

# Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm  
in Cassel

und

Dr. W. J. Behrens  
in Göttingen.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

No. 20.

Abonnement für den Jahrgang [52 Nrn.] mit 28 M.  
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1888.

## Referate.

Pfeffer, W., Ueber chemotactische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. (Untersuchungen aus dem botanischen Institut in Tübingen. Bd. II. 1888. p. 582—661.)

Nachdem Verf. in der Einleitung kurz auf die Hauptergebnisse der vorliegenden Arbeit, die sich eng an seine frühere Abhandlung „über die locomotorischen Richtungsbewegungen durch chemische Reize“ anschließt, hingewiesen, gibt er im zweiten Abschnitt eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsmethode. Dieselbe stimmt im Wesentlichen mit der früheren überein und besteht darin, dass kleine Capillarröhren, die mit dem auf seine Reizbarkeit zu prüfenden Stoffe gefüllt waren, zu dem auf dem Objectträger befindlichen und mit den betreffenden Organismen erfüllten Wassertropfen hinzugeschoben wurden. Bezüglich weiterer Details und der vom Verf. sorgfältig geprüften Fehlerquellen der Methode muss auf das Original verwiesen werden.

Im dritten Abschnitte bespricht Verf. die benutzten Organismen, namentlich die Herkunft derselben. Von den Bakterien

wurden namentlich *Bacterium Termo* und *Spirillum Undula*, ausserdem aber auch eine ganze Anzahl zum Theil sehr seltener Formen zur Untersuchung benutzt. Dieselben wurden, soweit dies möglich war, aus Reinculturen, die in Agar-Fleischpepton in Reagenröhren erzogen waren, entnommen.

Von den verschiedenen Flagellaten und Chlamydomonaden wurde namentlich *Bodo saltans* verwandt; ausserdem war auch *Hexamitus rostratus* durch starke Reizbarkeit ausgezeichnet, auch die chlorophyllführende *Chlamydomonas pulvisculus* erwies sich als reizbar, während alle grünen Flagellaten diese Eigenschaft nicht besaßen. Ebenso erhielt Verf. auch bei allen untersuchten Infusorien negative Resultate.

Im 4. Abschnitte stellt Verf. die Resultate der Versuche mit *Bacterium Termo*, *Spirillum Undula* und *Bodo saltans* zusammen. Diese wurden mit den verschiedenartigsten anorganischen und organischen Verbindungen auf ihre Reizbarkeit geprüft, und zwar wurde nicht nur im allgemeinen die Stärke der Anziehung festgestellt, sondern es wurde in den meisten Fällen auch die geringste Concentration ermittelt, bei der überhaupt noch eine anziehende Wirkung nachweisbar war („die Reizschwelle“).

Unter den anorganischen Substanzen sind nun namentlich die Kalisalze durch stark anziehende Wirkung ausgezeichnet, doch zeigte eine Vergleichung verschiedener Kalisalze, dass die Stärke der Anziehung keineswegs einfach dem Kaligehalte der Lösungen proportional ist; ebenso entsprach auch keineswegs jeder Säuregruppe eine bestimmte Anziehung. Ausser den Kalisalzen zeigten auch die übrigen Alkalisalze eine beträchtliche anziehende Wirkung, während die Salze der Erdalkalien, die zwar zum Theil auch deutlich anziehend wirken, diesen bedeutend nachstehen.

Unter den organischen Verbindungen ist namentlich Pepton durch starke chemotactische Wirkung ausgezeichnet, ferner üben auch Asparagin, Harnstoff und die Stickstoff-haltigen Bestandtheile des Fleischextractes eine nicht unbeträchtliche anziehende Wirkung aus. Wenig anziehend wirkten im allgemeinen die Kohlehydrate; doch wirkt Dextrin sehr stark auf *Bacterium Termo*, während es auf *Spirillum Undula* keine merkliche Anziehung ausübt. Ueberhaupt zeigen die verschiedenen Organismen auch gegen mehrere andere Stoffe eine ungleiche Reizbarkeit.

Von Interesse ist schliesslich noch das Verhalten des Glycerins, das, obwohl es ein geeigneter Nährstoff für die Bakterien ist, nicht die geringste chemotactische Wirkung ausübt; es folgt hieraus, dass der Nährwerth für die chemotactische Wirkung nicht entscheidend ist, wenn auch im allgemeinen die beweglichen Organismen durch die chemotactischen Bewegungen sicher auf einen geeigneten Nährboden geführt werden.

V. Die Versuche mit anderen Organismen ergaben im Wesentlichen gleiche Resultate, wie die soeben besprochenen; doch war bei den meisten der Grad der Reizbarkeit ein bedeutend geringerer. Im allgemeinen erwiesen sich auch bei ihnen Kalisalze

und Pepton als die wirksamsten Reizmittel, während Glycerin nur in einem Falle eine überdies noch zweifelhafte Anziehung ausübte.

Als sehr wenig empfindlich erwiesen sich die meisten pathogenen Bakterien, wie z. B. der *Bacillus typhi abdominalis* und das *Spirillum cholerae asiaticae*; doch werden auch diese von 1% Peptonlösung unzweifelhaft angezogen.

Im 6. Abschnitt bespricht Verf. namentlich die Umstände, die ausser der chemotactischen Reizbarkeit eine Ansammlung beweglicher Organismen bewirken können. Es besitzen nach seinen Untersuchungen eine Anzahl von Infusorien höchstwahrscheinlich eine Reizbarkeit gegen Contact; durch diese sollen namentlich die Anhäufungen von *Glaucoma scintillans* an Detritusmassen hervorgerufen werden. Dahingegen ist die häufig zu beobachtende Ansammlung der Bakterien am Rande des Beobachtungstropfens hauptsächlich auf die in diesem durch Capillarkräfte hervorgerufenen Strömungen zurückzuführen.

Im 7. Abschnitte behandelt Verf. die Repulsionswirkungen verschiedener Substanzen, die er auch als negative Chemotaxis bezeichnet. Eine Beobachtung der repulsiven Wirkung eines Stoffes gelang meist am besten dadurch, dass die betreffenden Capillaren, ausser mit dem auf seine Repulsionskraft zu prüfenden Stoffe, mit einer anziehend wirkenden Substanz gefüllt wurden; es konnte dann aus der Abschwächung der Anziehung auf repulsive Wirkung geschlossen werden. Eine Abstossung beweglicher Organismen kann nun zunächst durch dieselben Stoffe, die bei niedriger Concentration anziehend wirken, hervorgebracht werden, wenn diese in hoher Concentration angewandt werden. So ist namentlich *Spirillum Undula* gegen hohe Concentrationen sehr empfindlich, während *Bacterium Termo* auch von relativ concentrirten Lösungen nur wenig abgestossen wird.

Ferner besitzen nun aber auch die meisten alkalisch oder sauer reagirenden Stoffe repulsive Wirkung; endlich ist auch Alkohol durch starke Repulsionskraft ausgezeichnet.

Durch die negative Chemotaxis werden die Organismen offenbar in vielen Fällen von schädlichen Lösungen abgelenkt; doch besitzen keineswegs alle für die Bakterien und Flagellaten tödtlich wirkenden Substanzen gleichzeitig repulsive Wirkung. So sah Verf. z. B. *Bacterium Termo* lebhaft in eine Capillare hineinsteuern, die neben 0.019% Chlorkalium 0.05% Quecksilberchlorid enthielt, obwohl sie in dieser alsbald zu Grunde gingen.

Im 8. Abschnitt zeigt Verf., dass in Gemischen verschiedenartiger Stoffe die Grösse der Reizwirkung jedenfalls im allgemeinen der Summe der Einzelwirkungen der Componenten gleich ist. Ausserdem behandelt er den Einfluss, den äussere Umstände, namentlich Nahrungsmangel, auf die Empfindlichkeit der beweglichen Organismen auszuüben vermögen.

9. Das Verhältniss von Reiz- und Reactionsgrösse wurde vom Verf. bei *Bacterium Termo* in verschiedenen concentrirten

Lösungen von Fleischextract untersucht. Verf. fand in diesem Falle Proportionalität zwischen den beiden genannten Grössen, und zwar wurde die Reizschwelle erreicht, wenn die in der Capillare enthaltene Flüssigkeit die Aussenflüssigkeit 5 mal an Concentration übertraf, während bei den Samenfäden der Farne, wie Verf. früher nachgewiesen hat, erst eine 30 mal höhere Concentration eine merkliche Reizwirkung auszuüben vermochte.

Im 10. Abschnitte zeigt Verf., wie die chemotactische Reizbarkeit der niederen Organismen vielfach dazu benutzt werden kann, dieselben wenigstens partiell von einander zu trennen. So liess sich z. B. aus der Vereinigung von *Hexamitus inflatus* und *H. rostratus* durch 2% Fleischextract der letztere einfangen; ebenso konnte durch verdünnte Dextrinlösung aus einem Gemisch von *Bacterium Termo* mit *Spirillum Undula* die erstere allein angelockt werden.

Ferner kann die chemotactische Reizbarkeit aber auch zum Einfangen beweglicher Organismen dienen. Hierzu hat Verf. namentlich getödtete Regenwürmer als Köder verwandt und mit Hilfe derselben verschiedene bisher für selten gehaltene Bakterien und Flagellaten aus Kloakenschlamm und dergl. einfangen können.

Von den im 11. Abschnitt enthaltenen allgemeinen Betrachtungen mögen folgende Sätze hier angeführt werden:

„Zur Erzielung chemotactischer Reizung bedarf es ungleicher Vertheilung des Reizmittels um den Körper, wie solche durch Diffusion hergestellt wird. Die Auslösung hängt indess nicht von der Diffusionsbewegung als solcher ab, sondern von der specifischen Wirkung des diffundirenden Körpers. Demgemäss bringen nicht alle diffundirenden Stoffe chemotactische Reizung hervor, und gute wie schlechte Reizmittel finden sich sowohl unter Krystalloiden als Colloiden.

Die Reizung in der Diffusionszone veranlasst eine bestimmte Richtung der Körperachse und erreicht damit, dass der Organismus mittels seiner üblichen Bewegungsthätigkeit gegen das Reizmittel, oder, bei Repulsion, von diesem hinweg steuert. Es geschieht dieses ohne Steigerung der Bewegungsschnelligkeit, die indess, unabhängig von der chemotactischen Reizung, erhöht werden kann, wenn dem partiell trophotonischen Organismus mit dem Reizmittel zugleich geeignetes Nährmaterial zugeführt wird.

Die Körperwendungen in chemotactischen Reizungen werden durch die üblichen Bewegungsmittel ausgeführt, und eine Veränderung der Körperform wirkt selbst bei denjenigen Organismen nicht mit, welche zur Metabolie befähigt sind.“

In einem Anhang führt Verf. schliesslich noch einige neuere Beobachtungen an Samenfäden und Pollenschläuchen an.

Er hat zunächst gefunden, dass auf die Samenfäden der Farne die künstlich dargestellte inactive Aepfelsäure ebenso chemotactisch wirkt, wie die active Aepfelsäure, wogegen Aepfelsäureäthyläther keine chemotactische Reizung ausübt.

Sodann erwähnt Verf. einige Versuche mit Samenfäden von *Sphagnum acutifolium*; aus diesen geht hervor, dass Zucker auf dieselben nicht anziehend wirkt; welcher Stoff aber die Samenfäden in die Archegonien hineinlockt, konnte nicht ermittelt werden.

Auch bei den Pollenschläuchen hat Verf. bisher vorwiegend negative Resultate erhalten. Er fand, dass dieselben weder durch Heliotropismus, Thermotropismus oder Hydrotropismus, noch durch chemische oder Contact-Reize zur Eizelle hingeleitet werden.

Zimmermann (Tübingen).

**Phillips, William**, *A manual of the British Discomycetes*. (The international scientific Series. Vol. LXI.) 8°. 462 pp. Mit 12 lithographischen Tafeln. London (Kegan Paul, Trench & Co.) 1887.

Das vorliegende Handbuch soll in erster Linie dem praktischen Bedürfnisse als Bestimmungsbuch gerecht werden. Ref. kann nach längerer Erprobung desselben behaupten, dass es nicht nur diesem Zwecke vollkommen entspricht, sondern als eine sehr werthvolle Bearbeitung der Discomyceten betrachtet werden muss. Mit Berücksichtigung der wichtigen Arbeiten Cooke's, Karsten's und Fuckel's ist es dem Verf. gelungen, eine Zusammenfassung der Discomyceten zu geben, die nicht nur im Gebiete der englischen Flora von grossem Werthe ist. — Die Haupteintheilung ist jene von Fries mit der Modification neuerer Mykologen, insbesondere Cooke's (Helvellaceae, Pezizeae, Ascoboleae, Bulgarieae, Dermateae, Patellariaceae, Stictiae, Phacidiaceae, Gymnoasceae). Jede Gattung enthält nebst ausführlicher Diagnose eine Bestimmungstabelle der Arten. Aus dem den Arten gewidmeten Theile ist insbesondere die Anführung der wichtigsten Synonyme, sowie Citirung der wichtigeren Exsiccaten hervorgehoben. Besonders durch den letztgenannten Umstand wird das Bestimmen bedeutend erleichtert. Die Standortangaben beziehen sich bloss auf das im Titel genannte Florengebiet. — Die 12 Tafeln enthalten Darstellungen je eines Vertreters der Gattungen. Die einzelnen Figuren sind zum grossen Theile dem Handbuche Cooke's entnommen, zum Theile Originale. Die Darstellung ist eine meistens sehr gute und richtige, nur bei einigen Figuren sind Ungenauigkeiten aus den Tafeln Cooke's übergegangen. Wie werthvoll solche Abbildungen bei dem Bestimmen der Gattungen für den Anfänger und minder Geübten sind, dies hat sich ja schon bei der Bearbeitung der deutschen Pilze durch G. Winter gezeigt, wie denn überhaupt das vorliegende Buch in seinen Einrichtungen bedeutend an jenes erinnert und dadurch ein, allerdings für ein ganz anderes Florengebiet bestimmtes, Seitenstück zu der soeben im Erscheinen begriffenen, von H. Rehm bearbeiteten, die Discomyceten Deutschlands behandelnden Fortsetzung jenes Werkes darstellt.

v. Wettstein (Wien).

**Bottini, A.**, Muscinee dell'Isola del Giglio. (Estratto dal Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. XIX. 1887. No. 4.) 8°. 11 pp.

Der in der bryologischen Durchforschung italienischer Localflora unermüdete Verf. gibt uns in vorliegender verdienstvollen Arbeit eine Aufzählung der Laub- und Lebermoose, welche er auf der toscanischen Insel Giglio in den Tagen vom 15.—21. April vorigen Jahres gesammelt hat. Die Ausbeute umfasst 73 Species Laubmoose (46 Acrocarpi, 27 Pleurocarpi) und 14 Species Lebermoose und bereichert die Provinz Toscana um folgende 3 Arten: *Sphaerangium muticum* Schreb., *Fontinalis Duriaei* Schpr. und *Radula commutata* Gottsche. Letztere Art, in Fruchtexemplaren gesammelt, war aus Italien seither nur steril bekannt. Als mehr oder weniger seltene Arten dürften folgende zu notiren sein:

*Barbula canescens* Bruch, *B. gracilis* Schwgr., *Funaria convexa* Spee., *F. microstoma* Br. Eur., *Bryum juliforme* Solms, *Homalia lusitanica* Schpr., *Eurhynchium meridionale* De Not., *E. pumilum* Wils., *E. Teesdalei* Sm., *Raphidostegium Welwitschii* Schpr. (diese seltene Art wurde vom Verf. neuerdings auch bei Pisa in zahlreichen Exemplaren beobachtet!), *Rhynchostegium curvisetum* Brid., var. *litoreum* De Not., *Lophocolea fragrans* Moris et De Not., *Lunularia cruciata* Dum. und *Corsinia marchantioides* Raddi.

Eine kurze geographische und geognostische Skizze der Insel Giglio ist als Einleitung vorausgeschickt. Geheeb (Geisa).

**Sachs, J.**, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Zweite neu bearbeitete Auflage. 8°. XII, 884 pp. Mit 391 Figuren in Holzschnitt. Leipzig (Wilhelm Engelmann) 1887.

Die neu erschienene zweite Auflage hat das anfänglich gesteckte Ziel der ersten Auflage voll beibehalten, auch sie führt den Studirenden, wie den gebildeten Laien methodisch in die Probleme der Physiologie ein und bietet dem Fachgenossen ein anregendes harmonisches Bild, wie sich diese Wissenschaft und ihre Aufgaben im Geiste eines Mannes darstellen, der eine lange äusserst erfolgreiche Forschungs- und Lehrthätigkeit auf ihrem Gebiete hinter sich hat, und dessen eigene Untersuchungen heute ganz wesentliche Bestandtheile dieser Wissenschaft bilden.

Die bei der zweiten Auflage vorgenommenen Veränderungen machen sich zunächst in einer Raumersparniss geltend, die trotz mannichfacher Zufügungen im Texte durch eine gedrängtere Darstellung erreicht wurde. Aeltere, meist die fremden Autoren entlehnten, Abbildungen sind thunlichst in Wegfall gekommen, dafür aber wurden ca. 50 neue vorzügliche Original-Holzschnitte zugefügt.

Von wesentlicheren Veränderungen in dem Text der einzelnen Vorlesungen ist der Fortfall der bisherigen 12. und 13. Vorlesung zu erwähnen, deren Themata (allgemeine äussere Lebensbedingungen, Molecularstructur) an passende Stellen anderer Vorlesungen vertheilt wurden. In der Einleitung zur ersten Vorlesung ist, noch

schärfer als dies in der ersten Auflage geschehen, die Reizbarkeit als das eigentliche Object der Physiologie in den Vordergrund jeder Betrachtung gestellt. Die Anatomie und Physiologie haben nur kurze Zusätze erfahren. Die Theorie des Transpirationsstromes ist unverändert beibehalten worden und in einer Anmerkung dazu die fundamentale Verschiedenheit der Erscheinungen der Imbibition und der Capillarität kurz, aber scharf betont. Bei dem Capitel über Assimilation sind neue Beobachtungen und Versuche über Stärkebewegung aufgenommen, neue auxanometrische Apparate in Illustrationen bei der Wachstumslehre eingefügt. Die Lehre von der Bewegungsmechanik der Ranken- und Schlingpflanzen wurde unverändert gelassen, da keine der neueren Untersuchungen eine Veränderung der vorgetragenen Ansicht erheischte. Den Geotropismus finden wir durch eine neue Einleitung dem richtigen Verständniss näher gebracht; der Heliotropismus, der diesen Vortheil mitgeniesst, ist weiterhin durch Abbildungen neuer Apparate und eine endgiltige Abweisung der Annahme von der heliotropischen Wirksamkeit der gelben Strahlen bereichert. Bei den Ausführungen über die Continuität der embryonalen Substanz ist zurückgegriffen auf den ersten Hinweis in Sachs' Stoff und Form (II) und die dort entwickelte Auffassung ist gegenüber neueren Anschauungen von Keimplasma, Idioplasma als die auf den realsten Grundlagen fussende, aufrecht erhalten.

Seitens des Verlegers ist das Buch auf das Feinste und Gediegenste ausgestattet, es übertrifft in dieser Beziehung noch die frühere Auflage, während andererseits der Preis des Werkes ermässigt werden konnte.

Noll (Würzburg).

---

**Kreusler, U.,** Beobachtungen über die Kohlensäure-Aufnahme und -Ausgabe (Assimilation und Athmung) der Pflanzen. I. II. III. (Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVI. 1887. p. 711—755; Bd. XVII. 1888. p. 161—175.)

Der zu den Versuchen dienende Apparat ist in einer bereits früher erschienenen Abhandlung des Verf.'s\*) des Näheren beschrieben worden. Hier genüge es, ganz kurz auf denselben zurückzukommen. Zur Aufnahme der Pflanzen dient ein flacher, rechtwinkliger Kasten mit doppeltem Boden, durch welchen Wasser von beliebiger Temperatur geleitet werden kann. Die dem Boden gegenüber befindliche Wand wird durch eine luftdicht aufgekittete Spiegelscheibe gebildet. Der Vegetationsraum ist 50 cm lang, 30 cm breit und 2,5 cm tief. Um während der Versuche den Gehalt der Luft an Kohlensäure im Vegetationsraum constant zu erhalten, wird ein beständiger Luftstrom mit genau abgemessenem

---

\*) Ueber eine Methode zur Beobachtung der Assimilation und Athmung der Pflanzen und über einige diese Vorgänge beeinflussende Momente. (Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XIV. p. 911—965.)

Kohlensäuregehalt durch denselben geleitet. Die Kohlensäure wird der Luft dadurch zugemischt, dass man sie durch einen Kolben mit concentrirter Schwefelsäure treten lässt, in welche tropfenweise aus einer Bürette eine genau titrirte Sodalösung einfließt. Die aus dem Kasten austretende Luft streicht durch Röhren mit Baryhydrat und wird hier ihres Kohlensäuregehaltes beraubt. Die Differenz der zugemischten und der durch Wägen der Barytröhrchen wiedergefundenen Kohlensäure gibt den Verbrauch derselben bei der Assimilation, resp. die Production bei der Athmung an. Es wurde durchweg mit abgeschnittenen Zweigen operirt, deren mit nassem Messer bewirkten Schnittflächen während der ganzen Dauer des Versuches in destillirtem Wasser verblieben.

A. Versuche mit Sprossen ein und der nämlichen Pflanze in verschiedener Entwicklungsperiode.

Als Versuchsobjecte dienten abgeschnittene Zweige von Philadelphus, welche am 27. Mai, 21. Juni, 2. August und 16. August demselben Strauche entnommen wurden. Die folgende Tabelle enthält eine übersichtliche Zusammenstellung der gewonnenen Resultate.

		Milligramm CO <sub>2</sub> pro 1 qdm Blattfläche stündlich bei Philadelphus entnommen am			
		27. Mai.	21. Juni.	2. August.	16. August.
Versuche im Dunklen:					
Athmung	bei 25° C. . . . .	0,52	1,33	1,36	0,97
	bei 15° C. . . . .	0,26	0,59	0,64	0,57
Bei Beleuchtung durch die elektrische Lampe:					
CO <sub>2</sub> aus der Luft absorhirt	bei 25° C.	14,17	10,95	8,20	7,15
		15,13	11,77	10,22	4,61
	Mittel	—	—	8,32	—
	bei 15° C.	14,65	11,36	8,91	5,88
		11,68	8,15	7,59	12,57
	Mittel	—	6,97	11,86	8,65
CO <sub>2</sub> im Ganzen verbraucht	bei 25° C.	11,68	7,56	9,09	10,01
		14,67	12,29	9,56	8,12
	Mittel	15,63	13,10	11,58	5,58
	bei 15° C.	—	—	9,68	—
		15,15	12,70	10,27	6,85
	Mittel	11,94	8,74	8,23	13,13
		—	7,56	12,49	9,21
Mittel		11,94	8,15	9,73	11,17

Hieraus ist ersichtlich, dass bei 25° C. die assimilatorische Leistung mit zunehmendem Alter der Blätter stetig abnimmt. Bei 15° hingegen finden wir „eine maximale Leistung der jüngeren Organe, ein zur Blütezeit unvermittelt eintretendes Minimum und dann allmähliches Steigen, derart, dass die ältesten Blätter den jüngsten nur wenig mehr nachstehen“.

Ueber die während der Versuche durch die Zweige aufgesaugten Wassermengen gibt uns folgende Tabelle Aufschluss:

Wasseraufnahme pro 1 qdm Blattfläche und 1 Versuchsstunde  
durch die Schnittfläche der Objecte in Milligrammen  
bei *Philadelphus* vom:

Versuchstag, gerechnet vom Tage des Einsetzens.	27. Mai.		21. Juni.		2. August.		16. August.	
	25°	15°	25°	15°	25°	15°	25°	15°
1.	—	—	—	—	(165)	—	—	—
2.	—	—	(152)	—	51	—	—	(120)
„	—	—	90	—	—	—	—	32
3.	(96)	—	—	51	—	30	35	—
„	58	—	—	28	—	24	13	—
4.	—	—	79	—	—	30	—	20
„	—	—	85	—	—	—	25	—
5.	19	—	50	—	—	—	—	—
„	—	—	—	—	30	—	—	—
6.	—	19	—	11	—	15	—	—
„	—	—	—	45	—	—	—	—
Mittel . . . . .	39	19	76	34	40	25	24	26
Verhältniss . . . . .	205 : 100		224 : 100		160 : 100		92 : 100	

## B. Specielleres über den Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Kohlendensäureausgabe der Pflanze.

Zu diesen Versuchen wurden Zweige von *Rubus fruticosus* benutzt, welche eine sehr grosse Widerstandsfähigkeit besitzen.





## Versuche mit einem am 5. Juni eingesetzten Rubuszweige.

		Beobachtungstemperatur ° C.					
		Datum.					
		7,5	11,3	15,8	25,0	29,3	33,0
		CO <sub>2</sub> in Milligrammen.					
Verlust während 1 Stunde Belichtung + 1 Stunde Verdunkelung.	7. Juni.	—	—	—	37,4	—	—
	8. "	—	—	34,1	—	—	—
	9. "	16,4	—	—	—	—	—
	10. "	—	—	—	34,3	—	—
	10. "	—	—	—	—	36,7	—
	11. "	—	26,5	—	—	—	—
	17. "	—	—	—	—	—	26,1
	17. "	—	—	—	(29,5)	—	—
	Mittel . .	16,4	26,5	34,1	35,85	36,7	26,1
Athmung pro 1 Stunde berechnet		0,6	1,0	1,5	2,55	2,9	4,0
Demnach haben die Blätter in einer Belichtungsstunde	absorbirt . . . . .	17,0	27,5	35,6	38,4	39,6	30,1
	verbraucht . . . . .	17,6	28,5	37,1	41,0	42,5	34,1
Pro 1 qdm Blattfläche berechnet	absorbirt . . . . .	6,96	11,27	14,59	15,73	16,22	12,33
	verbraucht . . . . .	7,21	11,68	15,20	16,78	17,40	13,96
	Athmungsbetrag	0,25	0,41	0,61	1,05	1,18	1,63

Am Schluss seiner Arbeit gibt Verf. die folgende Zusammenfassung seiner Resultate:

„1. Eine messbare Athmung (Kohlensäureausscheidung) der Pflanzen findet innerhalb weiter Temperaturgrenzen statt; sie lässt sich an Blättern von Rubus bei einer den Gefrierpunkt des Wassers kaum überschreitenden Temperatur bereits deutlich — vielleicht selbst unterhalb 0° — nachweisen, andererseits aber auch noch bei Wärmegraden, welche (mit 45—50° C.) der oberen Grenze des pflanzlichen Lebens bedenklich sich nähern.

2. Die Athmungsintensität erscheint von der Temperatur in erster Linie beherrscht, derart, dass (innerhalb der oben verzeichneten Grenzen) der höheren Temperatur auch die stärkere Athmung entspricht.

3. Der fördernde Einfluss gesteigerter Temperatur äussert sich nicht in proportionalen, sondern in fortschreitend anwachsenden Progressionen, sodass das graphische Bild den Verlauf der Function als eine Curve darstellt, welche anfangs allmählich, dann immer steiler ansteigt, also ihre convexe Seite der Abscissenachse zukehrt.

4. Das Optimum für die Athmung der Pflanzen — soweit Beobachtungsfristen von 5—6 Stunden hierüber entscheidend sein können — scheint bei Temperaturgraden zu liegen, welche von

der Tötungstemperatur nicht mehr weit entfernt sind; die maximale Beobachtungstemperatur ( $46,4^{\circ}$  C.) repräsentirte für den nach dieser Richtung geprüften Brombeerspross zugleich das Maximum der Athmung. (Dass längeres Verweilen der Pflanze bei solch hoher Temperatur die Athmung auf entsprechender Höhe erhalten würde, darf hieraus noch nicht gefolgert werden, ist vielmehr wenig wahrscheinlich.)

5. Die bekannte Erfahrung, dass, unter sonst gleichen Bedingungen, die Pflanzen bezw. deren Organe in denjenigen Stadien am energischsten Kohlensäure entwickeln, welche die lebhaftesten Form- und Stoffbildungen erheischen, findet sich durch die Versuche mit Philadelphus-Trieben insoweit wieder bestätigt, als dieselben während Blüte- und Fruchtbildung die höchsten Athmungsziffern ergaben.

6. Gegenüber den letzterwähnten Momenten und dem einschneidenden Einfluss der Temperatur erscheint die Athmungsintensität von dem Wechsel anderweitiger Factoren vergleichsweise wenig berührt (jedenfalls ungleich weniger als etwa die Assimilation). So trat eine Wirkung abgeänderter Zufuhr des Wassers oder der Kohlensäure, längerer oder kürzerer Versuchsdauer u. s. w. niemals irgendwie deutlich hervor, wobei allerdings bemerkt werden muss, dass die Versuche zur Zeit nicht specieller auf diese Fragen gerichtet und extremere Bedingungen thunlichst vermieden wurden.

7. Für die Ausgiebigkeit der Assimilation spielt der Factor Wärme bekanntlich eine wesentlich mit entscheidende, aber für gewöhnlich offenbar nicht die Ausschlag gebende Rolle. Es ist dieses so zu verstehen, dass unter Umständen relativ kleine Ungleichheiten gewisser anderer Factoren den Einfluss recht erheblicher Wärmedifferenzen vollständig zu verdecken vermögen.

8. Die Function der Pflanze, am Lichte Kohlensäure zu verbrauchen, ermöglicht in ähnlichen weiten Grenzen der Temperatur wie der Vorgang der Athmung. Das Temperaturminimum für die Assimilation scheint sogar unter Umständen noch tiefer zu liegen als das für die Athmung der nämlichen Pflanze. Jedenfalls wird durch die gegenwärtigen Versuche mit Rubus, im Einklang mit einigen früheren Erfahrungen, unzweideutig bewiesen, dass schon bei sehr niederen, den Gefrierpunkt kaum überschreitenden Graden eine wirksame Assimilation sehr wohl statthaben kann. Andererseits brachten Temperaturen von nahezu  $50^{\circ}$  C. (die offenbar bei irgend längerer Dauer das Leben der Pflanze gefährden) die Function noch durchaus nicht zum Stillstand, wenngleich ein unter diesen Verhältnissen mässig gesteigerter Athmungsverbrauch die nutzbare Wirkung hier in beträchtlichem Maasse herabdrückt.

9. Die das Abhängigkeitsverhältniss von der Temperatur wiedergebende Assimilationscurve nimmt einen durchaus anderen Verlauf als die Curve der Athmung. Sie steigt, von den tieferen Graden ausgehend, zu Anfang recht steil, alsbald aber immer gelinder, gibt ein unverkennbares (übrigens weder allzu scharf noch

enge begrenztes) Optimum kund und senkt sich mit dessen Ueberschreitung erst langsam, dann rascher.

10. Abgesehen von diesen grossen Zügen lässt sich über den Verlauf der Assimilationscurve und insbesondere über die optimale Temperatur etwas allgemeines nicht aussagen, weil diese Verhältnisse, auch bei ein und der nämlichen Pflanzenart, in hohem Maasse beeinflusst werden durch den Entwicklungszustand der Blätter und in erster Linie wohl durch deren grösseren oder geringeren Wasserbestand.

11. Innerhalb der nämlichen Intervalle sind die durch Temperaturunterschiede bedingten Aenderungen der Intensität bei der Assimilation ungleich kleiner als bei der Athmung. — Setzt man die entsprechende Wirkung der niedersten Beobachtungstemperatur in beiden Fällen gleich 1, so berechnen sich für erwachsene Blätter der Brombeere beispielsweise die folgenden Progressionen:

Temperatur.	Intensität der	
	Athmung.	Assimilation.
2,3°	1	1
7,5°	1,8	1,7
11,3°	3,0	2,4
15,8°	4,6	2,8
20,6°	4,8	2,6
25,0°	7,8	2,9
29,3°	8,8	2,4
33,0°	12,1	2,4
37,3°	14,4	2,3
41,7°	19,1	2,0
46,6°	26,4	1,3

12. Sprosse verschiedenen Entwicklungszustandes (übrigens mit hinlänglich ausgebildeten Blättern) assimiliren, auch wenn man die Unterschiede der Athmung mit in Betracht zieht und solche eliminirt, mit erweislich (und oft sehr erheblich) verschiedener Energie.

13. Ueber eine specifisch günstigere Veranlagung zur Assimilation bei älteren oder jüngeren (sonst wie gesagt genügend entfaltet) Blättern der nämlichen Pflanze — und aller Voraussicht nach gilt dies auch für den Vergleich verschiedenartiger Gewächse — lässt sich summarisch nicht urtheilen, da ein Wechsel anderweitiger Factoren hier wesentlich mitspricht und je nach Umständen bald mehr zu Gunsten der jüngeren, bald mehr der älteren Organe sich äussert.

14. Für die gemeinhin als günstigst erachteten, gemässigt hohen Temperaturen (25° C. z. B.) zeigt sich, unter sonst gleichartigen Bedingungen, ein unzweideutiger Abfall der Leistung mit fortschreitendem Alter der Blätter; bei circa 15° C. dagegen war keine constante Beziehung in diesem Sinne erkennbar. (An Stelle anfänglich auch hier zu verzeichnender Abnahme trat für die späteren Perioden — bei Versuchen mit *Philadelphus* — wiederum

eine allmähliche Zunahme des Kohlensäureverbrauchs.) Für an die Grenze der schädigenden Wirkung streifende Temperaturgrade dürften mit einiger Wahrscheinlichkeit die älteren, derberen Blätter a priori den Vorrang behaupten.

15. Auf bestimmte Temperaturdifferenzen reagiren demnach verschiedenalterige Objecte ausnehmend verschieden, ja oft in ganz divergirendem Sinne, derart, dass die optimale Wirkung der höheren oder tieferen Temperatur sich mit dem Alter vertauscht.

16. Die wesentliche Ursache dieser scheinbaren Anomalien (wie ähnliche übrigens auch von anderer Seite beobachtet, aber öfters wohl unzutreffend gedeutet wurden) suche ich in dem wechselndem Wassergehalte der Blätter, dessen tief einschneidende Bedeutung neuerdings von mir festgestellt und alsbald von anderen bestätigt wurde.

17. Dem normaler Weise erfahrungsmässig geringeren Wassergehalte älterer Blätter entspricht sehr wahrscheinlich auch ein geringeres Vermögen der Wasserergänzung durch Zuleitung, und es scheint dieser Unterschied zwischen älteren und jüngeren Blättern relativ grösser zu sein als die Verschiedenheit des Verdunstungsvermögens. Dadurch wird erklärlich, dass ältere Organe, ohne darum — Dank ihrer derberen Structur — ersichtlich zu welken, doch innerhalb gewisser Grenzen leichter einer Gleichgewichtsstörung zwischen Ausgabe und Ersatz des Wassers ausgesetzt sind.

18. Temperaturerhöhung auf  $25^{\circ}$  C. scheint unter sonst günstigen Verhältnissen eine Gleichgewichtsstörung des Wassergehaltes bei relativ jüngeren Blättern nicht leicht zu bedingen: der die Assimilation fördernde Einfluss der Wärme kommt daher entsprechend zur Geltung; anders bei den älter werdenden Blättern, wo diesem fördernden Einfluss der erwähnte indirect schädliche alsbald entgegentritt und letzterer schliesslich fortschreitend überwiegt.

19. Auf das Temperaturintervall  $15$ — $25^{\circ}$  reagirten verschiedenartige Sprosse von *Philadelphus* unter sich, wie gesagt, sehr verschieden, aber vollkommen gleichsinnig in Ansehung der verbrauchten Kohlensäure und des während der Versuchszeit aufgenommenen Wassers.

20. Von einer absolut günstigsten Assimilationstemperatur für verschiedene Individuen oder gar Species kann demnach ebenso wenig die Rede sein, wie von einer spezifischen Assimilationsgrösse der Pflanzen an und für sich, resp. für eine gegebene Temperatur, Lichtintensität u. s. w. — so lange man nicht den Wassergehalt und Wasserersatz vollauf in Betracht zieht.

21. Wie Hellriegel schon gefunden und meine Versuche bekräftigen, kommt es für die Ausgiebigkeit der organischen Production nicht sowohl an auf die Menge des durch die Pflanze

geleiteten Wassers (also auf grösseren oder geringeren Transpirationsstrom und dessen Bedingungen an und für sich — trockenere und feuchtere Luft, etwas mehr oder weniger Wasser im Boden etc.), als vielmehr auf die Einhaltung eines entsprechenden Gleichgewichtsstandes zwischen Verdunstungsverbrauch und Ersatz, oder, mit anderen Worten, eines thunlichst stationären und optimalen Wassergehaltes als solchen. In dieser Hinsicht wird man bei der Frage eines Zuviel nicht allzu ängstlich sein dürfen, da die Pflanzen selbst im dunstgesättigten Raum nachweislich sehr gut assimiliren.

22. Die Frage, ob die dermaligen Befunde aus im übrigen allzu abnormen Versuchsbedingungen etwa entsprungen sein könnten, liess sich mit genügendem Grunde verneinend beantworten.

23. Insbesondere konnte der Nachweis erbracht werden, dass das — der Gleichmässigkeit wegen unerlässliche — künstliche Licht einer electrischen Lampe, bei geeigneter Art der Anwendung, für die Assimilation abgeschnittener Sprosse reichlich so viel zu leisten vermochte, als von der mittleren Tagesbelichtung während der günstigeren Vegetationszeit für normal cultivirte Pflanzen erfahrungsgemäss zu erwarten berechtigt.“

\*

\*

\*

Während der Verf. in Obigem zahlenmässig nachgewiesen hat, dass bei Temperaturen, welche dem Nullpunkte sehr nahe liegen, noch eine deutliche Athmung und Assimilation stattfindet, bezweckt eine zweite Versuchsreihe, das Temperaturminimum für diese Vorgänge im Pflanzenkörper zu bestimmen. Um eine möglichst gleichmässige Temperatur im Vegetationsraum zu erzielen, wurde auch die Vorderseite des Kastens mit einer doppelten, aus zwei Spiegelscheiben bestehenden Wand versehen. Für die beabsichtigten niederen Temperaturen reichte Eiswasser als Kühlmittel natürlich nicht aus, sondern demselben musste nach Bedürfniss unterkühltes Salzwasser zugemischt werden. Die Regulirung vollzog sich wie bei den früheren Versuchen, selbstthätig mittelst Contactthermometer und Electromagneten.

Es dienten zu den Versuchen Sprosse, oder Blätter von Brombeere, Bohne (*Phaseolus vulgaris*), Ricinus und Kirschlorbeer.

Die Versuchsanordnung bürgte dafür, dass die Temperatur der Versuchspflanzentheile nicht merklich von der im Vegetationsraum herrschenden abwich.

Versuche mit *Rubus*.

a. Im Dunkeln.	Beobachtungstemperatur ° C.			
	+ 10	+ 0,01	- 1,1	- 2,4
	Kohlensäure in Milligrammen.			
Gewinn in 7 Stunden Verdunklung.	—	7,0	—	—
" " 7 " "	—	—	6,5	—
" " 7 " "	—	—	—	5,5
" " 7 " "	14,6	—	—	—
" " 2 " "	—	—	—	1,8
Athmung pro Stunde im Mittel . .	2,1	1,0	0,9	0,85

  

b. Exposition am Licht.	Beobachtungstemperatur ° C.			
	—	- 0,06	- 1,1	- 2,4
	Kohlensäure in Milligrammen.			
Verlust in 1 Stunde Belichtung plus 1 Stunde Verdunklung.	—	3,6	—	—
	—	—	3,6	—
	—	—	—	0,9
Die Athmung pro Stunde betrug	—	3,6	3,6	0,9
	—	1,0	0,9	0,85
Demnach haben die Blätter in 1 St. Belichtung	—	4,6	4,5	1,75
Desgl. pro 1 qdm Blattfläche berechnet	—	5,6	5,4	2,60
	—	1,08	1,05	0,41
	—	1,31	1,26	0,61

Versuche mit *Ricinus communis*.

a. Im Dunkeln.	Beobachtungstemperatur ° C.		
	20	+ 0,01	- 0,62
	Kohlensäure in Milligr.		
Gewinn in 7 Stunden Verdunklung . . . . .	—	—	7,9
" " 7 " " . . . . .	—	5,5	—
" " 7 " " . . . . .	30,8	—	—
Athmung pro 1 Stunde . . . . .	4,4	0,8	1,1

  

b. Exposition im Licht.	Beobachtungstemperatur ° C.		
	20	- 0,01	- 0,62
	Kohlensäure in Milligr.		
Verlust in 1 Std. Belichtung + 1 St. Verdunklung.	—	—	0,8
" " 1 1/2 " " 1 " "	—	1,7	—
" " 1 " " 1 " "	29,0	—	—
Die Athmung pro Stunde betrug . . . . .	29,0	1,7	0,8
	4,4	0,8	1,1
Demnach während 1 Std. Belichtung	33,4	1,7	1,9
Desgl. pro 1 qdm Blattfläche berechnet	37,8	2,5	3,0
	8,3	0,42	0,47
	9,4	0,62	0,74

Versuche mit *Prunus Laurocerasus*.

a. Im Dunkeln.	Beobachtungstemperatur ° C.			
	20	+ 0,04	- 0,04	- 2,14
	Kohlensäure in Milligrammen.			
Gewinn in 6 Stunden Verdunklung	29,0	—	—	—
"  "  6  "  "	—	—	6,0	—
"  "  5  "  "	—	—	—	4,9
"  "  2  "  "	—	1,1	—	—
"  "  4  "  "	27,0	—	—	—
Athmung pro Stunde im Mittel . .	5,8	0,55	1,0	1,0

b. Exposition am Licht.	Beobachtungstemperatur ° C.				
	20	+ 0,04	- 0,04	- 2,14	
	Kohlensäure in Milligrammen.				
Verlust in 1 Stunde Belichtung	24,9	—	—	—	
+ 1 Stunde Verdunklung.	—	—	10,0	—	
	—	9,6	—	1,7	
	55,2	—	—	—	
Im Mittel	40,1	9,6	10,0	1,7	
Die Athmung pro 1 St. betrug . .	5,8	0,55	1,0	1,0	
Demnach { in 1 Stunde Belichtung	aus der Luft absorbiert	45,9	10,15	11,0	2,7
	im ganzen verbraucht	51,7	10,70	12,0	3,7
Desgl. { pro 1 qdm Blattfläche berechnet	aus der Luft absorbiert	4,7	1,04	1,13	0,28
	im ganzen verbraucht	5,29	1,10	1,23	0,38

Aus den angeführten Beobachtungen ergibt sich:

1. Die Versuchspflanzen lassen selbst bei Temperaturen unterhalb 0° C. noch deutlich Athmung und Assimilation erkennen. Hiernach scheinen sich diese Functionen nicht ausnahmsweise, sondern der Regel nach selbst bei so niederen Temperaturen zu bethätigen.

2. Bei 0° war durchgehends, bei tieferer Temperatur in der Mehrzahl der Fälle die Assimilation noch von positivem Erfolge begleitet, d. h. die am Licht verbrauchten Kohlensäurequantitäten überwiegen die bezüglichlichen Beträge der bei Verdunklung für die nämliche Zeitdauer nachzuweisenden Athmung. — Das quantitative Verhältniss zwischen durch Athmung gelieferter und durch Assimilation verbrauchter Kohlensäure erscheint übrigens am grössten für gewisse mittlere (je nach dem Object wechselnde) Temperaturen und wird von da ab nicht nur mit steigender, sondern auch mit fallender Temperatur kleiner.

3. Die assimilatorische Leistung bei 0° ist im Vergleich zu der bei günstigeren Temperaturen noch recht beträchtlich. Bei *Prunus Laurocerasus* dürfte sie auf mindestens 8% des denkbaren Optimums betragen. Für andere Objecte ist diese Ziffer allerdings nur etwa halb so gross.

4. Die Athmungsquote für 0° bezieht sich bei *Prunus Laurocerasus* auf ungefähr 17%, für *Ricinus* auf reichlich 20% der bei 20° beobachteten Kohlensäureausscheidung. Bei *Rubus* beträgt sie annähernd die Hälfte des für 10° ermittelten Betrages.

5. Nach dem Bisherigen lässt sich sicher vermuthen, dass der Athmungs- und Assimilationsprocess erst mit den Bedingungen jedweder Lebensäusserung sistirt wird, d. h. — wofern nicht aus besonderen Gründen schon bei gemässigten Graden nachweislich Schädigung des Organismus eintritt — erst mit dem Gefrieren des Zellsaftes.

Beutell (Bonn-Poppelsdorf).

---

## Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

---

### Einige Bemerkungen zur Auffassung der Reizerscheinungen an den wachsenden Pflanzentheilen.

Von

**Dr. Emil Godlewski,**

Professor der höheren landwirthschaftlichen Lehranstalt in Dublany bei Lemberg.

(Schluss.)

Die unlängst von Kohl<sup>15)</sup> aufgefundene Thatsache, dass die Kollenchymausbildung und die Entwicklung der Cuticula an der Epidermis einer in trockener Luft erzogenen Pflanze eine viel stärkere ist als bei einer ähnlichen Pflanze, welche unter sonst gleichen Verhältnissen, aber in feuchter Luft erzogen wurde, kann vielleicht auch auf die Reizeigenschaften des specifischen Sprossplasmas und zwar auf den negativen Hydrotropismus desselben zurückgeführt werden. Da nämlich das specifische Sprossplasma nicht nur positiv-heliotropisch, sondern auch negativ-hydrotropisch ist, so ist anzunehmen, dass die grössere Plasmaansammlung in den äusseren Gewebeschichten, welche die grössere Zellwandverdickung dieser Zellen verursacht, nicht nur durch den positiven Heliotropismus, sondern auch durch den negativen Hydrotropismus dieses Plasmas bedingt wird. Wächst also eine Pflanze im Lichte in

---

<sup>15)</sup> Kohl, Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig 1886.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Referate 193-211](#)