

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVIII. Band.

1. Oktober 1898.

Nr. 19.

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Siebentes Stück). — **Simroth**, Nachträgliche Bemerkung zu dem Aufsatz „über die mögliche oder wahrscheinliche Herleitung der Asymmetrie der Gastropoden“. — **M. v. Linden**, Unabhängige Entwicklungsgleichheit bei Schneckengehäusen. — **Apáthy**, Bemerkungen zu Garbowski's Darstellung meiner Lehre von den leitenden Nerven-elementen. — **Zacharias**, Ueber einige interessante Funde im Plankton sächsischer Fischeiche. — **Zschokke**, Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön. — **Dubois**, Vergleichende Physiologie.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und
-biologie.

Von **Dr. Robert Keller**.

(Siebentes Stück.)

Die Erfahrung lehrt uns, dass die Pflanzen, welche einer niederen Temperatur, Abkühlungen auf einige Grade unter 0°, ausgesetzt sind, in der Regel erfrieren. Dass aber nicht nur verschiedene Pflanzen von niederen Temperaturen ungleich beeinflusst werden, sondern auch gleiche Pflanzenarten ein ungleiches Verhalten zeigen, ist ebenfalls eine Beobachtung, die wir bei jedem Frühlingfroste machen können. Wir sehen, dass mastige Pflanzen der schädigenden Wirkung niederer Temperaturen leichter erliegen als andere, dass also der Wassergehalt einer Pflanze oder eines pflanzlichen Organes die Größe der Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperaturen bestimmt.

Diese Thatsachen sind von den Pflanzenphysiologen ungleich erklärt worden. Wenn auch heute die Anschauung kaum zurückgewiesen wird, dass das Erfrieren einer Pflanze auf die Zerstörung des Protoplasmas zurückzuführen sei, so besteht darüber eine Meinungsverschiedenheit, wodurch diese protoplasmatische Veränderung herbeigeführt werde. Ist das Gefrieren an sich die Todesursache oder die Art des Aufthauens? Die Beantwortung dieser Frage ist deshalb mit Schwierigkeiten verbunden, weil man in vielen Fällen an der gefrorenen Pflanze nicht ein sicheres Todeszeichen beobachten kann.

Bei diesem Stande unseres Wissens dürfen die Untersuchungen von Molisch über das Erfrieren der Pflanzen¹⁾ ganz besondere Aufmerksamkeit beanspruchen, um so mehr als es sich nicht um eine physiologische Frage rein theoretischer Natur handelt. Sein Bestreben war vor allem darauf gerichtet, das Gefrieren der lebenden Zelle direkt unter dem Mikroskop zu verfolgen, um dadurch ein besseres Verständnis des Gefriervorganges in der Zelle zu eröffnen, um dadurch eine bessere Einsicht in die Ursache des Gefriertodes zu gewinnen und so die viel umstrittene Frage, ob die Pflanze bereits beim Gefrieren vom Tode ereilt werde oder erst beim Aufthauen, endgiltig zu entscheiden.

Mit einem Gefrierapparate besonderer Konstruktion wurde es Molisch möglich an einzelnen Zellen die Vorgänge des Gefrierens und der damit verbundenen Veränderungen des Protoplasmas bis in alle Einzelheiten zu verfolgen.

Im Nachfolgenden will ich die Erscheinungen die an einer *Amoeba* beobachtet wurden, schildern. Eine farblose *Amoeba* wurde in den Gefrierapparat gebracht, dessen Temperatur — 9° C betrug. Sofort verlangsamte sie ihre fließende Bewegung und stellte sie nach einigen Minuten ein. „Nach etwa 25 Minuten gefror die umgebende Flüssigkeit und gleich darauf erstarrte die ganze *Amoeba*, dabei das Aussehen eines unregelmäßigen Netzes annehmend. Das Netz kommt dadurch zu Stande, dass innerhalb der lebenden Substanz an zahlreichen Punkten Eisschollen entstehen, die sich auf Kosten der das Plasma durchtränkenden und die Vakuolen erfüllenden Wassers rasch vergrößern und das nun seines Wassers beraubte Plasma samt seinen verschiedenen festen Einschlüssen zwischen sich einzwängen. Die Amöbe stellt somit im gefrorenen Zustande ein Eisklümperchen dar, welches von einem höchst komplizierten Gerüstwerk, bestehend aus sehr wasserarmen Plasma, konzentriertem Zellsafte und Luftbläschen, durchsetzt ist“. Diese Strukturveränderung ist eine bleibende. Die im lebenden Zustande ziemlich homogene Amöbe zeigt nach dem Aufthauen ein Aussehen, das dem eines grobporigen Schwammes gleicht. Sie erweist sich als abgestorben.

Molisch dehnte seine mikroskopischen Beobachtungen auf eine größere Zahl von Objekten, wie *Phycomyces*, Staubfädenhaare der *Tradescantia*, *Spirogyra*-Fäden etc. aus. Er kommt zu folgenden Ergebnissen:

Das Gefrieren vollzieht sich auf dreierlei Weise; entweder gefrieren und erstarren die Zellen, indem sich innerhalb des Protoplasmas Eis bildet, oder das Erfrieren erfolgt, indem Wasser aus der Zelle austritt um an der äußeren Oberfläche der Zellwand zu gefrieren, oder beide

1) Dr. H. Molisch, Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena bei G. Fischer, 1897.

Erscheinungen treten zugleich auf. „Ob nun eine Zelle in der einen oder anderen Weise erfriert, stets ist dies, ebenso wie bei toten Objekten, mit einem sehr starken Wasserentzug verknüpft. Schon aus der großen Eismenge, die sich innerhalb oder außerhalb der Zelle bildet, sowie aus der mit der Eisbildung Hand in Hand gehenden Schrumpfung des ganzen Protoplasten oder seiner Teile ist zu entnehmen, dass die Wasserentziehung eine sehr bedeutende, in vielen Fällen geradezu kolossale sein muss“. Der Gefrierpunkt der Zellen liegt nicht bei 0° , sondern tiefer. Die mikroskopische Kleinheit der Zelle ist nach Molisch ein Schutzmittel gegen Erfrieren und Gefrieren der Pflanzen. Wie in Glaskapillaren in Folge der molekulären Anziehung zwischen dem Wasser und der Glasfläche eine Ueberkältung des Wassers bis auf -10° beim Abkühlen eintritt, so kann die Kleinheit der Zellen in übereinstimmender Weise eine Ueberkältung ermöglichen.

Etwas einlässlicher wollen wir bei der Frage verweilen, ob die gefrorene Pflanze erst beim Aufthauen stirbt. Verf. benutzte zu seinen Versuchen in erster Linie einige Rotalgen, die dadurch ausgezeichnet sind, dass sie beim Absterben ihre natürliche Farbe einbüßen und eine orangerote Farbe annehmen, die auf der Fluorescenz des aus den Chromatophoren in den Zellsaft austretenden roten Farbstoffes beruhen. So ist z. B. bei *Nitophyllum punctatum* das Auftreten der orangeroten Verfärbung ein sicheres Zeichen ihres Todes.

Ich gebe im Nachfolgenden einige tabellarische Angaben aus der Arbeit von Molisch wieder, die uns den besten Einblick in den Einfluss niederer Temperaturen auf diese Art geben.

Zeit	Temperatur	<i>Nitophyllum</i>
9 ³ / ₄ Uhr 18/I 97.	+ 5 ⁰	keine Fluorescenz; Pflanze karminrot.
10	— 12 ⁰	starke „ „ teilweise orange.
10 ¹ / ₂ „	— 17 ⁰	prachtvolle „ „ ganz orange.
11 „	— 15 ⁰	„ „ „ „ „
11 ³ / ₄ „	— 10 ⁰	„ „ „ „ „
12 ³ / ₄ „	— 6 ⁰	„ „ „ „ „
4 „	+ 4 ⁰	„ „ „ „ „

Bei einer analogen Versuchsreihe wurde die gleiche Pflanze nicht so tiefer Temperatur ausgesetzt.

Zeit	Temperatur	<i>Nitophyllum</i>
9 ¹ / ₄ Uhr 17/I 97.	+ 4 ⁰	keine Fluorescenz; Farbe karminrot.
9 ¹ / ₂ „	— 3 ⁰	„ „ „ „
9 ³ / ₄ „	— 3 ¹ / ₂ ⁰	„ „ „ „
10 ¹ / ₄ „	— 5 ⁰	Die Thallusspitzen fluoreszieren und sind orangerot.
10 ¹ / ₂ „	— 5 ⁰	Ganze Pflanze orangerot.
10 ³ / ₄ „	— 21 ⁰	„ „ „
1 ¹ / ₄ „	— 3 ⁰	„ „ „
4 „	+ 3 ⁰	„ „ „

Es lehren also diese Versuche, dass bei der Rotalge *Nitophyllum* der Tod schon im gefrorenen Zustande auftritt und nicht erst beim Aufthauen.

Eine andere Versuchsreihe führte Molisch mit einer mexikanischen Komposite, *Ageratum mexicanum*, aus, die die Eigentümlichkeit zeigt, im toten Zustande nach Cumarin zu duften, während sie im lebenden Zustande niemals diesen Wohlgeruch hat. Das Ergebnis zweier solcher Versuchsreihen stelle ich in nachfolgenden Tabellen zusammen.

a.

Temperatur um	11 ^{3/4}	Uhr	—	4°	Kein Cumarinduft.		
„	„	1	„	—	4°	„	„ Pflanze gefroren.
„	„	1 ^{3/4}	„	—	4°	„	„ „
„	„	3	„	—	4°	Deutlicher	„ „
„	„	6	„	—	5°	sehr	„ „
„	„	11	„	—	6°	„	„ „

b.

Temperatur um	9	Uhr	—	5°	Pflanze lebend; kein Cumarinduft.		
„	„	10	„	—	5°	„ gefroren;	„ „
„	„	10 ^{1/2}	„	—	5°	„ „	„ „
„	„	12	„	—	5°	„ „	schwacher „
„	„	1 ^{1/2}	„	—	5°	„ „	deutlicher „
„	„	4	„	—	5°	„ „	sehr starker „

Es geht also aus diesen Versuchen hervor, „dass *Ageratum* einige Zeit nach dem Gefrieren und zwar so lange es noch völlig gefroren ist, nach Cumarin stark duftet, mit anderen Worten: *Ageratum* stirbt schon im gefrorenen Zustande und nicht erst beim oder nach dem Aufthauen.

Wie Müller-Thurgau so hat auch Molisch an einer sehr großen Zahl von Pflanzen konstatieren können, dass die Art des Aufthauens in der Regel ohne Einfluss auf das Absterben ist, dass aber Fälle vorkommen, seltene Ausnahmen, in denen doch die Art des Temperaturwechsels bestimmend werden kann.

So teilt Molisch folgenden Versuch mit Agaven-Blättern mit. 4 möglichst gleich aussehende Stücke eines Agave-Blattes wurden in einem Gefäß abgekühlt, bis nach 3 Stunden die Temperatur — 7° betrug. „Als dieser Stand erreicht war, nahm ich, schreibt Molisch, „die 4 Blattstücke — sie seien kurz als *a*, *b*, *c*, *d* bezeichnet, ohne sie mit den warmen Fingern zu berühren, heraus und gab

<i>a</i>	in Wasser	von 27° C
<i>b</i>	„ „	„ 1° C
<i>c</i>	„ Luft (Thermostat)	„ 27° C
<i>d</i>	„ „ (Eiskasten)	„ 0° C

a thaute fast innerhalb einer Minute auf, *b* überzog sich mit einer Eiskruste und thaute innerhalb einer Viertelstunde auf, *c* bedurfe etwa

ebenso lange zum Aufthauen, *d* jedoch ungefähr 12 Stunden. Die mikroskopische Untersuchung ergab auf Grund plasmolytischer Versuche und des Aussehens der Zellen, dass in *a* und *c* alle Zellen tot, bei *b* die peripher gelegenen Teile des Blattes tot, die Zellen des Innenmesophylls zum Teil noch lebend waren. In *d* waren nahezu alle Zellen lebend. Wenn aber die Temperatur tiefer sinkt, dann ist auch durch ein langsames Aufthauen das Blatt nicht am Leben zu erhalten.

Molisch bespricht in seiner Arbeit auch Versuche über den schädigenden Einfluss von Temperaturen wenig über 0°. Dieselben können im Welken bestehen, sie sind aber bei Pflanzen warmer Zonen auch dann zu beobachten, wenn die Transpiration ausgeschlossen wird. Die Beobachtung, dass bei Temperaturen von 2°—4° Pflanzen, wie z. B. Tabak welken, ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Wurzeln bei niedriger Temperatur das Wasser oft langsam aufnehmen, so dass die Transpirationsverluste nicht mehr gedeckt werden können. Verf. giebt in der That eine Reihe von Beobachtungen wieder, die die Abhängigkeit der Wasseraufnahme von der Temperatur des Bodens beweisen. Es mögen hier wenigstens 2 Versuche erwähnt werden.

1. Versuche mit Rapskeimlingen (14 Tage alt).

Beginn des Versuchs.	Begossen mit Eiswasser.	Begossen mit lauem Wasser (ca. 30°).
	Keimlinge so welk, dass sie am Boden liegen.	Keimlinge so welk, dass sie am Boden liegen.
Nach $\frac{3}{4}$ Stunden	unverändert	Keimstengel beginnen sich aufzurichten.
Nach $1\frac{1}{4}$ Stunden	„	Keimstengel völlig frisch u. aufgerichtet.
Nach $3\frac{1}{4}$ Stunden	„	„
Nach $4\frac{3}{4}$ Stunden	Keimlinge beginnen sich aufzurichten.	„
Nach $9\frac{1}{2}$ Stunden	Keimlinge fast völlig frisch.	„
Nach $10\frac{1}{2}$ Stunden	Keimlinge völlig frisch und aufrecht.	„

2. Versuche mit *Chelidonium majus*.

Beginn des Versuchs.	Blätter sehr welk	Blätter sehr welk.
Nach 1 Stunde	unverändert	„ etwas frischer.
Nach 2 Stunden	„	Pflanze ziemlich frisch.
Nach $3\frac{1}{2}$ „	„	„ ganz frisch.
Nach 24 „	Pflanze ziemlich frisch	„ „ „
Nach 34 „	„ ganz frisch	„ „ „

„Aus diesen Versuchen geht schlagend hervor, dass auch solche Pflanzen, welche bei genügender Wasserzufuhr und niedriger Tem-

peratur nicht welken, dennoch bei niederer Temperatur Wasser viel langsamer mittels ihrer Wurzeln aufnehmen als bei höherer und dass sie sich somit bezüglich der Wasseraufnahme unter dem Einflusse höherer und niederer Temperatur analog verhalten wie die in Folge niederer Temperatur welkenden, jedoch graduell verschieden“.

Die Frage, ob es nicht auch Pflanzen gäbe, die bereits bei niederen, knapp über den Eispunkt liegenden Temperaturen leiden oder absterben, jedoch unabhängig von der Transpiration, beantwortete Verf. zunächst durch einlässliche Experimente mit *Episcia bicolor*, einer Gesneracee. Bei Temperaturen von 1—5° über Null geht die Pflanze zu Grunde. Aehnlich verhalten sich zahlreiche andere Pflanzen. Durchweg sind es tropische oder wärmeren Klimaten angehörende Pflanzen, die in ihrer Heimat es im Laufe der Zeit nicht notwendig gehabt haben, sich auch niederen Temperaturen anzupassen. Die Beobachtung, dass im Pflanzenorganismus die chemischen Prozesse in hohem Grade von der Temperatur abhängig sind, dass veränderte Temperaturen selbst Anstoß zu neuen Reaktionen geben, lässt Molisch zu der Ansicht neigen, „dass das Erfrieren über Null unabhängig von der Transpiration, auf durch niedere Temperatur hervorgerufene Störungen im chemischen Getriebe der lebenden Substanz zurückzuführen ist“.

Die Beobachtungen an den gefrierenden Zellen lassen es unzweifelhaft, „dass der Gefriertot der Pflanze im Wesentlichen auf einen zu großen, durch die Eisbildung hervorgerufenen Wasserverlust des Protoplasmas zurückzuführen ist, wodurch die Architektur desselben zerstört wird“. —

Aus dem botanischen Garten in Buitenzorg stammt eine Arbeit „Ueber die vegetabilische Stoffbildung in den Tropen und in Mitteleuropa“¹⁾ von Giltay, die deswegen ein allgemeines Interesse beanspruchen kann, weil sie unseres Wissens zum ersten Male einen Vergleich der Stoffbildung in den Tropen und in unserem Klima bringt, der sich auf exakte Beobachtungen, auf zahlenmäßige Erhebungen stützt. Die Ueppigkeit der tropischen Vegetation verleitet leicht zu der Annahme, dass die Stoffbildung in den Tropen viel stärker sei, als in unseren Zonen. Ein objektives Urteil kann sich einmal auf Ernteerträge, anderseits auf die Bestimmung der Assimilationsstärke stützen. Verf. hat beide Methoden angewandt.

Die Vergleichung der Ernteerträge ergibt:

1. Lufttrockene Masse einer Tabakernte p. Hektare in Indien ca. 3500 Kilogramm, in Wageningen ca. 3000 Kgr.
2. Reis in Indien wird mit Hafer in Europa verglichen.

In 5 Monaten Vegetationszeit war eine Maximalernte von 21750

1) Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XV, 1898.

Kilogramm lufttrockener Stoff entstanden, pro Monat also 4350 Kgr pro Hektare. Der Maximalertrag an lufttrockenem Stoff wird für eine Haferernte in Groningen zu 10335 Kgr pro Hektare angegeben. Die Vegetationszeit ist auf 4 Monate zu veranschlagen, so dass als pro Monat 2584 Kgr lufttrockener Stoff entstand.

3. Ein Vergleich des Zuckerrohrertrages in Indien mit Maisertrag in Europa hatte folgendes Ergebnis. Zuckerrohr ergab in einer Maximalernte pro Hektare 34500 Kgr Kohlenstoffgehalt. Die Vegetationszeit zu 12 Monaten gerechnet, ergibt sich als Monatsergebnis 2875 Kgr. Den Ertrag einer hohen Maisernte in Wageningen berechnet Verf. auf 8665 Kgr Kohlenstoff. Diese Menge wurde in nicht ganz 4 Monaten angelegt, so dass also die monatliche Kohlenstoffproduktion ca. 2200 Kgr beträgt.

Die Stoffbildung ist also in den Tropen in der That energischer als in unserem Klima, wenn schon die Differenz eine viel geringere ist, als man nach der Ueppigkeit der Tropenvegetation zu glauben geneigt sein möchte.

Zu einem ähnlichen Ergebnis führte die Bestimmung der Kohlen säureassimilation. Aus den zahlreichen Bestimmungen wähle ich die Ergebnisse der gleichen Versuchspflanzen aus, des *Helianthus annuus* und der *Nicotiana rustica*.

Versuchspflanze.	Von der Pflanze pro $\frac{1}{2}$ dm ² Oberfläche und $\frac{1}{2}$ dm ² Unterfläche pro Stunde zurückgehaltene Menge CO ₂ in mgr.	
	Java.	Europa.
<i>Helianthus annuus</i>	3,8: Mittel aus 12 Fällen.	2,9: Mittel aus 9 Fällen.
<i>Nicotiana rustica</i>	4,4: „ „ 2 „	2,2: „ „ 9 „

„Die landläufigen Vorstellungen von der Pflanzenstoffbildung in den Tropen sind öfters übertrieben, schreibt Verf. Nicht einmal für alle als Stichprobe ausgewählten Kulturgewächse beträgt die Ernte auf Java mehr als hier. Zwar wurde für Assimilation ein größerer Mittelwert in den Tropen erhalten, aber nicht so viel größer, dass sich daraus eine Ernte erwarten ließe, die um viele Male größer ist als eine mitteleuropäische. Thatsächlich war nur in einer der untersuchten Fälle die javanische Ernte so groß, dass sie die damit vergleichbare europäische nahezu um das Doppelte übertrifft.“ [72]

Nachträgliche Bemerkung zu dem Aufsatz „über die mögliche oder wahrscheinliche Herleitung der Asymmetrie der Gastropoden“.

Von Dr. H. Simroth.

Betreffs dieses Aufsatzes (s. diesen Band S. 53—62) weist mich Herr Dr. Haller brieflich darauf hin, dass ich seine Beschreibung der

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Robert

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. 689-695](#)