

mit einiger Sicherheit den Schluß zu, daß *Myxomonas Betae* nicht existiert. Es liegt somit vorläufig kein Grund vor, diesen angeblichen Organismus bei der wissenschaftlichen Behandlung der Rübenkrankheiten weiterhin zu berücksichtigen¹⁾.

II. Botanisches Laboratorium der Kaiserlichen Biologischen Anstalt.

22. G. Albrecht: Über die Perzeption der Lichtrichtung in den Laubblättern.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 21. Februar 1908.)

Angeregt durch die Abhandlung HABERLANDT's (1) habe ich mich mit der Frage der Wahrnehmung der Lichtrichtung in den Laubblättern beschäftigt und möchte im folgenden kurz darüber berichten. Ich stellte zunächst (Sommer 1906) eine Reihe von Versuchen an, bei denen Laubblätter mit verdunkeltem Stiel schräger Beleuchtung ausgesetzt wurden, entweder in einer heliotropischen Kammer oder am lebenden Strauch, also ähnlich wie sie HABERLANDT schon angestellt hatte. Ich konnte hier HABERLANDT's Versuchsergebnisse vollkommen bestätigen, daß nämlich auch bei verdunkeltem Stiel eine Einstellung in die neue fixe Lichtlage erfolgt, wenn die Oberseite der Blätter das Licht aufängt, dagegen nicht, wenn sie dem Licht entzogen ist, vorausgesetzt, daß die Versuchsblätter nicht zu alt sind. Sind also besondere Organe für die Perzeption der Lichtrichtung vorhanden, so muß man sie auf der Blattoberseite suchen. Bekanntlich nimmt HABERLANDT nun an, daß die Intensitätsunterschiede auf den Innenseiten der Epidermiszellen das Mittel seien, mittels dessen die Lichtrichtung wahrgenommen wird; daß eine Änderung dieser Intensitätsunterschiede Einstellungsbewegungen auslöst. Die verschiedenen Formen der Epidermiszellen sind nach ihm verschiedene

1) Auch das Studium der von Herrn BRZEZINSKI liebenswürdigerweise an meinen Kollegen Dr. PETERS gesandten Originalpräparate vermochte an diesem Ergebnis nichts zu ändern.

Grade der Anpassung an die Perzeptionstätigkeit derselben. So stellt er eine Reihe von Typen oder Entwicklungsstufen auf, deren unterste die Epidermiszellen mit nach außen ebener, nach innen vorgewölbter Wand vorstellen, während den Gipfel der Entwicklung diejenigen Epidermen bezeichnen, bei denen einzelne Zellen oder Zellgruppen durch ihren abweichenden Bau zur Hervorrufung solcher Intensitätsunterschiede besonders geeignet sind.

Ich habe nun einiges über die Verbreitung dieser Typen in der einheimischen Flora festzustellen versucht. Dabei hat sich herausgestellt, daß lokalisierte Lichtsinnesorgane und Epidermiszellen mit linsenförmigen Verdickungen sehr selten sind. Erstere fand ich an dem untersuchten Material überhaupt nicht, letztere nur bei *Viscum album* und der von HABERLANDT angeführten *Campanula persicifolia*. Papillöse Epidermis beobachtete ich bei *Saxifraga geum*, *Aquilegia vulgaris*, *Gingko biloba* und einem *Cestrum*. Bei *Viscum album* und *Saxifraga geum* zeigt aber die Epidermis der Unterseite dieselben Verhältnisse, bei *Aquilegia vulgaris* und *Gingko biloba* sind die Papillen auf der Unterseite sogar höher. Subpapillöse Epidermis fand sich bei *Populus tremula*, hier auch auf beiden Blattseiten, und bei *Acer*- und *Ribes*-Arten. Bei den übrigen untersuchten Blättern waren besondere Einrichtungen zur Perzeption der Lichtrichtung nicht zu sehen, obgleich sich darunter solche von ausgesprochenen Schattenpflanzen befinden und auch sonst immer nur Schattenblätter, die eine ausgeprägte fixe Lichtlage inne hatten, zur Untersuchung kamen. Es wurden Blätter folgender Pflanzen untersucht: *Ribes grossularia*, *R. rubrum*, *R. nigrum*, *R. floridum*, *R. petraeum*, *R. sanguineum*, *Robinia pseudacacia*, *Fagus silvatica*, *Frangula frangula*, *Sorbus torminalis*, *Sambucus nigra*, *Ulmus montana*, *Quercus pedunculata*, *Tilia intermedia*, *Betula alba*, *Circaea lutetiana*, *Impatiens parviflora*, *Epimedium alpinum*, *Chelidonium majus*, *Phyteuma spicatum*, *Stachys silvatica*, *St. palustris*, *Crataegus coccinea*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Spiraea opulifolia*, *Malva neglecta*, *Aconitum Napellus*, *Ranunculus aconitifolius*, *Convolvulus sepium*, *Potentilla silvestris*.

Weiterhin wurden dann Untersuchungen zur Lösung der Frage angestellt, ob zwischen Licht- und Schattenblättern derselben Pflanze Unterschiede bezüglich des Baus der oberseitigen Epidermiszellen bestehen. Wenn Papillen oder linsenförmige Gebilde den Blättern die Wahrnehmung der Lichtrichtung wesentlich erleichtern, so lag es nahe zu erwarten, daß diejenigen Blätter, z. B. eines Buchen- oder Eichenbaumes, welche in der Nähe des Stammes, d. h.

ständig im Schatten wachsen und darauf angewiesen sind, sich auf etwaige Lücken oder hellere Stellen im Laubdach einzustellen, eine Veränderung nach dieser Richtung hin aufweisen. Bei der Auswahl des Materials wurde sorgfältig darauf geachtet, daß die Schattenblätter auch solche waren, welche von Anfang an im Schatten gewachsen waren und eine deutliche fixe Lichtlage zeigten, während die Lichtblätter eine solche nicht eingenommen haben durften. Untersucht wurden folgende Pflanzen: *Fagus sylvatica*, *Prunus mahaleb*, *P. cerasifera*, *Pirus amygdaliformis*, *P. aria*, *Platanus orientalis*, *Betula humilis*, *B. pubescens*, *Populus tremula*, *Castanea sativa*, *Tilia tomentosa*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus cerris*, *Cydonia vulgaris*, *Acer monspessulanum*, *A. Heldreichii*, *A. insignis*, *A. campestre*, *Alnus glutinosa*, *Syringa villosa*, *Cotinus coggygria*, *Lonicera xylosteum*. Bei allen untersuchten Pflanzen war ein bemerkenswerter Unterschied in der Form der Epidermiszellen nicht festzustellen. Die Größe derselben war allerdings bei einigen, z. B. *Prunus*, *Acer*, verschieden, indem die Epidermiszellen der Lichtblätter etwas höher oder überhaupt nach allen drei Richtungen des Raumes größer waren. Von einer Anpassung der Schattenblätter an die ungünstigen Verhältnisse ihres Standortes durch stärkere Wölbung der Außenwand oder durch linsenförmige Verdickung derselben war nichts zu bemerken, im Gegenteil zeigten in wenigen Fällen, z. B. bei *Acer monspessulanum*, *Prunus cerasifera*, die Außenwände der Lichtblätter eine allerdings nur in geringem Maße stärkere Krümmung. Es ist dies jedenfalls doch ein Zeichen dafür, daß diese Krümmung mit der guten oder schlechten Perception der Lichtrichtung direkt nichts zu tun hat. Wäre dies der Fall, so ist nicht einzusehen, warum sich in dieser Beziehung nicht auch Unterschiede zwischen Licht- und Schattenblättern herausbilden sollten, wie dies doch in anderer Hinsicht der Fall ist, z. B. bezüglich Ausdehnung und Beschaffenheit des assimilatorischen Gewebes (2). Es steht jedenfalls fest, daß sich unsere Waldbäume und Schattenpflanzen, trotz der Fähigkeit ihrer Blätter, selbst bei geringen Intensitäten eine sehr genaue fixe Lichtlage einzunehmen, mit der gewöhnlichen Form der Epidermiszellen begnügen, welche HABERLANDT als zur Lichtperzeption ungeeignet bezeichnet. In der Reihe der Fagales ist nach SOLEREDER (3) Papillenbildung bisher nur auf der Blattunterseite von zwei *Betula*- und drei *Alnus*-Arten gefunden worden.

Macht man sich nach SOLEREDER (3) eine Zusammenstellung der Angaben über das Vorkommen von Papillen, so findet man,

daß Papillen auf der Blattunterseite für 10 bis 15mal so viel Arten angegeben sind, als auf der Oberseite, und daß sie auf beiden Seiten ebenso häufig vorkommen, als nur auf der Oberseite. Auf nähere Einzelheiten einzugehen gestattet mir der beschränkte Raum nicht. Ich möchte deswegen auf meine demnächst erscheinende Dissertation verweisen. Hier möchte ich nur herausgreifen, daß unter den *Begonien*, die doch zu den typischen Vertretern der Samtblätter zählen, nach Untersuchungen von FELLERER (4) von 282 Arten nur der achte Teil Papillen auf der Blattoberseite besitzt, ein Bruchteil, der durch seine Kleinheit überrascht. In der zahlreiche Lianen enthaltenden Familie der *Bignoniaceen* ist nach Untersuchungen von VESQUE und HOVELACQUE (5) Papillenbildung nicht vorhanden, dagegen sind die Epidermiszellen einiger *Catalpa*-, *Crescentia*- und *Colea*arten durch beträchtliche Höhe ausgezeichnet, ein Umstand, der unter HABERLANDTs Voraussetzungen die Wahrnehmung der Lichtrichtung bedeutend erschwert, indem das helle Mittelfeld schon bei verhältnismäßig kleinem Einfallswinkel über die Grenzen der unteren Zellwand hinausfällt. Papillen finden sich auf der Oberseite von Blättern, die keine fixe Lichtlage einnehmen, z. B. bei *Nelumbium*, einer *Nymphaeacee*, *Orontium aquaticum*, *Spartium* mit schüsselförmigen Blättern, *Gypsophila Rokejeka*, *Polycarpon succulentum* u. a. Die runden Blätter von *Embotryum coccineum* Forsk. besitzen Epidermiszellen mit Papillen in der Außenwand. Ähnlich finden sich kegelförmig vorgewölbte Zellen im zylindrischen Blatt von *Salsola*arten, im Stengel von *Calligonum comosum* l'Herit (3, Figuren S. 741 und 759). In den Blattrillen von *Berberis empetrifolia* finden sich Papillen mit Übergängen zu einzelligen Haaren (6). Auch das Vorkommen linsenförmiger Gebilde ist keineswegs auf die Blattoberseite beschränkt. Sie kommen z. B. auf der Blattunterseite von *Diapensia Lapponica* (3, S. 588), *Sciadophyllum Brownii* (3, S. 482), in Blatt und Stamm von *Passiflora*arten, in allen Epidermiszellen von *Agave*, *Aloe* usw. vor. Sogar besonders differenzierte Zellen finden sich häufig auf der Blattunterseite, entweder regelmäßig verteilt oder in der Nähe des Blattrandes oder über den Gefäßbündeln oder neben den Spaltöffnungen. Wegen der Einzelheiten muß ich auch hier auf meine Dissertation oder auf SOLEREDER (3) verweisen. HABERLANDTs Behauptung, daß die Gebilde, die er als *Ocellen* bezeichnet, nur auf der Blattoberseite vorkommen, entspricht jedenfalls nicht den Tatsachen. Sogar *Balanophora involucra* Hook fec. et Th., ein chlorophyllloser Wurzelparasit, der also sicherlich nicht eine Einstellung in eine günstige Lichtlage nötig hat,

zeigt in der Epidermis einzelne oder in Gruppen vereinigte Zellen von papillöser Beschaffenheit (7). Jedenfalls liegt nach dem angeführten der Analogieschluß nahe, daß solche Gebilde wie Papillen, Kutikularbuckel, verkieselte linsenförmige Verdickungen usw. auch in den Fällen, wo sie nur auf der Oberseite auftreten, doch dieselbe Funktion ausüben — vorausgesetzt, daß sie überhaupt eine solche ausüben sollen — wie in den weitaus häufigeren Fällen, wo sie an anderen Stellen, Blattunterseite, Blattrille usw. vorkommen, und man wird an diesem Analogieschluß festhalten können, so lange nicht das Gegenteil bewiesen worden ist.

HABERLANDT hat nun versucht, die Notwendigkeit der Papillen zur Perzeption der Lichtrichtung experimentell nachzuweisen, indem er durch Bedecken mit Wasser die Linsenwirkung der Papillen aufhob. Er beobachtete dann, daß die so behandelten Blätter keine fixe Lichtlage annahmen (8). Des weiteren hat dann KNIEP ähnliche Versuche angestellt, mit dem Unterschied, daß er sich einer Paraffinlösung als Ausschaltungsmittel bediente. Seine Versuchsergebnisse (9) widersprechen denen HABERLANDTs insofern, als die mit Paraffinöl benetzten Blätter sich in die neue Lichtlage einstellten. Das gleiche konnte NORDHAUSEN (10) bei Bedeckung mit Gelatine beobachten. Trotzdem glaubte HABERLANDT seine Theorie aufrecht erhalten zu können (11). Ich habe im vorigen Jahre ähnliche Versuche vorgenommen und konnte zunächst bestätigen, daß bei Benetzung mit Paraffinlösung die Einstellungsbewegungen ungehindert vor sich gehen; selbst Entfernung bis zu 1,50 m von der Lichtquelle, einer Gasglühlichtlampe, hatte keinen nachteiligen Einfluß zur Folge. Gleichzeitig habe ich auch Versuche gemacht, bei welchen ich die Blätter mit Wasser benetzte. Hier bin ich aber schließlich zu anderen Ergebnissen gelangt wie HABERLANDT. Bei den ersten Versuchen mit *Begonia semperflorens*, *Tropaeolum majus*, *Tr. Lobbianum* und *Acer* führten allerdings die mit Wasser benetzten Blätter keine Einstellungsbewegungen aus. Bei weiteren Versuchen mit *Populus tremula* erfolgte jedoch einige Male eine Einstellung, doch war ein einwandsfreier Schluß hier noch nicht möglich. Da das Material zu weiteren Versuchen nicht mehr geeignet war, griff ich wieder auf *Begonia semperflorens* zurück. Auch bei diesen Versuchen erfolgte eine Einstellung der mit Wasser benetzten Blätter trotz Verdunkelung der Stiele. Die Benetzung erfolgte derart, daß aus einer nicht zu kurzen Kapillare, die mit einem höher stehenden Wassergefäß in Verbindung stand und über dem Versuchsblatt angebracht war, in regelmäßigen Zeitabständen

ein Tropfen aus ganz geringer Höhe auf das Blatt fiel und sich hier gleichmäßig verteilte. Anfangs bedeckte ich noch die ganze Blattfläche mit dünnem Seidenpapier. Später reduzierte ich diese Bedeckung so viel wie möglich, da ich den Mißerfolg der früheren Versuche hierauf zurückführen möchte, indem durch sie bei größerem Einfallswinkel, wie er doch bei Beginn des Versuchs vorhanden ist, zuviel Lichtstrahlen reflektiert werden, wovon man sich durch Angenschein leicht überzeugen kann. Ganz fortlassen kann man die Bedeckung mit Seidenpapier bei den verhältnismäßig großen, nicht ebenen Blättern von *Begonia semperflorens* nicht, weil sonst die höher liegenden Teile der Spreite nicht ständig benetzt wären, selbst wenn man die Tropfen sehr groß und sehr häufig auffallen ließe. Doch genügt es, wenn auf diesen Teilen schmale Streifen Papier liegen. Der Einwand ungenügender Benetzung ist jedenfalls bei meinen Versuchen unberechtigt, denn ich habe ausdrücklich darauf geachtet, daß jede Stelle der Oberfläche ständig benetzt war.

Da im übrigen die Aufstellung der Versuchspflanzen so geschah, daß die Blätter Torsionen ihrer Stiele ausführen mußten, um in die neue günstige Lichtlage zu gelangen, so genügte zur Verdunkelung der Stiele ein Zylinder aus undurchsichtigem schwarzem Papier, der auf die Stiele geschoben wurde. Die Stieltorsionen wurden dadurch nicht gehindert, und Krümmungen der Stiele fanden ja nicht statt. Das Aufhören der schon begonnenen Bewegung bei HABERLANDT'S letzten Versuchen (11) scheint mir eine Folge davon zu sein, daß der an der Spreite befestigte Papierzylinder der Bewegung nicht weiter nachgeben kann, da er gegen die Glasröhre stößt.

Diese Versuchsergebnisse zeigen also, daß auch die mit Wasser benetzte Spreite eines papillösen Laubblattes die Lichtrichtung wahrnehmen kann. HABERLANDT'S Versuch, die Vorwölbung der Innenwand zur Erklärung dieser Erscheinung heranzuziehen, ist nicht angängig, da diese bei den von mir verwandten Exemplaren ganz unerheblich war. Es bleibt also nichts übrig als anzunehmen, daß *Begonia semperflorens* die Vorwölbungen der Außenwand zur Hervorrufung von Intensitätsunterschieden auf der Innenwand nicht benutzt. Diesen Schluß wird man unbedenklich auf alle papillösen Blattspreiten erweitern dürfen.

Gegen die Benetzung mit Paraffinlösung macht HABERLANDT geltend, daß hierdurch die Linsenwirkung der Papillen nicht aufgehoben würde. Allerdings werden aus den Sammellinsen bei Be-

netzung mit einem stärker brechenden Medium Zerstreuungslinsen, und HABERLANDT hebt mit Recht hervor, daß auch in diesem Fall bei senkrechtem Einfall des Lichtes die Mitte der Zellwand relativ am meisten Licht empfängt. Trotzdem sieht man aber beim Linsenversuch mit einem benetzten Flächenschnitt hellere Randzonen, die wohl von der Reflexion der am Rand der Zelle auffallenden Strahlen an den Seitenwänden herrühren. Auf Grund dieser Tatsache hat denn auch HABERLANDT seine Theorie dahin geändert, daß nicht der Abfall der Lichtintensitäten von der Mitte nach dem Rande der Zelle, sondern nur eine zentrische Verteilung derselben notwendig sei, um Gleichgewicht herbeizuführen. Nun sind aber die Intensitätsunterschiede bei unbenetzter Spreite bei weitem größer als bei Benetzung mit Paraffinöl. Besonders tritt dies bei schräger Beleuchtung hervor. Konstruiert man sich für diesen Fall den Strahlengang — Brechungsexponent des Paraffinöls nach KNIEP = 1,47, der des Zellsaftes = 1,33 —, so sieht man, daß hier kein erheblicher Unterschied von gleichmäßiger Beleuchtung besteht, besonders wenn man berücksichtigt, daß jedem konstruierten Lichtstrahl doch ein Lichtkegel entspricht, die Übergänge also noch mehr verwischt werden. Um hier mit Hilfe der Theorie HABERLANDTs die richtig erfolgende Orientierungsbewegung begründen zu können, muß man entweder annehmen, daß die Seitenwände die durchfallenden Strahlen schwächen, d. h. bemerkbare Schatten werfen, was HABERLANDT aber vernachlässigen zu können glaubt (1, S. 40), oder aber, daß das Plasma plötzlich eine bedeutend gesteigerte Empfindlichkeit besäße, was aber auch der Annahme HABERLANDTs widerspricht (1, S. 41). Diese Anpassung müßte außerdem sehr schnell geschehen, denn nach meinen Untersuchungen beginnen die Paraffinblätter ihre Einstellungsbebewegungen zu demselben Zeitpunkt wie die unbenetzten Vergleichsblätter mit verdunkeltem Stiel. Diese schnelle Änderung der Empfindlichkeit scheint mir auch HABERLANDTs Annahme einer Gewöhnung an eine bestimmte Verteilung hellerer und dunklerer Stellen zu widersprechen.

HABERLANDT nimmt andererseits an, daß die Adaptation dieser bestimmten Verteilung von helleren Stellen jeden Morgen aufs neue vorgenommen wird. Die Stellung der Blätter oder die Beleuchtungsverhältnisse können aber über Nacht durch Windbruch usw. geändert sein. Dann würde am nächsten Morgen die Adaptation einer ungünstigen Verteilung erfolgen und die Blätter bei Veränderung ihrer Lage im Laufe des Tages in die ungünstige

Lage zurückkehren, die sie zufällig beim Weichen der Morgendämmerung innegehabt haben. Auch Orientierungsbewegungen, die mehrere Tage in Anspruch nehmen, würden sich der Erklärungsmöglichkeit entziehen, worauf auch NORDHAUSEN hingewiesen hat (10, S. 407). Man wird also annehmen müssen, daß der Plasmahaut von vornherein eine gewisse Lichtstimmung zukommt, und damit würde die Möglichkeit, die Versuche mit Paraffinbenetzung aus der Theorie HABERLANDTs zu erklären, hinfällig werden.

Bei Verwendung von Gelatinelösung ist der Unterschied der Brechungsexponenten so klein, daß er kaum auf den Gang der Lichtstrahlen einen wesentlichen Einfluß haben wird. Hier ist also HABERLANDTs Einwand, daß die Linsenwirkung nicht aufgehoben wird, kaum stichhaltig, denn schließlich ist dies bei Verwendung von reinem Wasser auch nicht der Fall, da ja der Zellsaft eine 3 bis 5 prozentige Lösung darstellt.

Einen experimentellen Beweis für die Stärke der von den Seitenwänden geworfenen Schatten bietet der Linsenversuch. Stellt man ihn mit einem Flächenschnitt von *Fagus* oder *Quercus* an, die keine gewölbten Wände besitzen, so sieht man bei Verschiebung des Spiegels, daß die Schatten der Seitenwände deutlich hervortreten. Bei einiger Übung kann man aus dem Aussehen des Schnittes auf die Stellung des Spiegels, d. h. auf die Richtung des Lichtes schließen.

Zum Schluß möchte ich noch eines Umstandes Erwähnung tun, der mir gegen HABERLANDTs Theorie zu sprechen scheint. Bei DE VRIES findet sich an jener Stelle, wo er die Unterschiede der durch Mutation aus *Oenothera Lamarckiana* neu entstandenen Arten bespricht, folgende Angabe (12, S. 250): „Die grauliche Farbe (der Blätter von *O. albida*), welche ebenso wie bei der *O. rubrinervis* nicht auf stärkere Behaarung, sondern auf Wölbung der Außenwand der gewöhnlichen Oberhautzellen zurückzuführen ist, ist sehr stark individuell variabel, bisweilen sogar so wenig entwickelt, daß Zweifel über die Diagnose entstehen, welche aber stets durch fortgesetzte Kultur aufgehoben werden können.“ Zur Erläuterung füge ich hinzu, daß DE VRIES auf Grund dieses Aussehens der Blätter in seinen nach Hunderten zählenden Aussaaten die *Albida*- und *Rubrinervis*exemplare heraussuchte, um sie zwecks weiterer Züchtung von den übrigen zu isolieren. Hieraus geht also hervor, daß dieses Merkmal, papillöse Vorwölbung der Außenwand, bei zwei neuen Arten ohne Vermittlung aufgetreten ist, deren Ahnen unter denselben Verhältnissen gelebt haben wie die

der übrigen neu auftretenden Arten, welche solche Papillen nicht besaßen, d. h. daß Papillen auftreten können ohne Anpassung an äußere Lebensbedingungen vorzustellen; weiter aber, daß die Höhe der Papillen individuell schwankt, sogar in dem Maße, daß es manchmal kaum noch zu erkennen ist. Dies wäre wohl kaum der Fall, wenn die Papillen zur Perzeption der Lichtrichtung notwendig oder vorteilhaft wären.

Stellen wir die Ergebnisse der Versuche und Erörterungen kurz zusammen, so ergibt sich ungefähr folgendes:

In den meisten Fällen ist ein Auffangen des Lichtes seitens der Blattoberseite nötig, um genaue Einstellung in die fixe Lichtlage zu ermöglichen. Die Blattoberseite nimmt also irgendwie die Lichtrichtung wahr.

Die höheren Stufen der von HABERLANDT aufgestellten Typen von Lichtsinnesorganen sind in der einheimischen Flora sehr selten, auch sonst wenig verbreitet.

Zwischen Licht- und Schattenblättern ist bezüglich Anpassung an die Lichtperzeption kein Unterschied vorhanden.

Papillen entstehen nicht als Anpassung an die Lichtperzeption (DE VRIES).

Zellen oder Gruppen von solchen, die als Ocellen gedeutet werden könnten, kommen auch auf der Blattunterseite vor.

Spreiten mit papillöser Epidermis können trotz Benetzung mit Paraffinöl, Gelatine (nach NORDHAUSEN) oder Wasser die Lichtrichtung wahrnehmen und Einstellungsbewegungen veranlassen.

Nach alledem hat es den Anschein, daß HABERLANDT'S Theorie, die Lichtrichtung werde auf Grund von Helligkeitsunterschieden auf der unteren Wand der Epidermiszellen wahrgenommen, auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt. Wie man sich sonst den Perzeptionsgang erklären könnte, ist freilich schwer zu sagen und muß weiteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

Literatur:

1) G. HABERLANDT, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig 1905. Vgl. auch diese Berichte XXII, 1904.

2) STAHL, Bot. Ztg. 1883; PICK, l. c. 1882; LEIST, l. c. 1889; HEINRICHER, Pringsheims Jahrb., XV., 1884.

3) SOLEREDER, Systematische Anatomie der *Dikotyledonen*. Stuttgart 1899.

- 4) FELLERER, Beiträge zur Anat. u. System d. *Begon.* Diss. München 1892.
- 5) VESQUE, Gamopétales, in Ann. sc. nat. VII, 1, 1885, p. 317—326.
- HOVELACQUE, Caract. anat. gén. de la tige des B., in Bull. Soc. d'études scientif. de Paris, XI, 1888.
- 6) GOEBEL, Pflanzenbiol. Schilderg., II, 1881, Tafel XII.
- 7) HOOKER, Struct. and Aff. of Balan. in Transact. Linnean Soc. Vol. XXII, 1, 1855/56.
- 8) Ber. d. d. bot. Ges. XXIV, 1906, S. 361.
- 9) Biol. Centralblatt XXVII, 4 u. 5, 1907.
- 10) Ber. d. d. bot. Ges. XXV, 7, 1907.
- 11) Biol. Centralblatt XXVII, 10, 1907.
- 12) DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I. 1901

23. J. Grüss: Über den Nachweis mittelst Chromogramm-Methode, dass die Hydrogenase aktiv bei der Alkoholgärung beteiligt ist.

(Eingegangen am 25. Februar 1908.)

In der Enzymforschung ist es ein allgemein beliebtes Verfahren, die „Reindarstellung“ durch fortgesetzte Alkoholfällung durchzuführen, eine Methode, die am besten durch EFFRONT'S Versuch gekennzeichnet wird, welcher in einem Rohdextrin nach der 30. Fällung noch $1\frac{1}{2}$ pCt. Maltose gefunden hatte. Dazu kommt noch, daß der Alkohol nach den verschiedensten Richtungen hin auf die gefällten Enzyme verändernd einwirkt. Nicht viel anders verhält es sich mit den anderen Fällungsmitteln.

Ein weiterer Übelstand besteht darin, daß sich Sekrete, zu denen die meisten Enzyme ihrer Herkunft nach gehören, schon in kurzer Zeit nach ihrer Absonderung von selbst verändern. Deswegen kann man leicht zu verschiedenen Ergebnissen gelangen, wenn man mit wässerigen oder Glyzerin-Auszügen arbeitet. Ein Beispiel hierfür bietet z. B. der Zellsaft der Parenchymzellen der ruhenden Kartoffelknolle, wenn man denselben mit Wasserstoff-superoxyd zusammenbringt. Die Spaltungen eines frisch hergestellten und eines 2 Stunden alten Parenchymzellsaftes verhielten sich wie 7,35 : 1,5.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Albrecht Gustav

Artikel/Article: [Über die Perzeption der Lichtrichtung in den Laubblättern.
182-191](#)