wird, evtl. durch von ihnen ausgehende Stoffe, oder ob das Muster von hell und dunkel gefärbten Stellen schon vorher da ist und damit der Platz für die Spaltöffnungsbildung in den dunkel erscheinenden Zellgruppen in gewissem Grade schon vorher festgelegt ist.

Zur Klärung dieser Frage wurde die Epidermis ganz junger Blätter untersucht. Abb. 3 läßt erkennen, daß man in einem 0,15 mm langen Blatt keine Farbunterschiede der Epidermiszellen findet. In diesem Stadium erscheinen alle Zellen dunkel. Die Epidermis eines etwas älteren Blattes (Abb. 4) zeigt den Beginn der Differenzierung in helle und dunkle Zellen. An der Blattspitze finden sich schon einige helle Zellen, dann in einiger Entfernung, mitten im großen dunklen Bereich zer-

streut, weitere. Demnach beginnt die Differenzierung wahrscheinlich an der Blattspitze und schreitet zur Basis vor, und zwar nicht in Form eines kontinuierlichen Bandes von einer Stelle aus; vielmehr werden nacheinander von der Spitze zur Basis fortschreitend mitten im dunklen Gewebe einzelne Zellen hell, ohne daß ein Zusammenhang zwischen diesen zu erkennen wäre. Die

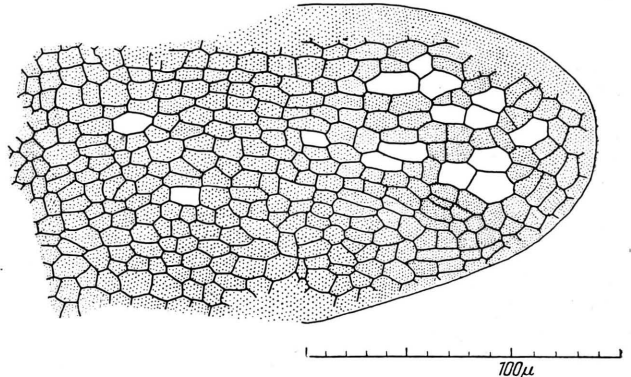


Abb. 4. Epidermis eines 0,3 mm langen Blattes von *Sedum rotundifolium*. Beginn der Ausbildung hell aussehender Zellen.

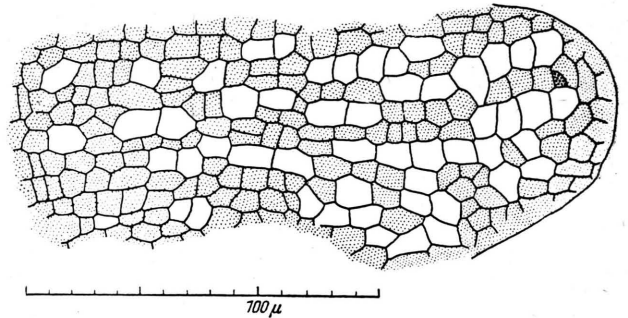


Abb. 5. Epidermis eines älteren Blattes von *Sedum rotundifolium*. Weitere Differenzierung in helle und dunkle Zellen.

hellen Zellen sind also nicht Abkömmlinge einer einzigen Initialen, sondern ein noch unbekannter Faktor ruft an verschiedenen Stellen das Hellwerden von Zellen hervor. Auch wenn die ganze Epidermis schon mit einem weitmaschigen Muster von hellen Zellen überzogen ist, können dazwischen noch weitere Zellen hell werden, deren Abkömmlinge allerdings auch hell sind. So erklärt sich das Muster in der Epidermis eines älteren Blattes (Abb. 5). Die hellen Zellen liegen am häufigsten an der Blattspitze, und es besteht fast ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen den hellen Zellen bis zur Basis. — Noch charakteristi-

scher ist die Anordnung der beiden Zellarten an älteren Blättern (Abb. 6). In diesem Alter ist die ganze Spitze außer wenigen Bereichen, in denen auch schon Spaltöffnungsinitialen liegen, hell. Nach der Basis zu erscheinen abwechselnd helle und dunkle Zellzüge. Die dunklen enthalten hin und wieder Spaltöffnungsinitialen. An der Blattbasis, in den jüngsten Blattbezirken, sind helle

len Zellen größer. In den dunklen Zellreihen, und zwar nur in den älteren Teilen, erscheinen die ersten Spaltöffnungsinitialen.

Bisher noch ungeklärt ist die Entstehung des Streifenmusters von hellen und dunklen Zellen. Entsteht es autonom in der Epidermis, oder ist es durch die darunterliegenden Zellschichten bestimmt? Es kommt vor, daß eine Zelle durch eine

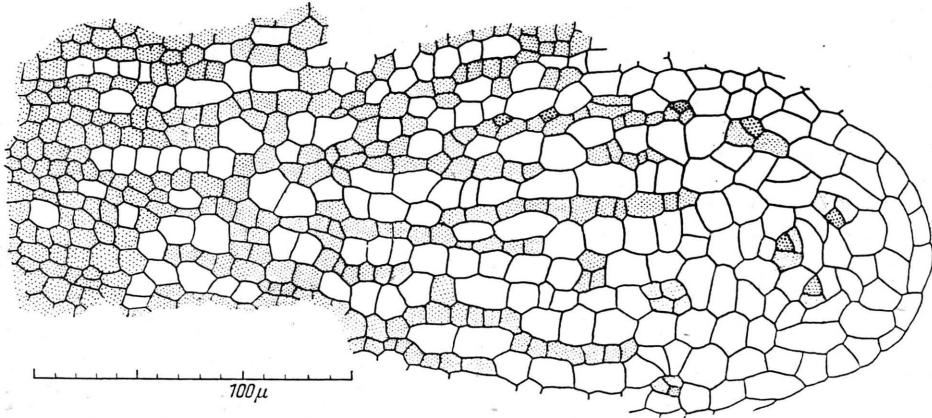


Abb. 6. Epidermis eines 0,45 mm langen Blattes von *Sedum rotundifolium*. Auftreten von Spaltöffnungsinitialen nur in dunkel erscheinenden Bereichen.

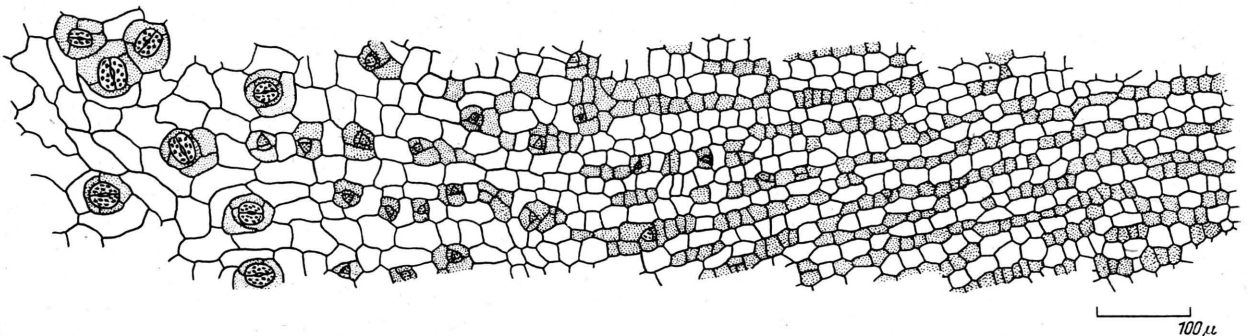


Abb. 7. Epidermis eines 1,1 mm langen Blattes von *Sedum rotundifolium*. Fortgeschrittene Entwicklung des Musters von hellen und dunklen Zellen. Nach der Blattspitze zu nur noch einzelne dunkle Felder mit Spaltöffnungsinitialen oder Spaltöffnungen. An der Blattbasis streifenförmig abwechselnd helle und dunkle Zellreihen, von denen die älteren Teile der dunklen Zellreihen schon Spaltöffnungsinitialen haben.

Zellen nur vereinzelt. — Je älter ein Blatt wird, um so zahlreicher werden die hellen Zellen, so daß nur relativ wenig dunkle Stellen übrig bleiben, in denen die Bildung der Spaltöffnungen möglich ist. Diese Verhältnisse zeigt besonders gut Abb. 7, das die Epidermis eines 1,1 mm langen Blattes wiedergibt. Im oberen Drittel liegen nur einzelne dunkle Zellkomplexe. In diesen findet man Spaltöffnungsinitialen oder schon völlig ausgebildete Spaltöffnungen. Nach der Blattbasis zu, in den jüngeren Teilen, wird die Zahl der dunk-

auf sie senkrecht stoßende Wand beeinflußt wird. Huber² findet im Transfusionsgewebe der Kiefernnadel, daß die Parenchymplatten der Mitte der Endodermis aufsitzen, die Tracheidenplatten den Radialwänden. Nach Bünning³ entstehen bei manchen Wurzeln die Haare nur aus Zellen, an die eine antikline Wand der darunterliegenden Zellschicht grenzt. Ferner erfolgt bei *Dictyota* die Tetrasporenbildung vornehmlich aus Zellen, die

² B. Huber, *Planta* **35**, 331 [1947].

³ E. Bünning, unveröff.

über einer Wand der relativ großen mittleren Zellschicht liegen. Um den eventuellen Einfluß der subepidermalen Zellbezirke auf die Musterbildung in der Epidermis zu untersuchen, wurden in Abb. 8 in glatt ausgezogenen Strichen die Epidermiszellen eines relativ jungen Blattstückes

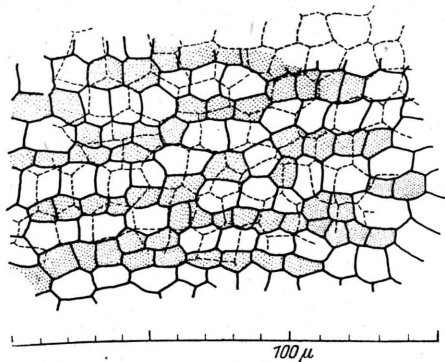


Abb. 8. Glatt ausgezogen: Epidermis mit hellen und dunklen Bereichen; punktiert: subepidermale Zellschicht. Das Muster in der Epidermis läßt keine Beziehung zu den darunterliegenden Zellen erkennen.

Epidermis und subepidermaler Zellschicht liegen keine Interzellularen, während das übrige Mesophyll schon z. Tl. recht große Lufträume besitzt. Auch bei ganz jungen Blättern (Abb. 10), bei

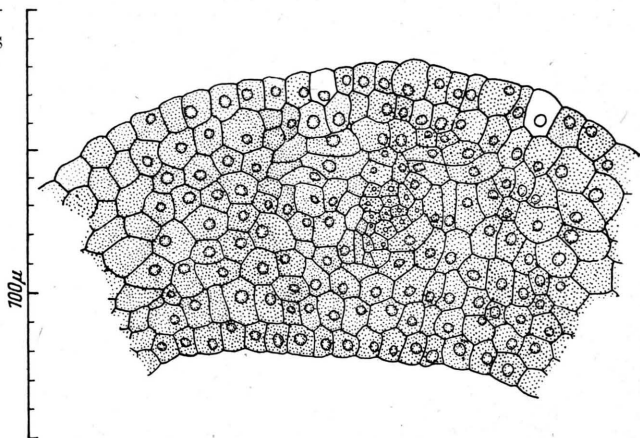


Abb. 10. Blattquerschnitt eines noch jüngeren Blattes von *Sedum rotundifolium*. Keine Beziehung der vereinzelt hellen Zellen zu kleinen Interzellularen im Blattinneren oder zur Gefäßbündelanlage.

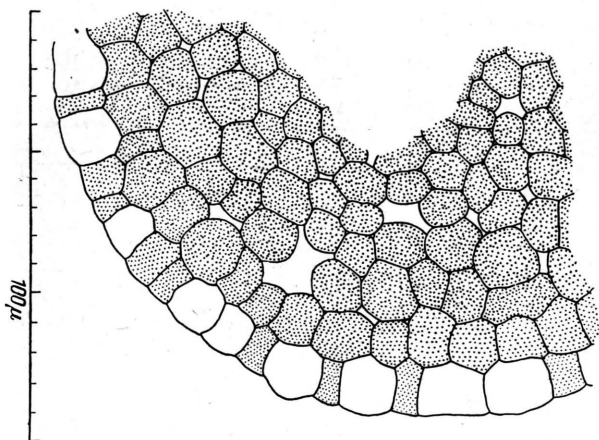


Abb. 9. Teil eines Blattquerschnittes von einem jüngeren Blatt von *Sedum rotundifolium*. Nur helle Zellen in der Epidermis. Interzellularen nie zwischen Epidermis und subepidermaler Zellschicht.

mit den hell und dunkel erscheinenden Gebieten und darunter punktiert die subepidermalen Zellen gezeichnet. Man findet keine Beziehung der Subepidermis zum Muster. Weiter könnte man in Analogie zu *Begonia* an eine Beeinflussung des Musters durch unter der Epidermis liegende Interzellularräume denken. Zur Prüfung dieser Möglichkeit wurden Blattquerschnitte untersucht (Abb. 9). Die Differenzierung in helle und dunkle Zellen ist auf die Epidermis beschränkt. Zwischen

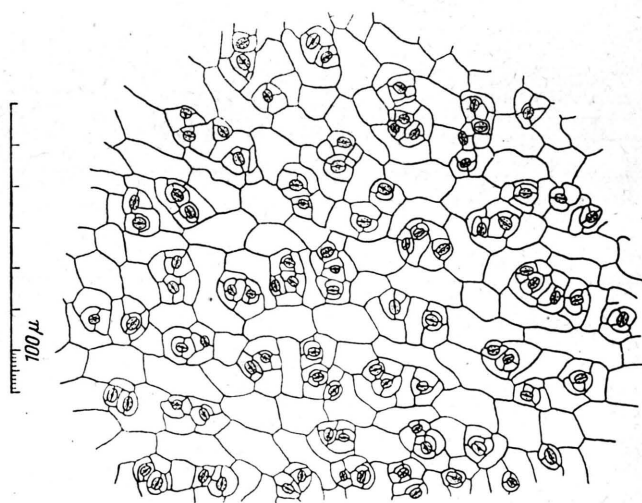


Abb. 11. Spaltöffnungsmuster von *Sedum Kamschatikum*.

denen erst vereinzelt helle Stellen in der Epidermis auftreten, sieht man im Querschnitt keinen Zusammenhang zwischen diesen und den übrigen Zellen, auch nicht mit der ziemlich weit entfernten Gefäßbündelanlage. Allem nach scheint sich also das Muster in der Epidermis ziemlich unabhängig von den darunterliegenden Schichten zu entwickeln.

Bei einer anderen Sedumart, *Sedum Kamschatikum*, liegen die Verhältnisse genau so. Auch dort

findet man in der Epidermis alter Blätter Spaltöffnungsgruppen (Abb. 11). In etwas jüngeren treten wie bei *Sedum rotundifolium* Spaltöffnungsinitialen nur in Gebieten mit dunklen Zellen auf, und in ganz jungen Teilen liegt ein Streifenmuster von hellen und dunklen Reihen.

Nun galt es die Ursache für das Hellwerden zu finden. Eine genaue mikroskopische Untersuchung beider Zelltypen (Abb. 12) ergab folgende Eigenschaften: Beide haben große Vakuolen. In den

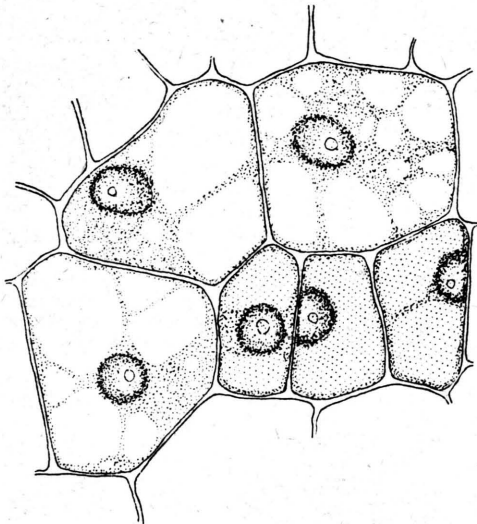


Abb. 12. Anatomisches Bild der hellen und dunklen Zellen, kein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Zellsorten.

dunklen ist die Plasmabewegung intensiver. Der Inhalt der hellen ist leichter quellbar. Bei in Wasser liegenden Schnitten sind die hellen Zellen nach 3—4 Stdn. so stark gequollen, daß sie die dunklen fast zerdrückt haben.

Die Suche nach weiteren physikalischen und chemischen Verschiedenheiten zwischen beiden Zellsorten ergab, daß sämtliche hellen Zellen Gerbstoff in ihren Vakuolen enthalten und dadurch anders erscheinen. In den dunklen lassen sich keine Gerbstoffe nachweisen. Mit verschiedenen Reagenzien auf Gerbstoffe, mit Eisen- und Kupfersalzen, mit Jodlösung, Coffeinelösung sowie mit einer Lösung von Kaliumbichromat, konnte dasselbe Muster, wie es die Verteilung heller und dunkler Zellen natürlich darbietet, künstlich erhalten werden. Sehr junge Blätter, die unbehandelt ganz dunkel erscheinen, liefern keine Gerbstoffreaktion. Erst von einem gewissen Alter an

erfolgt das Auftreten von Gerbstoff in den Vakuolen, beginnend in der Blattspitze, dann aber auch in Zellen, die näher zur Basis liegen. So wird die Zahl der gerbstoffhaltigen Zellen mit zunehmendem Alter der Blätter größer. In einem gewissen Stadium liegen fast streifenförmig gerbstofffreie Zellreihen neben gerbstoffhaltigen. Bei weiterem Altern werden von den dunklen gerbstofffreien Zellen immer mehr gerbstoffhaltig und somit hell. Aus dem streifenförmigen Muster entwickelt sich eine Verteilung, bei der in einem großen Gebiet gerbstoffhaltiger heller Zellen einzelne gerbstofffreie Zonen liegen, in denen die Spaltöffnungsinitialen entstehen. Demnach sind nur die Zellen

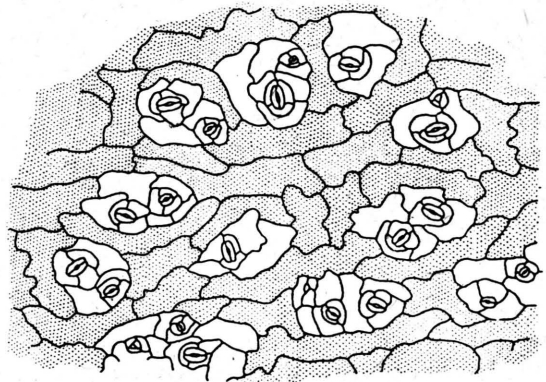


Abb. 13. Anthocyan- und Gerbstoffverteilung in der Epidermis eines älteren Blattes von *Sedum Kamschatikum*. Höfe um die Spaltöffnungen anthocyan- und gerbstofffrei, diese hell gezeichnet.

zur Spaltöffnungsbildung fähig, in denen sich kein Gerbstoff nachweisen läßt. Wenn die Blätter völlig ausgewachsen sind, werden auch die Höfe um die Spaltöffnungen gerbstoffhaltig, so daß jetzt alle normalen Epidermiszellen Gerbstoff in den Vakuolen aufweisen. Der Gerbstoff aber bleibt nicht immer in den Vakuolen der Epidermiszellen. Bei sehr alten Blättern verschwindet er oft, und zwar zuerst da, wo er zu Anfang aufgetreten ist, so daß er am längsten in den Zellen bleibt, die die Spaltöffnungen umgeben. Jetzt zeigt sich gerade das umgekehrte Muster der Gerbstoffverteilung in der Epidermis wie bei etwas jüngeren Blättern. Jetzt sind die Gebiete um die Spaltöffnungen gerbstoffhaltig und das übrige Gewebe gerbstofffrei.

In manchen Jahreszeiten wird bei unseren Objekten, vor allem bei *Sedum Kamschatikum*, Anthocyan gebildet, und zwar immer in den Zellen, in denen Gerbstoff zu finden ist. So kann man

bei jüngeren Blättern in einer stark anthocyanhaltigen Epidermis einen anthocyanfreien Hof um die Gerbstoffgruppen erkennen (Abb. 13), während umgekehrt in alten Blättern nur in den Zellen um die Spaltöffnungen Anthocyan zu beobachten ist (Abb. 14). Weber⁴ fand unter anderem bei *Reichsteineria lineata* Gruppen von Spaltöffnungen nur in hell- bis dunkelrot gefärbtem Feld auf sonst grün erscheinendem Sproß, oder umgekehrt bei *Reichsteineria Douglasii* nur Stomata in grünem Feld auf rotem Sproß. Es wäre interessant nachzuprüfen, ob auch hier die Spaltöffnungsverteilung von einem zuvor entstehenden Gerbstoffmuster, das nach außen durch Anthocyan gehalt sichtbar wird, abhängig ist, und ob

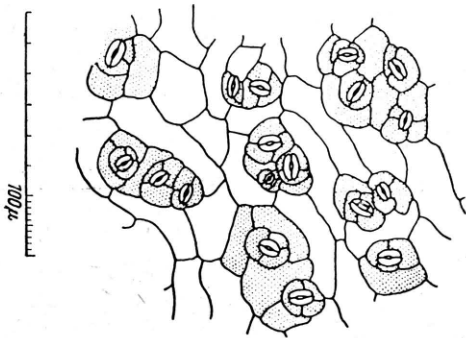


Abb. 14. Anthocyan- und Gerbstoffverteilung in der Epidermis eines älteren Blattes als das in Abb. 13. Höfe um die Spaltöffnungen anthocyan- und gerbstoffhaltig, dunkel gezeichnet.

diese Farbverteilung, ähnlich wie bei *Sedum Kamschatikum*, altersabhängig ist. — Über das gleichzeitige Auftreten von Gerbstoff und Anthocyan in einer Zelle finden sich in der Literatur mehrfach Hinweise. Karstens⁵ beobachtet an *Fagopyrum esculentum*, daß, obwohl diese beiden Stoffe sehr oft gemeinsam vorkommen, der Gerbstoff bei der Bildung von Anthocyan nicht beteiligt ist. Hier soll jedoch diese Frage nicht weiter erörtert werden.

Bei einer anderen Sedumart, *Sedum reflexum*, liegen die Spaltöffnungen nicht in Gruppen, sie sind vielmehr normal verteilt mit gewissen Abständen voneinander. Auch bei diesem Objekt läßt sich bei einigen Epidermiszellen Gerbstoff nachweisen, zuweilen auch Anthocyan (Abb. 15). Ver-

folgt man die Entwicklung, so zeigt sich, daß die Gerbstoffbildung in der Epidermis erst einsetzt, wenn das Spaltöffnungsmuster völlig fertig ist, wenn alle Initialen schon angelegt sind. Der Gerbstoff in der Vakuole beeinflusst also hier nicht die Spaltöffnungsdifferenzierung, sie ist beendet, ehe die Gerbstoffe zu finden sind. Wir sahen, daß bei *Sedum oppositifolia* und bei *Sedum Kamschatikum* zuerst das Gerbstoffmuster entsteht. Noch während dieser Bildungsvorgang ausklingt, be-

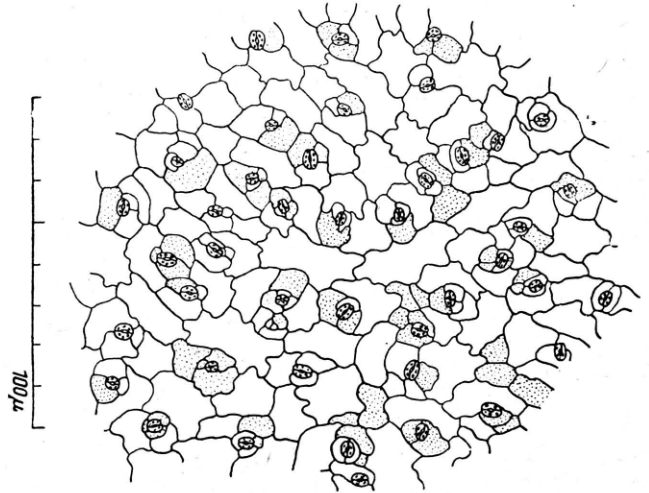


Abb. 15. Spaltöffnungsverteilung bei *Sedum reflexum*. Hier keine Gruppenbildung. Dunkel gezeichnete Zellen anthocyan- und gerbstoffhaltig.

ginnt an den gerbstofffrei gebliebenen Stellen die Anlage der Spaltöffnungsinitialen. Daneben werden jedoch laufend weitere Zellen gerbstoffhaltig, so daß die Zahl der zur Spaltöffnungsbildung verfügbaren gerbstofffreien Zellen stetig abnimmt. Wenn also, wie bei *Sedum rotundifolium* und *Sedum Kamschatikum*, zuerst das Gerbstoffmuster gebildet wird und dann die Spaltöffnungsdifferenzierung erfolgt, so liegen die Spaltöffnungen in Gruppen. Wenn dagegen umgekehrt die Spaltöffnungsentwicklung der primäre Vorgang ist, wie bei *Sedum reflexum*, ergibt sich eine normale Verteilung der Spaltöffnungen und keine Gruppenbildung.

Um welche Gerbstoffe es sich hierbei handelt, wird weiter untersucht.

⁴ H. Weber, S.-B. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 1949, 3.

⁵ W. K. H. Karstens, Recueil Trav. bot. néerl. 36, 87 [1939].

⁶ A. Engler, Bot. Ztg. 29, 886 [1871].

1871 fand Engler⁶ in der Epidermis der Blattunterseite von *Saxifraga Cymbalaria* gerbstoffhaltige Zellen, zwischen denen einzelne Spaltöffnungen liegen, genau so bei *Sedum spurius*. Die Entwicklung dieser Gerbstoffschläuche in ihrer Beziehung zur Ver-

teilung der Spaltöffnungen wurde nicht untersucht, so daß die Beobachtungen für die Erklärung des Spaltöffnungsmusters nicht herangezogen werden können.

Solange die Rolle der Gerbstoffe im Stoffwechsel ungeklärt bleibt, ist es schwierig, die Ursachen zu erkennen, die das Gerbstoffmuster hervorrufen. Einige Autoren sahen den Gerbstoff als Exkretionsprodukt oder als Nebenprodukt des Stoffwechsels an, nach anderen soll er am Baustoffwechsel der Zelle beteiligt sein. Es wird auch die Ansicht vertreten, daß er wichtig für die Erhaltung des chemisch-physikalischen Zustandes im Plasma ist. So ist nach Modellversuchen mit Tannin und Gelatine Hauser⁷ zu der Auffassung gelangt, der Gerbstoff sei in all den Zellen vorhanden, die rege Lebenstätigkeit zeigen. Er bringe das Plasma in eine aktive Form. Da er hier neutralisiert und an Eiweiß gebunden vorkommt, ist er durch die bisher üblichen Methoden nicht nachweisbar. Der Gerbstoff wird erst erkennbar, wenn er in die Vakuole übertritt und seine Hauptfunktion vorbei ist. Mit dieser Vorstellung wären auch die Beobachtungen von van Wisselingh⁸ vereinbar, wonach der Gerbstoffgehalt in den Vakuolen von *Spirogyra* zur Zeit der Zellteilung abnimmt. Van Wisselingh schließt daraus, daß Gerbstoff zur Zellwandbildung verbraucht wird. Nach Hauser aber könnte er in das Plasma wandern

⁷ W. Hauser, Protoplasma **24**, 219 [1935]; **26**, 413 [1936]; **27**, 125 [1937].

⁸ C. van Wisselingh, Beih. Bot. Zbl. **32**, 155 [1915].

und dort, an Eiweiß gebunden, das Plasma in eine aktive Form bringen. So wäre es auch möglich, daß in unserem Falle die dunklen Zellen nicht gerbstofffrei sind, sondern der Gerbstoff in einer nicht nachweisbaren Form auftritt. Eine Entscheidung darüber wäre noch verfrüht. Ausführliche Literaturangaben über die Bedeutung des Gerbstoffs im Pflanzenleben findet man bei van Wisselingh⁸ und Huber⁹, Angaben über die Rolle der Gerbstoffe bei der Virussympombildung bei Resüher¹⁰.

Die Beziehungen zwischen Gerbstoff und Musterbildung werden weiter untersucht.

In letzter Zeit hat Küster¹¹ unsere Auffassung, daß die Kerne in den Nachbarzellen der Spaltöffnungen von den Schließzellen chemotaktisch angezogen werden¹, angegriffen. Er vertritt die Ansicht, daß allein die Zellform entscheidend für die Lage des Zellkernes ist. Es mag dieses in vielen Fällen zutreffen. Für unsere Auffassung spricht aber die Tatsache, daß bei jungen Blättern (vgl. Anm. 1, Abb. 9 u. 10) die Kerne in Spaltöffnungsnähe liegen, obwohl hier die Form der Nebenzellen im Querschnitt noch fast völlig quadratisch ist, so daß keine ihrer Wände durch eine besondere Gestalt bevorzugt ist. Auch Weissenböck¹² wendet sich nach neueren Beobachtungen gegen die Ansicht von Küster.

⁹ H. Huber, Jb. wiss. Bot. **70**, 278 [1929].

¹⁰ B. Resüher, Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz **52**, 63 [1942].

¹¹ E. Küster, Ber. dtsch. bot. Ges. **62**, 1 [1949].

¹² K. Weissenböck, Phytion **1**, 282 [1949].

Eine bisher unbekannte Art der Lauterzeugung europäischer Orthopteren: Mandibellaut von *Calliptamus italicus* L.

VON ALBRECHT FABER*

Württ. Naturaliensammlung Stuttgart*

(Z. Naturforsch. **4b**, 367–369 [1949]; eingegangen am 31. Oktober 1949)

Bei *Calliptamus italicus* L. (Orth. Acrid.) wird Lautäußerung mit den Mandibeln nachgewiesen. Die an die Stridulation anderer Acrididen erinnernden gleichzeitig ausgeführten Hinterschenkelbewegungen sind nicht lauterzeugend. Die Beobachtungen werden im einzelnen durch Versuche bestätigt.

Vergleichend-tierpsychologisch läßt sich feststellen, daß die sechs verschiedenartigen Lautäußerungen für die verschiedenen biologischen Funktionen trotz der ganz anderen Entstehung nach denselben Gesetzmäßigkeiten modifiziert sind wie bei anderen Orthopteren, in gewissen Beziehungen den anderen Tierarten überhaupt; diese Gesetzmäßigkeiten sind ebensowohl im Sinn der Ausdruckskunde wie rein biologisch-ethologisch im Hinblick auf ihre Wirkung zu verstehen.

Die Heraufdifferenzierung von Tonapparat und Lautrezeptionsorgan scheint ein Grundcharakter innerhalb der Gruppe der *Orthoptera saltatoria* zu

* Außenstelle Tübingen, Biesingerstr. 8.

sein¹. Fast ausnahmslos ist bei den Arten dieser Gruppe irgendeine Form der Lautäußerung vorhan-

¹ Vgl. auch A. Faber, Z. wiss. Zool. (A) **149**, 10 [1936].