

Protoplasmatische Pflanzenanatomie

Sammelreferat

Von

Lotte REUTER

Eingelangt am 7. September 1948

WEBER (1929 b, 1934) hat die Forderung erhoben, die Pflanzenanatomie wie sie als abgerundetes Lehrgebäude etwa in der physiologischen Anatomie von HABERLANDT (1924) vorliegt, im Sinne der protoplasmatischen Anatomie weiter auszubauen und zu vertiefen, dadurch, daß die vom Standpunkt der physiologischen Anatomie bereits untersuchten Zellen und Gewebe einem ergänzenden Studium mit den Methoden der Protoplasmaforschung unterzogen werden. Diese Methoden, die die einzelnen Zellen und Gewebe durch die Eigenschaften und Besonderheiten ihrer lebenden Protoplaste in ihrem Wesen näher kennzeichnen sollen, bestehen, wie aus den Arbeiten, die sich um die Begründung der protoplasmatischen Pflanzenanatomie bemühen (MODER 1932, MEINDL 1934, KRESSIN 1935 u. a.), hervorgeht, vor allem darin, die Permeabilitäts- und Viskositätseigenschaften des Plasmas näher zu untersuchen, Vitalfärbungs- und Resistenzstudien durchzuführen und den osmotischen Wert der Zellen zu ermitteln.

Ein Überblick über die Entwicklung, die die protoplasmatische Pflanzenanatomie seit ihrer Begründung genommen hat, läßt eine Orientierung nach drei Richtungen hin erkennen.

- I. Protoplasma-physiologische Kennzeichnung einzelner Zelltypen.
- II. Protoplasma-physiologische Kennzeichnung einzelner Gewebearten.
- III. Protoplasma-physiologische Analyse einzelner Organe.

I. Protoplasma-physiologische Kennzeichnung einzelner Zelltypen

Die protoplasmatische Pflanzenanatomie hat schon frühzeitig den Versuch unternommen, Zellen, denen eine bestimmte Funktion zukommt, auf Grund der Eigenschaften ihrer lebenden Protoplaste zu kennzeichnen. Die Tatsache, daß Zellen mit einer bestimmten Funktion ganz charakteristische Eigenschaften ihrer lebenden Protoplaste aufweisen, legte den Gedanken nahe, daß diese Eigenschaften zu der Funktion der Zelle in einer bestimmten Beziehung stehen. Im Anschluß an die Feststellung der für bestimmte Zelltypen charakteristischen Eigenschaften erschien es daher einerseits von Interesse, die Zellen in verschie-

denen Stadien ihrer Funktionstüchtigkeit zu untersuchen, andererseits zu verfolgen, welche Änderung in protoplasma-physiologischer Hinsicht bei einem Funktionswechsel oder einem Funktionsverlust der betreffenden Zellen sich beobachten läßt. Die protoplasmatische Pflanzenanatomie richtete bisher ihr Augenmerk in erster Linie auf folgende Zelltypen:

1. Drüsenzellen: PEKAREK (1929) konnte zeigen, daß in der Fähigkeit zur Speicherung von Vitalfarbstoffen ein charakteristisches, von dem Grad der Funktionstüchtigkeit abhängiges Merkmal der Nektarien von verschiedenen *Euphorbia*-Arten liegt und GONÇALVES (1938) wies an den Nektarien von *Ricinus communis* nach, daß in Verbindung mit der einsetzenden Sekretion eine Verlagerung und eine Größenzunahme der Vakuole erfolgt. Ein erhöhtes Speichervermögen für Vitalfarbstoffe stellte WEBER (1932 a) für die Hydathoden von *Veronica beccabunga* fest. Nach WEBER (1942) sind die Zellkerne der Nektar sezernierenden Zellen von *Fritillaria* mit Erythrosin vital färbbar. HOCQUETTE (1936) beschreibt charakteristische Veränderungen des Chondrioms sezernierender Zellen. GICKLHORN (1930) gab durch seine Beobachtungen an den Drüsenhaaren der Corollblätter von *Geranium*-Arten ein Beispiel für die Abhängigkeit des Plasmolyseortes vom Entwicklungsstadium der Zelle. Für die Verdauungsdrüsen von *Drosera* beschrieben u. a. ÅKERMAN (1917), DUFRÉNOY (1927) und COELINGH (1929) charakteristische von der Funktion der Zelle abhängige Veränderungen im Vakuom der Epidermiszellen der Tentakeln. (Weitere Literatur über die *Drosera*-Drüse bei LLOYD [1942], über Drüsen-Zellen von *Ricinus* bei BLOCH [1947]).

Vakuolenzerklüftung (Aggregation) beobachtete COLLA (1943) in den Nektar-liefernden Zellen von *Dyckia* während der Sekretion.

Zu den Drüsenzellen sind auch die Narbenpapillen zu rechnen. CAPPELLETTI (1947) hat ihre protoplasmatischen Eigenschaften an *Lilium* studiert.

2. Stomata-Zellen:

a) vollentwickelte Stomata: Die Protoplasmatik der Schließzellen wurde durch eine ganze Reihe von Untersuchungen aufgedeckt. (SAYRE 1923, 1926, NICOLIČ 1925, KISSELEW 1925, SCARTH 1926, 1927, 1929, 1932, BEYER 1929, BOAS 1929, WEBER 1925 b, c, 1926 a, 1927, 1929 a, 1930, 1931, 1932 c, 1933, LINSBAUER 1926, 1927, PEKAREK 1933, 1936, SMALL u. MAXWELL 1939, HÖFLER R. 1939, REUTER 1938 a, 1943, SCHEITTERER u. WEBER 1930, DRAWERT 1941). Durch die Feststellung der Änderungen dieser Eigenschaften bei den Öffnungs- und Schließbewegungen der Stomata wurde der Nachweis erbracht, daß die Regulation der Spaltweite neben Änderungen im osmotischen Wert und im Stärkegehalt auch von tiefgreifenden kolloid-chemischen Veränderungen im Protoplasma begleitet ist (Änderung der

Kernform, der Viskosität und der Permeabilität des Plasmas, der Azidität und der Entmischungsvorgänge im Zellsaft). Nach BÜNNING (1948) besitzt jede Spaltöffnungsinitiale die Fähigkeit, um sich eine Hemmzone zu bilden, in der keine weiteren Spaltöffnungen entstehen können. Bei der *Orchis*-Epidermis haben die gewöhnlichen Zellen leere Zellsäfte (rote Fluoreszenz), die Schließzellen volle (grüne Fluoreszenz): [HÖFLER (1949)].

b) Porenzellen: einen Beitrag zu der Frage, wie sich diese für funktionierende Schließzellen charakteristischen Eigenschaften bei einem Funktionswechsel verhalten, lieferte MEISSNER (1937) durch die Untersuchung der protoplasmatischen Anatomie der Wasserspalten von *Avena*, *Tropaeolum*, *Nigella* und *Impatiens*.

c) reduzierte Stomata: Daß bei einem Funktionsverlust neben der Form der Schließzellen auch ihre Protoplastik weitgehend erhalten bleibt, konnte REUTER (1938 b) einerseits für die reduzierten Stomata der Gleitzzone der *Nepenthes*-Kanne zeigen, andererseits auch (1948) für die funktionslos gewordenen Stomata des Schwimmblattes von *Lemna minor* nachweisen.

d) Stomata im Entwicklungsstadium: Mit der Frage, in welcher Weise die für Schließzellen charakteristischen protoplasmatischen Eigenschaften im Laufe der Entwicklung ausgebildet werden, befaßt sich einerseits eine Untersuchung von WEBER (1940) über das Verhalten der Kurzzellen und Schließzellen von *Iris japonica*, andererseits die von REUTER (1942) an den verschiedenen Entwicklungsstadien der Spaltöffnungen von *Polypodium vulgare* gemachten Beobachtungen. Die Ergebnisse zeigen, ebenso wie die Untersuchung WEBERs (1931) über die Harnstoff-Permeabilität ungleich alter Stomata-Zellen, daß das Auftreten der für funktionsfähige Schließzellen charakteristischen protoplasma-physiologischen Merkmale zeitlich mit dem Einsetzen der vollen Funktionsfähigkeit der Schließzellen zusammenfällt.

e) Deckelzellen der Öldrüsen: Die zellphysiologischen Untersuchungen an den Deckelzellen der Sekretbehälter von Rutaceen (REUTER 1937), die in der Querschnittsansicht oft auffallend einem Spaltöffnungsapparat gleichen, erbrachten den Nachweis, daß die Protoplaste dieser Zellen spezifische Eigenschaften aufweisen, die mit denen der Stomatazellen in vielen Punkten eine weitgehende Ähnlichkeit besitzen.

3. Nebenzellen: Eine protoplasma-physiologische Kennzeichnung der Nebenzellen der Stomata wurde von WEBER (1926 b), STRUGGER u. WEBER (1926), RICHTER u. DWORETZKAJA (1927), PEKAREK (1933), LILIENSTERN (1934) und KELLE (1934) versucht. Im osmotischen Wert, im Stärkegehalt, der Deplasmolysegeschwindigkeit, der

Resistenz gegen Giftwirkung und im Verhalten basischen Farbstoffen gegenüber ließen sich deutliche Unterschiede gegenüber gewöhnlichen Epidermiszellen feststellen.

4. Endodermis-Zellen: Über die protoplasmatischen Eigenschaften der Endodermiszellen speziell der Primärendodermis liegen relativ viele Angaben vor; sie wurden von GUTTENBERG (1943) zusammenfassend dargestellt. (Vgl. auch FLEET 1946.)

II. Protoplasma-physiologische Kennzeichnung einzelner Gewebearten

DELAY (1947) unterscheidet in den embryonalen Geweben der Phanerogamen eine Anzahl von morphologischen Typen des Ruhekerne und findet diese Kerntypen konstant und charakteristisch für bestimmte Familien und Arten. Es wird die Frage aufgeworfen: *Le type nucléaire varie-t-il dans les différents tissus?* Auf Grund eingehender Studien wird der Schluß gezogen, *qu'il n'y a pas, à proprement parler, de modifications structurales importantes à travers les différents tissus d'une même plante.* Immerhin sind einige Variationen des Kerntypus festgestellt worden, bekannt sind ja schon seit längerem die Eigentümlichkeiten des Kernes des Gametophyten.

HÖFLER (1932, 1934, 1936, 1937) hat darauf hingewiesen, daß ein Weg zur Kennzeichnung der Plasmen verschiedener Zellsorten die Bestimmung der spezifischen Permeabilitätsreihen darstellt. Während — wie HÖFLER (1941) ausführt — einerseits in einer Reihe von Arbeiten der Versuch gemacht wurde, die für bestimmte Zellsorten kennzeichnenden spezifischen Permeabilitätsreihen festzustellen (ZEHETNER 1934, HOFMEISTER 1935, 1938, MARKLUND 1936, SCHMIDT 1936, 1939, ELO 1937, 1939, BOGEN 1938, 1940, 1941, GANZINGER 1939, KREUZ 1940, PECKSIEDER 1947), wurden die spezifischen Permeabilitätsreihen andererseits zum Gegenstand lebhafter Kritik (RUHLAND, ULLRICH und ENDO 1938, BOGEN 1938, 1941, RUHLAND und ULLRICH 1939), da die Frage, bis zu welchem Grad jedes Plasma seine Durchlässigkeitseigenschaften in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand (MARKLUND 1936, STRUGGER 1934, WEBER 1930, HOFMEISTER 1938) und unter dem Einfluß äußerer Faktoren (BOGEN 1938, SCHMIDT 1939) variieren kann, noch nicht als geklärt angesehen werden darf. Die Feststellung daß zwischen den Zellen verschiedener Gewebe Unterschiede im Grad der Durchlässigkeit für bestimmte Stoffe bestehen, kann als gesichert gelten. Die endgültige Bestimmung der feineren qualitativen und quantitativen Permeabilitätsunterschiede ist vorläufig noch der Zukunft vorbehalten. Zur protoplasma-physiologischen Kennzeichnung der einzelnen Gewebearten liegen aus diesen Gründen gegenwärtig nur relativ spärliche Angaben vor.

1. Hautgewebe:

a) **Corollzellen:** HÖFLER und STIEGLER (1930) und HÖFLER (1936) konnten bei *Gentiana Sturmi* zeigen, daß zwischen den Epidermiszellen des Stengels und den Corollzellen starke Permeabilitätsunterschiede bestehen. Die Corollzellen besitzen vor allem für alle Amide eine stark herabgesetzte Durchlässigkeit.

b) **Epithemgewebe:** Während HOFMEISTER (1939) für die Epithemzellen der Hydathoden von *Saxifraga lingulata* eine sehr hohe Wasserpermeabilität fand, kommen FREY-WYSSLING und RECHENBERG-ERNST (1944) zu der Auffassung, daß die Epithemzellen keine erhöhte Wasserpermeabilität besitzen.

c) **Absorptionsgewebe:** CZAJA (1936) bewies für zahlreiche Vertreter aus den verschiedensten Gruppen des Pflanzenreiches (Thallophyten, Moose, Farne und Blütenpflanzen), daß die Zellwände der absorbierenden Zellen der verschiedensten Absorptionsorgane mit geeigneten basischen Farbstoffen den charakteristischen Membran-Poreneffekt geben und DRAWERT (1938) zeigte durch seine Untersuchungen über die protoplasmatische Anatomie fixierter Gewebe, daß die *Hydropoten* der verschiedensten Wasserpflanzen sich durch elektive Färbbarkeit auszeichnen. Bei verschiedenen Objekten stellte TORRIANI (1947) in den Zellen des Hautgewebes der Wurzel eine erhöhte Viskosität des Plasmas im Vergleich zu den Zellen der Epidermis der Stammorgane fest. Auch die Epidermiszellen der Blatt-Oberseite und Unterseite können protoplasmatisch verschieden sein. So sind bei der ruhenden Küchenzwiebel die Zellsäfte der äußeren Schuppenepidermis „voll“, Speicherstoff-haltig, die der „inneren“ „leer“, Speicherstoff-frei. In den vollen Zellsäften erfolgt die Akridinorange-Färbung durch Löslichkeitsspeicherung (grüne Fluoreszenz), in den leeren liegt Ionenfärbung vor (Rotfluoreszenz) (HÖFLER 1949).

2. Grundgewebe:

a) **Stengelparenchym:** Gleichfalls bei *Gentiana Sturmi* wiesen HÖFLER und STIEGLER (1930) für die Parenchymzellen des Stengels eine geringere Durchlässigkeit für Harnstoff als für die Epidermiszellen nach. Die Durchlässigkeit der Parenchymzellen ist jedoch höher als die der Corollzellen. GERM (1932) konnte an der Hand des Verlaufes und der Geschwindigkeit der systrophischen Reaktion an verschiedenen Objekten starke Unterschiede zwischen äußeren und inneren Stengelgrundgewebszellen bzw. zwischen der Epidermis und dem anschließenden Grundgewebe feststellen.

b) **Mesophyllgewebe:** HURCH (1933) fand für die Blätter verschiedener Wasserpflanzen, daß das Mesophyllgewebe für verschiedene Stoffe (Harnstoff, Glyzerin, Malonamid und Lävulose) weniger durchlässig ist als die Epidermis. Auch bei den Landpflanzen besitzen

nach den Angaben von HURCH die Zellen des Mesophyllgewebes eine geringere Durchlässigkeit als die Epidermiszellen. GAGETTI (1947) stellte für zahlreiche Objekte Viskositätsunterschiede zwischen den Epidermiszellen und den Zellen des Mesophyllgewebes fest; im Grad dieser Unterschiede zeigten sich jedoch bei Wasser- und Landpflanzen deutliche Differenzen. Eine weitergehende Charakterisierung der verschiedenen Zelltypen des Mesophyllgewebes des Keimblattes von *Soja hispida* nach der Ausbildung und der Lage der Plastiden, der Form und der Größe der Kerne, der Viskosität und der Permeabilität für Harnstoff und Glycerin, dem osmotischen Wert, den Resistenzeigenschaften und dem Verhalten bei Vitalfärbung gibt REUTER (1949 im Druck). LEWIS (1945) wies durch Versuche über die Adsorption von basischen und sauren Farbstoffen an der Zellmembran eine Polarität der Mesophyllzellen nach.

3. Stranggewebe: Zur Charakterisierung des Stranggewebes liegen vorläufig nur spärliche Angaben über das Verhalten der Siebröhren bei Plasmolyse und die Fähigkeit zur Neutralrotspeicherung vor (HUBER und ROUSCHAL 1938, SMALL 1939, SCHUMACHER 1939, ROUSCHAL 1941). Literatur über die Protoplasma-Eigenschaften der Siebröhren vergleiche ferner bei ESAU 1939 und SALMON 1947 sowie PIGNEUR 1947. HUBER (1947) verspricht die Charakterisierung des der Leitung dienenden Transfusionsgewebes der Koniferennadeln auf Grund protoplasmatisch-physiologischer Eigenschaften der Zellen.

Nach WILLAM (1945) ist das Phloem der Blattstiel-Gefäßbündel (*Beta*) der Ort der Umwandlung der von der Blatlamina zugeleiteten reduzierenden Zucker in Rohrzucker. Das Parenchym des Blattstiels ist dazu nicht befähigt.

4. Kontraktilen Gewebe: Um die Technik der vitalen Untersuchung und um die protoplasmatische Charakterisierung der kontraktilen Zellen und Gewebe der Pflanzen bemüht sich COLLA (1936, 1947) seit langem mit gutem Erfolg.

5. Meristematisches Gewebe: Die protoplasmatische Kennzeichnung und Unterscheidung der Zellen der Meristeme ist wegen ihrer Undifferenziertheit besonders schwierig (LINSBAUER 1916). POLITIS (1948) findet im Phellogen sowohl des normalen als auch des Wundkorkes im Cytoplasma einen Inhaltkörper, den er als Chlorogenoplast bezeichnet, weil er Chlorogensäure produziert, die dann in die Vakuole übertritt.

III. Protoplasma-physiologische Analyse einzelner Organe

Die Analyse des anatomischen Baues der einzelnen Organe mit den Methoden der Protoplasmaforschung führte zur Feststellung protoplasma-physiologischer Unterschiede zwischen morphologisch gleichartigen Zellen. Die Ergründung der Gesetzmäßigkeiten des Auftretens

solcher physiologischer Unterschiede ließen den von CHILD (1928) in der Zoologie mit großem Erfolg eingeführten Begriff des Gefälles oder Gradienten auch in der Pflanzenanatomie Eingang finden. Durch eine ganze Reihe von Untersuchungen wurde der Nachweis erbracht, daß der anatomische Bau sowohl des Thallus und des Blattes als auch des Stammes und der Wurzel von solchen protoplasma-physiologischen Gradienten beherrscht wird. (Siehe vor allem PRAT 1948).

1. Thallus:

Am flächenförmig ausgebildeten Thallus einiger Rotalgen wurden von BIEBL (1937) Resistenzgradienten nachgewiesen. JOHANNES (1940) konnte am Mycel von *Phycomyces* zeigen, daß zwei verschiedene Zelltypen mit verschiedenem Speicherungsvermögen für Vitalfarbstoffe vorhanden sind, die Glieder eines Längsgradienten darstellen. Außerdem bestehen nach JOHANNES Unterschiede im Speicherungsvermögen zwischen (+) und (—) Stamm.

Daß auch die Farnprothallien Gradienten besitzen wies schon GRATZY-WARDENEGG (1929) durch ihre Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Wertes nach.

2. Blatt:

Am besten wurden bis jetzt die protoplasma-physiologischen Verhältnisse an Blattorganen untersucht.

a) Moose: Für die Blattorgane von verschiedenen Vertretern aus der Gruppe der Moose wurden protoplasma-physiologische Gradienten von KRESSIN (1935), BIEBL (1935, 1940 a, b, 1948, 1949), SCHEIBMAIR (1937) und MENDER (1938) nachgewiesen.

b) Farne: Daß sich auch an den Blattorganen einiger Hymenophyllaceen physiologische Gradienten vorfinden, konnte HÄRTTEL (1939, 1940) zeigen.

c) Blütenpflanzen: Besonders eingehend wurde vom Standpunkt der protoplasmatischen Anatomie das Blatt von *Helodea* untersucht. (SEIFRIZ 1923, KÜSTER 1923, WEBER 1925 a, 1932 b, MOLISCH 1926, GICKLHORN 1927, MISSBACH 1928, WALTER 1929, BĚLEHRÁDEK und MELICHAR 1930, MODER 1932, MEINDL 1934, GAHLEN 1934, RUBINSTEIN und USPENSKAJA 1934, ESTEŘÁK 1935, LILIENSTERN 1935, DIEHL 1936, STRUGGER 1936, DRAWERT 1937, SCHÖNLEBER 1937, RUGE 1940, MEITES 1943, 1945). Mit der protoplasmatischen Anatomie der Zwiebelschuppe von *Allium Cepa* befassen sich die Untersuchungen von BORRIS (1937), GERM (1938), HOUSKA (1939, 1941) und BIEBL (1941, 1942). GICKLHORN (1936) und ESTEŘÁK (1935) konnten für eine ganze Reihe von Pflanzen für Laubblätter charakteristische Gradienten des Erfrierens, des Vergilbens, der Anthocyanbildung und der natürlichen und der künstlichen Nekrobiose feststellen. Neben Longitudinalgradienten wiesen GICKLHORN (1927), MODER (1932) und STRUGGER (1936) am Blatt von *Helodea*

dea, HURCH (1933) bei *Stachys* und REUTER (1941) bei *Pisum sativum* protoplasma-physiologische Unterschiede zwischen der Epidermis der Blattober- und der Blattunterseite nach. REUTER (1949 im Druck) zeigte, daß das Keimblatt von *Soja hispida* neben Longitudinalgradienten auch Transversalgradienten aufweist.

3. Stamm:

Auf Grund von Versuchen am Hypokotyl von *Helianthus annuus* konnten STRUGGER (1934), RUGE (1937) und BECK und BASILIA (1943) zeigen, daß an Sprossen gleichfalls gesetzmäßig auftretende Unterschiede zwischen den einzelnen Zellen im osmotischen Wert, der Wasserpermeabilität, in der Viskosität, den Quellungerscheinungen und im elektrischen Potential bestehen.

4. Wurzel:

Durch analoge Untersuchungen an der Wurzel von *Trianea bogotensis* und *Lemna minor* deckte STRUGGER (1934, 1935) auch für die Wurzel das Vorhandensein von protoplasma-physiologischen Gradienten auf. Vgl. WARNER (1944). Über Resistenzgradienten in der Wurzel von *Beta* siehe ERNOULD (1946).

Oxydationsgradienten in der Rinde von Stamm und Wurzel hat van FLEET (1948) aufgedeckt. Auch auf die Arbeit von PRAT (1945) über histologische Gradienten sei in diesem Zusammenhang verwiesen.

Diese sowohl im Thallus und im Blatt, als auch im Stamm und der Wurzel nachgewiesenen protoplasma-physiologischen Gradienten werden als das Ergebnis von Unterschieden im Wachstums- und Entwicklungszustand der einzelnen Organpartien erklärt. Nach STRUGGER (1934) ist die erste faßbare Wachstumsursache ein im Organ vorhandenes Aziditätsgefälle, das eine Verschiebung des Kolloidzustandes der Zellen bewirkt. Die große Periode des Wachstums im Sinne von SACHS stellt nach STRUGGER „ein Durchwandern der Zellen durch den Gipfel des Aziditätsgradienten“ dar.

Dieser Sammelbericht sollte und konnte zeigen, daß die protoplasmatische Pflanzenanatomie seit der Prägung dieses Wortes und Begriffes im Jahre 1929 gute Fortschritte gemacht hat; ihr weiterer Ausbau wird wesentlich davon abhängen, ob es gelingt, ihre bisherigen Methoden auszubauen und neue Methoden in ihren Dienst zu stellen. In dieser Hinsicht weisen gerade die letzten Jahre gute Ansätze auf. Die alte Methode der Vitalfärbung geht durch die Anwendung der Fluorochrome in der Fluoreszenzmikroskopie verheißungsvolle Wege (HAITINGER 1938, STRUGGER 1938, 1939, 1940 a, b, c, 1941, 1948, 1949, HÖFLER 1947), die Resistenzstudien haben durch die Verwendung der Spurenelemente als Resistenzkriterien (BIEBL 1947, 1949) originelle Ergebnisse gezeitigt. Die Histophysiologie (RIES 1938) und speziell die „enzymatische Histologie“ (BERSIN 1939, HOLTER und LINDERSTROM 1940), sind aufstrebende

Wissenszweige, die gewiß zur protoplasmatischen Charakterisierung der pflanzlichen Gewebe Wesentliches beitragen werden (ENGEL 1947, FLEET 1948, DUFRENOY and PRATT 1948). Die protoplasmatische Pflanzenanatomie wird sich so immer mehr bewußt werden, daß durch Viskositäts- und Permeabilitätsstudien allein — so aufschlußreich diese auch sein mögen — nicht alle Protoplaste charakterisiert und von einander unterschieden werden können. Dazu gehört eine Fülle und Mannigfaltigkeit der Gesichtspunkte und Methoden. Das wurde ja eigentlich schon in dem programmatischen Vortrag von WEBER (1929 b) deutlich zum Ausdruck gebracht. Damals wurde auch auf ähnliche Forderungen für den Ausbau einer „cytologie nouvelle“ von CARREL (1927) hingewiesen. CARREL sah in der Gewebekultur den wichtigsten Weg, den die neue Cytologie beschreiten muß. Zu seiner Zeit waren allerdings die Erfolge der Zell- und Gewebekultur auf botanischem Gebiete noch recht gering. Das hat sich seitdem doch wesentlich gebessert (GAUTHERET 1942, WHITE 1943, 1946). So wird es wohl Zeit, auch diese neue Technik bewußt in den Dienst der protoplasmatischen Pflanzenanatomie zu stellen.

Literaturverzeichnis

- ÅKERMAN, A. (1917): Untersuchungen über die Aggregation in den Tentakeln von *Drosera rotundifolia*. Bot. Notiser 145.
- BECK, W. u. BASILIA, A. (1943): The osmotic quantities of the cells in the hypocotyl of *Helianthus annuus* seedlings. Bull. Torrey Bot. Club 70.
- BÉLEHRADEK, J. u. MELICHAR, J. (1930): L'action différentielle des températures élevées et des températures normales sur la survie de la cellule végétale (*Helodea candensis* Rich) Biologia generalis 6.
- BERSIN, TH. (1939): Enzymologie. Leipzig.
- BEYER, A. (1929): Über Tropfenbildung in den Schließzellen der Spaltöffnungen von *Tradescantia zebrina*. Botan. Archiv 26.
- BIEBL, R. (1935): Die Wirkung der α -Bestrahlung auf Protoplasma und Chloroplasten. Protoplasma 24.
- (1937): Zur protoplasmatischen Anatomie der Rotalgen. Protoplasma 28.
 - (1940 a): Weitere Untersuchungen über die Wirkung der α -Strahlen auf die Pflanzenzelle. Protoplasma 35.
 - (1940 b): Einige zellphysiologische Beobachtungen an *Hookeria lucens* (L). Sm. Österr. Bot. Zeitschr. 89.
 - (1941): Wirkung der UV-Strahlung auf Allium-Zellen. Protoplasma 36.
 - (1942): Wirkung der UV-Strahlung auf die Plasmapermeabilität. Protoplasma 37.
 - (1947): Über die gegensätzliche Wirkung der Spurenelemente Zink und Bor auf die Blattzellen von *Mnium rostratum*. Österr. Botan. Z. 94.
 - (1948): Permeabilitätsversuche an der Kartoffelpflanze. Österr. Botan. Z. 95.
 - (1949): Vergleichende chemische Resistenzstudien an pflanzlichen Plasmen. (Über ökologische und konstitutionelle Resistenzen) Protoplasma 39.
- BLOCH, R. (1947): Irreversible differentiation in certain plant cell lineages. Science 106.
- BOAS, Fr. (1929): Zur Kenntnis der Wirkung von Gallensalzen auf die Zelle. Protoplasma 9.

- BOGEN, H. J. (1938): Untersuchungen zu den „spezifischen Permeabilitätsreihen“ Höflers. II. Harnstoff und Glycerin. *Planta* 28.
- (1940): Untersuchungen über den Quellungseffekt permeierender Anelektrolyte. I. Ionenwirkung auf die Permeabilität von *Rhoeo discolor*. *Zeitschrift f. Bot.* 36.
- (1941): Untersuchungen über den Quellungseffekt permeierender Anelektrolyte II. Ionenwirkung auf die Permeabilität von *Gentiana cruciata*. *Planta* 32.
- BORRIS, H. (1937): Die Abhängigkeit der Aufnahme und Speicherung basischer Farbstoffe durch Pflanzenzellen von inneren und äußeren Faktoren. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* 55.
- BÜNNING, E. (1948): Die Bildung des Spaltöffnungsmusters in der Blattepidermis. *Zeitschr. Naturforschung* 3 b.
- CAPPELLETTI, C. (1947): Ricerche sulla papilla stigmatica di *Lilium candidum*. *Lab. di Botanica. Torino* 8.
- CARREL, A. (1927): La cytologie nouvelle. *C. r. soc. biol.*
- CHILD, C. M. (1928): The physiological gradients. *Protoplasma* 5.
- COELINGH, W. M. (1929): Over stoffen die infloed uitoefenen op de aggregatie bij *Drosera*. *Diss. Utrecht-Baarn.* 74 S.
- COLLA, S. (1936): Die kontraktile Zelle der Pflanzen. *Protoplasma-Monographien* 10.
- (1943): Estudios sobre la secretion nectarifera. III. *Arch. Biol. vegetal* 1.
- (1947): Sobre la tecnica para abservar in vivo cortes de tejidos contractiles. *Arch. biol. vegetal.* 3.
- CZAJA, A. Th. (1936): Untersuchungen über den Membraneffekt des Absorptionsgewebes und über die Farbstoffaufnahme in die lebende Zelle. *Planta* 26.
- DELAY, C. (1947): Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét.* 9.
- DIEHL, J. M. (1936): Einige Beobachtungen über die Aufnahme von Farbstoffen durch die Blätter von *Helodea densa* und *Helodea canadensis*. *Rec. Trav. bot. néer.* 33.
- DRAWERT, H. (1937): Protoplasmatische Anatomie des fixierten *Helodea*-Blattes. *Protoplasma* 29.
- (1938): Elektive Färbung der Hydropoten an fixierten Wasserpflanzen. Ein Beitrag zur protoplasmatischen Anatomie fixierter Gewebe. *Flora* 132.
- DRAWERT, H. (1941): Beobachtungen an den Spaltöffnungen und den Blatthaaren von *Tradescantia virginica* L. *Flora* 135.
- DUFRENOY, J. (1927): Le rôle des vacuoles dans les cellules glandulaires de poils des plantes carnivores. *Rev. Path. Végét.* 15.
- DUFRENOY, J. and PRATT, R. (1948): Histo-physiological localization of the site of reducing activity in stalks of sugar cane. *Americ. J. Bot.* 35.
- ELO, J. E. (1937): Vergleichende Permeabilitätsstudien besonders an niederen Pflanzen. *Annales Botanici Soc. Zool.-Bot. Fenn.* 8.
- (1939): Zur Kenntnis der Permeabilitätseigenschaften von *Hippuris vulgaris* L. *Protoplasma* 32.
- ENGEL, Chr. (1947): The distribution of the enzymes in resting cereals. I. u. II. *Biochim. et Biophys. Acta* 1.
- ERNOULD, L. (1946): L'autopolyploidie expérim. chez la betterave. *Cellule* 50.
- ESAU, K. (1939): Development and structure of the phloem tissue. *Bot. Rev.* 5.
- ESTERÁK, K. B. (1935): Resistenz-Gradienten in *Elodea*-Blättern. *Protoplasma* 23.
- FLEET, D. S. van (1948): Cortical patterns and gradients in vascular plants. *Americ. J. Bot.* 35.

- FREY-WYSSLING, A. u. v. RECHENBERG-ERNST, V. (1944): Über die Wasserpermeabilität der Epithemzellen von Hydathoden. *Flora* **37**.
- GAGETTI, A. (1947): Studi sull' anatomia protoplasmatica delle piante. Ricerche citofisiologiche sull' ecologia della traspirazione. Volume onoranza al Prof. G. GOLLA. *Lavori di Botanica Padova*.
- GAHLEN, K. (1934): Beiträge zur Physiologie der Blattzellen von *Helodea canadensis*. *Protoplasma* **22**.
- GANZINGER, K. (1939): Vergleichende Untersuchungen über die schädigende Wirkung von Hexamethylentetramin auf pflanzliche Zellen und über sein Permeiervermögen. *Biologia generalis* **14**.
- GAUTHERET, R. J. (1942): Manuel techn. de culture des tissus végétaux. Paris.
- GERM, H. (1932): Untersuchungen über die systrophische Inhaltsverlagerung in Pflanzenzellen nach Plasmolyse. III. *Protoplasma* **18**.
- (1938): Erfahrungen und Untersuchungen bei der Kühlagerung von Speisezwiebeln. *Gartenzeitung der Österr. Gartenbauges. in Wien*, Novembernummer.
- GICKLHORN, J. (1927): Über die Entstehung und die Formen lokalisierter Manganspeicherung bei Wasserpflanzen. *Protoplasma* **1**.
- (1930): Plasmolyseorte verschiedener Entwicklungsstadien einer Zelle. *Protoplasma* **12**.
- (1936): Gradienten des Erfrierens von Laubblättern. *Protoplasma* **26**.
- GONÇALVES DA CUNHA, A. (1938): Zytologische Studien über die Nektarien des Blattstieles von *Ricinus communis* L. *Bol. Soc. Broteriana, Sér. 2 A.*, **13**.
- GRATZY-WARDENGG S., A. E. (1929): Osmotische Untersuchungen an Farnprothallien. *Planta* **7**.
- GUTTENBERG, H. v. (1943): Die Aufgaben der Endodermis. *Biolog. Ctrbl.* **3**.
- HABERLANDT, G. (1924): Physiologische Pflanzenanatomie. 6. Aufl. Leipzig.
- HÄRTEL, O. (1939): Physiologische Studien an Hymenophyllaceen. 1. Zellphysiologische Untersuchungen. *Protoplasma* **34**.
- (1940): Physiologische Studien an Hymenophyllaceen. II. Wasserhaushalt und Resistenz. *Protoplasma* **34**.
- HAITINGER, M. (1938): Fluoreszenzmikroskopie. Ihre Anwendung in der Histologie und Chemie. *Akad. Verlagsges. Leipzig*.
- HOCQUETTE, M. (1936): Recherches microchimiques et cytologiques sur la nature et le mode de formation de la sécrétion de *Primula obconica*. *Rev. cytol. et cytophysiol. végétales*. **2**.
- HÖFLER, K. (1932): Vergleichende Protoplasmatik. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **50**.
- (1934): Neuere Ergebnisse der vergleichenden Permeabilitätsforschung. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **52**.
- (1936): Permeabilitätsunterschiede in verschiedenen Geweben einer Pflanze und ihre vermutlichen Ursachen. *Mikrochemie (Molisch-Festschrift)*.
- (1937): Spezifische Permeabilitätsreihen verschiedener Zellsorten derselben Pflanze. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **55**.
- (1941): Unsere derzeitige Kenntnis von den spezifischen Permeabilitätsreihen. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **60**.
- (1947): Was lehrt die Fluoreszenzmikroskopie von der Plasmapermeabilität und Stoffspeicherung. *Mikroskopie* **2**.
- (1949): Fluoreszenzmikroskopie und Zellphysiologie. *Biol. gen.* **19**.
- HÖFLER, K. u. STIEGLER, A. (1930): Permeabilitätsverteilung in verschiedenen Geweben der Pflanze. *Protoplasma* **9**.
- HÖFLER, R. (1939): Silbernitrat-Reduktion der Schließzellen und Öffnungszustand der Stomata. *Protoplasma* **33**.
- HOFMEISTER, L. (1935): Vergleichende Untersuchungen über spezifische Permeabilitätsreihen, *Bibliotheca Botanica* **113**.

- HOFMEISTER, L. (1938): Verschiedene Permeabilitätsreihen bei einer und derselben Zellsorte von *Ranunculus repens*. Jahrb. f. wiss. Bot. 86.
- (1939): Die Wasserpermeabilität der Zellen des Drüsenepithems von *Saxifraga*. Protoplasma 33.
- HOLTER, H. u. LINDERSTROM, K. (1940): Enzymatische Histochemie. Nord-Weidenhagen. Handbuch der Enzymologie 1. Leipzig.
- HOUSKA, H. (1939): Zur protoplasmatischen Anatomie der Küchenzwiebel. Österr. Bot. Zeitschr. 88.
- (1941): Beiträge zur Kenntnis der Kappenplasmolyse. Zur Ätiologie und protoplasmatischen Anatomie der Kappenplasmolyse bei *Allium cepa*. Protoplasma 36.
- HUBER, B. (1947): Zur Mikrophotographie der Saftströme im Transfusionsgewebe der Koniferennadeln. Planta 35.
- HUBER, Br. u. ROUSCHAL, E. (1938): Anatomische und zellphysiologische Beobachtungen am Siebröhrensystem der Bäume. Ber. deutsch. Bot. Ges. 56.
- HURCH, H. (1933): Beiträge zur Kenntnis der Permeabilitätsverteilung in den verschiedenen Geweben des Blattes. Beihefte z. Bot. Centralbl. 50.
- JOHANNES, H. (1940): Beiträge zur Vitalfärbung von Pilzmyzelien. I. Flora 134.
- KELLE, A. (1934): Zur Physiologie der Nebenzellen des Spaltöffnungsapparates. Diss. Münster.
- KISSELEW, N. (1925): Veränderung der Durchlässigkeit des Protoplasmas der Schließzellen im Zusammenhange mit stomatären Bewegungen. Beih. z. Bot. Centralbl. 41.
- KRESSIN, G. (1935): Beiträge zur vergleichenden Protoplasmatik der Mooszelle. Diss. Greifswald.
- KREUZ, J. (1940): Der Einfluß von Calcium- und Kalium-Salzen auf die Permeabilität des Protoplasmas für Harnstoff und Glycerin. Österr. Bot. Zeitsch. 90.
- KÜSTER, E. (1923): Über Manganniederschläge auf photosynthetisch tätigen Pflanzenzellen. Zeitschr. f. wiss. Mikr. u. mikr. Techn. 40.
- LEWIS, F. J. (1945): Physical conditions of the surface of the mesophyll cell walls of the leaf. Nature (London) 156.
- LILIENSTERN, M. (1934): Beitrag zur Physiologie der Epidermis. Protoplasma 22.
- (1935): Altersunterschiede von Zellen einiger Wasserpflanzen in bezug auf ihr Reduktionsvermögen. Protoplasma 23.
- LINSBAUER, K. (1916): Die physiologischen Arten der Meristeme. Biol. Ztrbl. 36.
- (1926): Beobachtungen an Spaltöffnungen. Planta 2.
- (1927): Weitere Beobachtungen an Spaltöffnungen. Planta 3.
- LLOYD, F. E. (1942): The carnivorous plants. Waltham.
- MARKLUND, T. (1936): Vergleichende Permeabilitätsstudien an pflanzlichen Protoplasten. Acta Bot. Fenn. 18.
- MEINDL, T. (1934): Weitere Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des *Helodea*-Blattes. Protoplasma 21.
- MEISSNER, R. (1937): Protoplasmatische Anatomie der Wasserspalten. Protoplasma 28.
- MEITES, M. (1943): Perméabilité de la feuille isolée d'*Elodea*. Bull. Soc. bot. France 90.
- (1947): Observations vitales effectuées sur les feuilles d'*Elodea*. Bull. Soc. bot. France 92.
- MENDER, G. (1938): Protoplasmatische Anatomie des Laubmooses *Bryum capillare*. I. Protoplasma 30.
- MISSBACH, G. (1928): Versuche zur Prüfung der Plasmaviskosität. Protoplasma 3.

- MODER, A. (1932): Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des *Helodea*-Blattes. *Protoplasma* 16.
- MOLISCH, H. (1926): Pflanzenbiologie in Japan auf Grund eigener Beobachtungen. Jena.
- NICOLIĆ, M. (1925): Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsbewegung II. Über die Beziehung der Stomatärbewegung zur Lichtintensität. *Beih. z. Bot. Centralbl.* 41.
- PECKSIEDER, M. E. (1947): Permeabilitätsstudien an Lebermoosen. *Sitzb. Österr. Akad. Wiss. Mathem.-Naturw. Kl. Abt. I*, 156.
- PEKAREK, J. (1929): Vitalfärbung von Nektarien. *Kolloid-Beihefte* 28.
- (1933): Über die Aziditätsverhältnisse in den Epidermis- und Schließzellen bei *Rumex acetosa* im Licht und im Dunkeln. *Planta* 21.
- (1936): Bemerkungen zur Schließzellen-Permeabilität offener und geschlossener Spaltöffnungen. *Beih. z. Bot. Centralbl.* 55.
- PIGNEUR, H. (1947): L'ontogénèse du tube criblé. *Cellule* 51.
- POLITIS, J. (1948): Recherches cytologiques sur le mode de formation de l'acide chlorogénique. Du rôle de l'acide chlorogénique dans la formation des membranes subérimées. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végétales* 10.
- PRAT, H. (1945): Les gradients histophysiologiques et l'organogenese végétale. *Rev. Canadian Biol.* 4. Vgl. auch 1948: *Bot. Review* 14.
- REUTER, L. (1937): Beiträge zur protoplasmatischen Pflanzenanatomie. 1. Protoplasmatik der Deckelzellen subepidermaler Öldrüsen von Rutaceen. *Protoplasma* 29.
- (1938 a): Der Stärkegehalt der Schließzellen von *Zea-Albinos*. *Protoplasma* 31.
- (1938 b): Protoplasmatik der Stomata-Zellen der Gleitzone der *Nepenthes*-Kanne. *Protoplasma* 30.
- (1941): Über die Salzresistenz der Epidermiszellen des Blattes von *Pisum sativum*. Ein Beitrag zur protoplasmatischen Anatomie. *Protoplasma* 35.
- (1942): Beobachtungen an den Spaltöffnungen von *Polypodium vulgare* in verschiedenen Entwicklungsstadien. Ein Beitrag zur protoplasmatischen Anatomie. *Protoplasma* 36.
- (1943): Die Harnstoffpermeabilität der Schließzellen. Versuch eines quantitativen Nachweises der Permeabilität der Schließzellen. *Protoplasma* 37.
- (1948): Die Protoplasmatik der Schließzellen von Schwimmpflanzen. I. Die Schließzellen von *Lemna minor*. *Phyton*. 1.
- (1949): Zur protoplasmatischen Anatomie des Keimblattes von *Soja hispida*. Ein Beitrag zur Protoplasmatik ernährungsphysiologisch differenter Zellzustände. *Österr. Bot. Zeitschr.* (im Druck).
- RICHTER, A. A. u. DWORETZKAIA, E. T. (1927): J. exper. Landw. in Südosten europ. Rußland. 3, 51 (zitiert nach Kostytschew).
- RIES, E. (1938): Grundriß der Histophysiologie. Leipzig.
- ROUSCHAL, E. (1941): Untersuchungen über die Protoplasmatik und Funktion der Siebröhren. *Flora N.F.* 35.
- RUBINSTEIN, D. L. u. USPENSKAJA, V. (1934): Über den isoelektrischen Punkt der pflanzlichen Plasmahaut. *Protoplasma* 21.
- RUGE, U. (1937): Untersuchungen über die Änderungen der osmotischen Zustandsgrößen und der Membraneigenschaften des Hypokotyls von *Helianthus annuus* beim normalen Streckungswachstum. *Planta* 27.
- (1940): Kritische zell- und entwicklungsphysiologische Untersuchungen an den Blattzähnen von *Helodea densa*. *Flora* 34.

- RUHLAND, W. u. ULLRICH, H. (1939): Richtigstellung und Erwiderung auf eine Besprechung der Leipziger „Untersuchungen zu den spezifischen Permeabilitätsreihen Höflers“ durch Bruno Huber. *Planta* 29.
- RUHLAND, W., ULLRICH, H. u. ENDO, S. (1938): Untersuchungen zu den „spezifischen Permeabilitätsreihen“ Höflers I, Zur Frage der Alkoholpermeabilität von Pflanzenzellen unter verschiedenen Versuchsbedingungen. *Planta* 27.
- SALMON, J. (1946): Différenciation des tubes criblés. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végétale* 9.
- (1947): Différenciation des tubes criblés chez les Angiospermes: Recherches cytologiques. Rennes.
- SAYRE, J. D. (1923): Physiology of stomata of *Rumex patientia*. *Science* 67.
- (1926): Physiology of stomata of *Rumex patientia*. *Ohio State Univ. Journ.* 26.
- SEIFRIZ, W. (1923): Observations on the reaction of protoplasm to some reagents. *Annales of Bot.* 37.
- SCARTH, G. W. (1926): The influence of H-ion concentration on the turgor and movement of plant cells with special reference to stomatal behavior. *Proc. Internat. Congr. Plant. Sci.* Ithaca N. Y. 2.
- (1927): Stomatal movement. Its regulation and regulatory rôle. *Protoplasma* 2.
- (1929): The influence of H-ion concentration on the turgor and movement of plant cells with special reference to stomatal behavior. *Proc. internat. Congr. Plant Sci.* 2.
- (1932): Mechanism of the action of light and other factors on stomatal movement. *Plant Physiol.* 7.
- SCHEIBMAIR, G. (1937): Hitzeresistenz-Studien an Moos-Zellen. *Protoplasma* 29.
- SCHEITTERER, H. u. WEBER, Fr. (1930): Osmotischer Wert bei Harnstoff-Endosmose. *Protoplasma* 11.
- SCHMIDT, H. (1936): Plasmolyse und Permeabilität. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 83.
- (1939): Plasmazustand und Wasserhaushalt bei *Lamium maculatum*. *Protoplasma* 33.
- SCHÖNLEBER, K. (1937): Beiträge zur Kenntnis der Manganvererzung der Pflanzenzellmembran. *Protoplasma* 27.
- SCHUMACHER, W. (1939): Über die Plasmolysierbarkeit der Siebröhren. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 88.
- SMALL, J. (1939): Technique for the observation of protoplasmic streaming in sieve tubes. *New Phytologist* 38.
- SMALL, J. u. MAXWELL, K. M. (1939): pH-phenomena in relation to stomatal opening. *Protoplasma* 32.
- STRUGGER, S. (1934): Beiträge zur Physiologie des Wachstums I. Zur protoplasma-physiologischen Kausalanalyse des Streckungswachstums. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 79.
- (1935): Beiträge zur Gewebephysiologie der Wurzel. Zur Analyse und Methodik der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot. *Protoplasma* 24.
- (1936): Die Vitalfärbung der Chloroplasten von *Helodea* mit Rhodaminen. *Flora* 131.
- (1938): Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen über die Speicherung und Wanderung des Fluoreszeinkalium in pflanzlichen Geweben. *Flora* 132.
- (1939): Die lumineszenzmikroskopische Analyse des Transpirationsstromes in Parenchymen II. Die Eigenschaften des Berberinsulfates und seine Speicherung durch lebende Zellen. *Biol. Zentralbl.* 59.

- STRUGGER, S. (1940 a): Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen über die Aufnahme und Speicherung der Akridinorange durch lebende und tote Pflanzenzellen. *Jenaische Z. f. Naturw.* **73**.
- (1940 b): Die Kultur von *Didymum nigripes* aus Myxamöben mit vitalgefärbtem Plasma und Zellkernen. *Z. wiss. Mikr.* **57**.
- (1940 c): Neues über die Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot. *Protoplasma* **34**.
- (1941): Zellphysiologische Studien mit Fluoreszenzindikatoren I. Basische zweifarbige Indikatoren. *Flora* **135**.
- (1948): Die Vitalfluorochromierung des Protoplasmas. *Naturwiss.* **34**.
- 1949: Fluoreszenzmikroskopie und Mikrobiologie. Hannover.
- STRUGGER, S. u. WEBER, Fr. (1926): Zur Physiologie der Stomata Nebenzellen. *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.* **44**.
- TORRIANI, C. (1947): Studi sull' anatomia protoplasmatica delle piante. La diversa sensibilità delle radice e del fusto agli stimoli la loro diversa partecipazione al ricambio idrico e la struttura del plasma. Volume onoranze al Prof. G. GOLLA, *Lavori di Botanica Padova*.
- WALTER, H. (1929): Plasmaquellung und Assimilation. *Protoplasma* **6**.
- WARNER, H. (1944): The zonal graduation of respiratory intensity in the root. *Arkiv Bot.* **31**.
- WEBER, Fr. (1925 a): Physiologische Ungleichheit bei morphologischer Gleichheit. *Österr. Bot. Zeitschr.* **74**.
- (1925 b): Plasmolyseform und Kernform funktionierender Schließzellen. *Jahrb. f. wiss. Bot.* **64**.
- (1925 c): Der Zellkern der Schließzellen. *Planta* **1**.
- (1926 a): Die Schließzellen. *Arch. f. exper. Zellforsch.* **3**.
- (1926 b): Hitze-Resistenz funktionierender Stomata-Nebenzellen. *Planta* **2**.
- (1927): Cytoplasma- und Kernzustandsänderungen bei Schließzellen. *Protoplasma* **2**.
- (1929 a): Vakuolenkontraktion, Tropfenbildung und Aggregation in Stomata-Zellen. *Protoplasma* **9**.
- (1929 b): Protoplasmatische Pflanzenanatomie. *Protoplasma* **8**.
- (1930): Permeabilität der Stomata-Zellen. *Protoplasma* **10**.
- (1931): Harnstoff-Permeabilität ungleich alter Stomata-Zellen. *Protoplasma* **14**.
- (1932 a): Protoplasmatische Ungleichheit morphologisch gleicher Zellen. *Protoplasma* **15**.
- (1932 b): Unterschiede in der Säureresistenz der *Helodea*-Blattzellen. *Protoplasma* **16**.
- (1932 c): Resistenz der Schließzellen gegen Gallensalz-Neutralsalze. *Biologia generalis* **8**.
- (1933): Zur Permeabilität der Schließzellen. *Protoplasma* **19**.
- (1934): Erneuerung der Pflanzenanatomie. *Scientia*.
- (1940): Kurzzellen-Schließzellen von *Iris japonica*. *Protoplasma* **35**.
- (1942): Vitamin C im Nektar von *Fritillaria imperialis*. *Protoplasma* **36**.
- WHITE, Ph. R. (1943): A handbook of plant tissue culture.
- (1946): Plant tissue cultures. II. *Botan. Rev.* **12**.
- WILLIAM, A. (1945): Translocation des glucides et origine du saccharose dans la betterave. *Publ. Inst. Belge pour l'amélior. betterave*. **13**.
- ZEHEHNER, H. (1934): Untersuchungen über die Alkoholpermeabilität des Protoplasmas. *Jahrb. f. wiss. Bot.* **80**.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [1_2-4](#)

Autor(en)/Author(s): Reuter Lotte

Artikel/Article: [Protoplasmatische Pflanzenanatomie. 229-243](#)