

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

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

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XI. Band.

1. December 1891.

Nr. 22.

Inhalt: Keller, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie. — Bernard und Bratuschek, Der Nutzen der Schleimhüllen für die Froscheier. — Werner, Biolog. Studien an Reptilien. — Frenzel, Die nukleoläre Kernhalbierung.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

Zweites Stück.

So verbreitet im Pflanzenreich oxalsaure Salze sind, so selten ist das Vorkommen freier Oxalsäure. Nur wenige Pflanzenarten sind bisher bekannt geworden, in deren Stoffwechsel sie in reichlichen Mengen wenigstens unter bestimmten Bedingungen entstehen kann. Man hat es dem entsprechend in der Hand je mit der Aenderungen der Bedingungen ihre Entstehung zu fördern oder zu hindern. Ob dies bei allen Arten möglich ist, kann zur Zeit nicht entschieden werden. *Aspergillus niger* v. Tiegh. ist bei der Kultur auf gewissen Nährlösungen in ganz hervorragendem Grade ein Oxalsäureproduzent, so auf Peptonlösung und auf Salzen organischer Säuren, wobei im erstern Falle die Oxalsäure an Ammoniak, in letzterem an die im Salze vorkommende Basis gebunden ist. Bei Ernährung durch freie organische Säuren tritt die Oxalsäure nicht auf. Dient Ammoniumnitrat als Nährlösung, dann tritt die Oxalsäure ausschließlich oder vorwiegend in freiem Zustande auf und wird auch als solche angesammelt.

Verfolgen wir bei mittlerer Temperatur (15°—20°) das Wachstum solcher Kulturen, in denen Ammoniumnitrat die Stickstoffquelle ist, dann lehrt die in verschiedenen Zeitpunkten ausgeführte Säurebestimmung, dass mit dem Wachstum der Pilzdecke ihre Menge zunächst zunimmt. Ist ein gewisses Maximum erreicht, dann nimmt der Oxalsäuregehalt wieder ab. Schließlich verschwindet die Säure gänzlich. Die freie Säure ist also nur vorübergehend vorhanden. Der sie produzierende Pilz zerstört sie später wieder.

Das Ansammeln freier Säure wirkt auf das Wachstum nachteilig. Ihr Auftreten muss also als ein für den Stoffwechsel ungünstiges Moment erklärt werden. Eine Begünstigung des Stoffwechsels d. h. ein regerer Verlauf kann auf chemischem Wege erzielt werden, indem Ernährungsbedingungen geschaffen werden, durch welche die entstehende Oxalsäure sofort zerstört, deren Anhäufung also verhütet wird. Die Frage, ob die gleiche Wirkung durch äußere Bedingungen wie z. B. durch Temperaturerhöhung herbeigeführt werden kann, hat Wehmer zum Gegenstande experimenteller Untersuchungen gemacht, über deren Ergebnisse er in der früher schon zitierten Abhandlung Einfluss der Temperatur auf die Entstehung freier Oxalsäure berichtet.

Unter Temperaturen, welche dem Wachstumsoptimum (34—35° C) des *Aspergillus niger* entsprechen, wurden verschiedene Kulturen des Pilzes gezogen. Als Nährflüssigkeit diente Zuckerlösung und Ammoniumnitrat als Stickstoffquelle. Der Vergleich mit Kulturen in Zimmertemperatur lässt bedeutende Verschiedenheiten erkennen, indem dort schon 2 Tage nach der Aussaat eine üppig wachsende Decke mit beginnender Sporenbildung vorhanden ist, die nach 5—8 Tagen völlig ausgewachsen ist. Das Wachstum gleicht jenem bei 15°—20°, wobei die vom Pilze produzierte freie Oxalsäure durch Natriumphosphat entzogen wird. Es deutet also wohl dasselbe darauf hin, dass hier eine Ansammlung der freien Säure nicht statthatte. Die chemischen Reaktionen bestätigen die Vermutung. Sie fehlt nicht völlig, sie ist aber nur in Form ihrer Salze vorhanden. Meist wird eine geringe Menge von oxalsaurem Kalke nachgewiesen, dessen Menge mit dem Alter der Pilzdecke sich zu steigern pflegt und die auch bei reicher Ernährung etwas größer wird.

Wird Kaliumnitrat als Stickstoffquelle benutzt, dann unterbleibt die Ansammlung der freien Säure ebenfalls. In etwas reicherer Menge als im vorigen Falle tritt aber das Oxalat auf. Dass die Säure als freie Säure entsteht, einmal vorübergehend vorhanden ist, also unter dem Einfluss der höhern Temperatur der Kultur wieder zerstört wird, beweist der Umstand, dass wenn der Kultur Kalkkarbonat zugesetzt wird, eine Ansammlung von Calciumoxalat erfolgt, indem die Säure durch die Basis des kohlensauren Salzes gebunden wird.

Dass höhere Temperatur schnelle Säurezersetzung bewirkt, geht auch daraus hervor, dass der auf einer Zuckerlösung vegetierende Pilz unter bestimmten Bedingungen zugesetzte freie Oxalsäure bei höherer Temperatur viel schneller zersetzt als bei niederer.

Unter analogen Bedingungen werden lösliche oxalsaure Salze nicht oder nicht merklich angegriffen. Sie wirken vielmehr gleich den kohlensauren Salzen d. h. sie binden einen Teil der sich bildenden Säure, wobei ein saures oxalsaures Salz entsteht.

Die darauf fußende Vermutung, „dass da, wo durch die Qualität der Nahrung die Entstehung oxalsaurer Salze vorgezeichnet ist, auch die abgeänderten Wachstumsbedingungen keinen wesentlichen Einfluss haben und jene eine weitere Zersetzung nicht oder nur spurweise erleiden“, bestätigt das Experiment nicht. Die Natur des organischen Nährstoffes ist vielmehr sehr wesentlich. Bei Anwendung von Pepton, sammelt sich in der Nährlösung reichlich oxalsaures Ammoniak an, das in ältern Kulturen zunimmt, während das Pilzgewicht sinkt. Wird dagegen weinsaures Ammoniak als Nährlösung benutzt, dann entstehen nur zarte, ungemein langsam wachsende Anfänge einer Pilzdecke; die Sporenbildung, die bei gewöhnlicher Temperatur rasch eintritt, unterbleibt jetzt ganz. Nach kurzer Zeit stirbt das gebildete Mycelium ab. Es entsteht Ammoniumkarbonat, dessen Ansammlung die Lebensfähigkeit des Pilzes unmöglich macht.

Die Versuche Wehmer's ergeben also, dass in der That die Ansammlung freier Oxalsäure durch Temperaturerhöhung ausgeschlossen werden kann infolge einer schnellen Zerstörung der sich bildenden Säure.

Ueber die Zersetzung der Oxalsäure durch Licht- und Stoffwechselwirkung äußert sich Wehmer loc. cit. in folgender Weise.

Die Beobachtung, dass verdünnte Oxalsäurelösung am Lichte allmählich sich zersetzt, wobei gleichzeitig Pilzflocken aufzutreten pflegen, hat zu der Ansicht geführt, dass diese an der Säurezerstörung einen hervorragenden Anteil haben. Auf Grund exakter Experimente den Einfluss des Lichtes, sowie des Stoffwechsels zu prüfen, hat Wehmer sich zur Aufgabe gestellt. In einer gleichen Zahl von sterilisierten Versuchsgefäßen mit Wattenverschluss wurde Oxalsäure einer bestimmten Konzentration (0,792%) während 7½ Monaten in voller Dunkelheit und am Lichte aufbewahrt. Das Ergebnis war, dass bei ersteren eine Oxalsäureabnahme nicht erfolgte, während bei letztern eine Verminderung durchschnittlich auf ¼ des ursprünglichen Gehaltes erfolgte, zum Teil alle Oxalsäure zerstört wurde. Dasselbe geschah in Gefäßen ohne Wattenverschluss. Sie zeigten am Ende des Versuchs vereinzelte Pilzflocken. Die belichtete Säure war wieder in ähnlicher Weise wie in der vorigen Versuchsreihe zersetzt. In der verdunkelten hatte wieder keine Zersetzung stattgefunden. Bei stärkerer Konzentration (3—4%) war nach derselben Belichtungsdauer eine totale Zerstörung eingetreten. Diese und andere Versuche des Verfassers scheinen darauf hinzuweisen, dass die konzentrierten Lösungen eine schnellere Abnahme erfahren als die verdünnten, vielleicht infolge der Anwesenheit anderer Salze.

Die Versuchsreihe, die in Hinsicht auf den Einfluss der Nährlösung ausgeführt wurde, ergab ebenfalls, wie nachfolgende Tabelle zeigt, dass im Dunkeln eine Zersetzung nicht erfolgt oder jedenfalls nur in kaum nennenswertem Maße.

Zeitdauer	Ange- wandte Oxalsäure- Menge	Berechnet an oxal- saurem Kalk	Gefunden in Calcium- oxalat	Differenz	Zucker- gehalt der Nähr- lösung	Volumen
Tage	g	g	g	g	%	ccm
40	1,5	1,730	1,712	— 0,018	3	50
60	1,5	1,730	1,665	— 0,065	10	50
60	1,0	1,159	1,130	— 0,029	10	50
40	1,5	1,730	1,694	— 0,036	3	50

In gleichem Sinne entscheidet der Versuch die Frage des Einflusses abgestorbener organischer Massen, toter Teile der Pilzdecke etc.

Die Wirkung lebender Zellen ist nicht immer die gleiche. Sie wird vielmehr in sehr bedeutendem Maße von den näheren Umständen, namentlich von den Prozentgehalt der Säurelösung bestimmt. Ist sie nahe 1%, dann üben die Organismen keine zerstörende Einwirkung aus, wohl deshalb, weil sie durch die Säure geschädigt werden.

Anders wenn der Säuregehalt unter 1% liegt. Die Hyphen von *Aspergillus* und *Penicillium* veranlassen nunmehr eine Zerstörung der Säure, die durch günstige Temperaturen und Nährlösungen sehr befördert wird.

Bei der Zimmertemperatur wurden die 2 g der Säure, die der Zuckernährlösung zugesetzt waren, in drei Fällen bei der Verdunkelung in 113 Tagen zerstört. Eine Temperatursteigerung von 15° auf 35° bewirkt das Verschwinden der Säure bereits nach 19 Tagen.

Auf Oxalate war die Wirkung anderer Art. Die Wirkung des Lichtes auf 3% Kaliumoxalatlösungen war so, dass die Abnahme der Säure bei Gegenwart von Nährsalzen nach 8monatiger Versuchsdauer kaum eine nennenswerte war. Ist aber ein guter Nährstoff vorhanden, dann erfolgt bei *Aspergillus* nicht nur keine Zerstörung von Kaliumoxalat, sondern die Säure wird noch vermehrt. *Penicillium* dagegen zersetzt das Salz schnell. Dieses verschiedene Verhalten kann modifiziert werden durch Abänderung in der Zusammensetzung der Nährlösung. *Aspergillus* hat auch die Fähigkeit das Kaliumoxalat zu zerstören, wenn nur die Bedingungen so gewählt werden, dass durch den Stickstoffverbrauch eine Mineralsäure frei wird. —

Inwieweit Uebereinstimmung zwischen Licht- und Stoffwechselwirkung auf freie Oxalsäure in den Einzelheiten besteht, ist zur Zeit nicht möglich zu sagen. „Möglicherweise handelt es sich in beiden Fällen um eine Sauerstoffübertragung, obsehon eine Zerspaltung nicht ausgeschlossen ist“.

Eine einlässliche an neuen Ergebnissen reiche Studie ist C. Wehmer's Arbeit über die „Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze“¹⁾.

1) Botanische Zeitung, 49. Jahrg., Nr. 15—38.

Verf. beabsichtigt in dieser Arbeit die Prozesse wie die Bedingungen, unter denen Oxalsäure entsteht, zu untersuchen, um daraus einen Schluss auf ihre Stellung im Stoffwechsel abzuleiten.

Freie Oxalsäure ist auch für die Pilze, die sich gegen schädigende Einflüsse des Substrates im allgemeinen sehr widerstandsfähig zeigen, ein Gift, wenn die Konzentration einmal eine bestimmte Grenze (1%) überschritten hat. Bei geringerer Konzentration wird sie, wie wir aus früher erwähnten Arbeiten des Verf. bereits wissen, in merklicher Weise vom Pilze zerstört. Den Einfluss des Lichtes auf die Säure haben wir ebenfalls nach Verf. zitierter Arbeit kennen gelernt. Verschwindet also die Oxalsäure, so ist das stets entweder Wirkung des Lichtes oder des Stoffwechsels.

Welcher Einfluss auf ihre Entstehung kommt nun den Substrate zu? Die Vergleichung zahlreicher Kohlenstoffverbindungen lehrt, dass deren chemische Qualität von geringer Bedeutung ist, denn einzelnen Pilzen kommt die Fähigkeit zu aus fast allen Oxalsäure aufzuspeichern, während wieder andere Arten je nur aus bestimmten Verbindungen dieselbe bilden. Die Abänderungen der Stickstoffnahrung zeigte aber vor allem, dass es Fälle geben kann, wo keine Art Oxalsäure zu bilden vermag, wogegen wieder unter andern Verhältnissen jeder ein Oxalsäurebildner ist. „Die Säureentstehung in den Kulturflüssigkeiten erwies sich demnach weniger abhängig von Nahrung oder Species als vielmehr von gewissen — für das Wachstum sonst nebensächlichen — Bedingungen, die zu gutem Teil auf die chemische Zusammensetzung zurückzuführen waren“.

Für *Aspergillus niger* wurden folgende Ergebnisse unter verschiedenen Kulturbedingungen erzielt. Er ist stets ein Oxalsäureproduzent, es wäre denn, dass freie Oxalsäure als Substrat geboten wird. Aus Kohlehydraten (Dextrose, Rohrzucker, Milchzucker, Stärke, Dextrose + Weinsäure) wird freie Oxalsäure ausgeschieden; ebenso in Kulturen, deren Substrat Olivenöl, Glycerin, Asparagin ist. Sind Eiweißstoffe (Pepton, Pepton + Dextrose, Gelatine) oder Salze organischer Säuren (Kalium-, Natrium-, Ammoniumsalze der Essigsäure, Milchsäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Zitronensäure und Chinasäure) das Substrat, dann tritt Oxalsäure in gebundenem Zustande auf.

Warum tritt nun beim Konsum organischer Stoffe Ansammlung der Oxalsäure ein, während sie bei den freien Säuren nicht beobachtet wird? Ein Unterschied dieser beiden Fälle liegt nun offenbar nur darin, dass der Konsum der Weinsäure etc. aus ihren Salzen notwendig zur Abgabe freier Basen führt. Also werden diese wohl auch als Ursache der Oxalsäureansammlung zu betrachten sein. In der That entsteht sie ja in Form der Verbindung mit einer Basis, als Salz.

Ein Bild über das Verhalten verschiedener Nährlösungen zur Entwicklung des Pilzes einerseits und zur Oxalsäurebildung andererseits gibt folgende Zusammenstellung. Die Zahlen geben die Gewichte

des in annähernd gleicher Zeit von *Aspergillus niger* aus 1,5 g der verschiedenen Kohlenstoffverbindungen unter übrigens gleichen Bedingungen erzeugten Oxalsäure (als Calciumoxalat gefällt) und der Trockengewichte der Pilzsubstanz wieder.

	Oxalat	Pilzgewicht
Dextrose	0,278 g . . .	0,228 g
Glyzerin	0,240 „ . . .	0,478 „
Olivöl	0,194 „ . . .	0,810 „
Weinsäure	0 „ . . .	0,155 „
Chinasäure	0 „ . . .	0,226 „
Zitronensäure	0 „ . . .	0,240 „
Milchsäure	0 „ . . .	0,260 „
Weinsaures Ammonium	0,767 „ . . .	0,030 „
Weinsaures Kalium	0,550 „ . . .	0,032 „
Zitronensaures Ammonium	0,390 „ . . .	0,056 „
Apfelsaures Ammonium	0,267 „ . . .	0,027 „
Pepton	0,530 „ . . .	0,162 „

Der Stickstoffquelle kommt bei *Aspergillus* folgende Bedeutung für die Oxalsäurebildung zu. Es ist für ihre Entstehung gleichgiltig, ob der Pilz den Stickstoff aus salpetersaurem und phosphorsaurem Ammonium, aus salpetersaurem Kalk, Kali oder Natron entnimmt. Wird aber statt dieser Verbindungen schwefelsaures oder oxalsaures Ammonium angewandt, dann tritt nie eine Spur von Säurebildung ein. Bei der Verarbeitung der genannten Nitrate wird eine Basis frei, welche die im Stoffwechsel allfällig entstehende Oxalsäure bindet, während der Verbrauch des Ammoniums aus den letztgenannten Verbindungen eine Mineralsäure frei werden lässt. Dass ein gleiches bei Ammoniumoxalat nicht eintritt, wo ja auch eine Säureausscheidung und nicht das Freiwerden einer Basis eintritt, hat darin seinen Grund, „dass derartige Salze in Kulturflüssigkeiten bindend auf etwa gegebene Oxalsäure wirken“.

Die Menge der in Kulturflüssigkeiten auftretenden Oxalate hängt von der Menge der freiwerdenden Basen ab. So kann bei Darbietung freier organischer Säure ein Oxalat natürlich sich nicht bilden, trotzdem die Möglichkeit der Entstehung der Oxalsäure, wie wir aus dem Verhalten der Salze erkennen, nicht ausgeschlossen ist. Bei diesen führt die ausgeschiedene Basis wie erwähnt die Anhäufung der Oxalate herbei. Durch Rechnung lässt sich zeigen, dass in gewissen Fällen die Gesamtmenge der Basis in oxalsaures Salz übergeht, so dass das Gewicht der gebildeten Oxalsäure das der Pilzsubstanz oft um das 10—20fache übertrifft.

Aspergillus bildete z. B. aus 1,5 g der verschiedenen Salze (in 50 cc Ammoniumnitratnährlösung):

	Pilzgewicht	Oxalat	Dauer
Essigsäures Natrium . . .	0,040 g	0,790 g	43 Tage
" " . . .	0,022 "	0,954 "	162 "
Weinsäures Kalium . . .	0,032 "	0,550 "	46 "
" " . . .	0,017 "	0,496 "	114 "
Apfelsäures Ammonium .	0,027 "	0,267 "	80 "
Weinsäures Ammonium .	0,030 "	0,767 "	34 "
" " . . .	0,040 "	0,525 "	70 "
" " . . .	0,048 "	0,76 "	116 "
Zitronensäures Ammonium	0,056 "	0,390 "	86 "

Besonders instruktiv geht die Beziehung der Menge des gebildeten Oxalates zur Menge der freiwerdenden Basis aus folgendem Versuche hervor. *Aspergillus* bildete in 107 Tagen aus 20 g weinsäurem Ammonium (200 cc Ammoniumnitratnährlösung) 15,456 g Oxalat. Die Berechnung ergibt, dass aus der Gesamtmenge weinsäurem Ammoniums bei totaler Sättigung der Basis durch Oxalsäure 15,87 g oxalsaurer Kalk erhalten werden. Der Versuch beweist also, dass die Menge der freiwerdenden Basis die der angesammelten Oxalsäure bestimmt.

Das Verhalten von *Aspergillus niger* ist nun allerdings nicht allen Pilzen eigen. In zahlreichen der erwähnten Versuche waren die Kulturflüssigkeiten, in denen z. B. *Penicillium*, *Peziza*, *Mucor*, *Aspergillus glaucus* gezüchtet wurden, völlig frei von Oxalsäure oder sie war doch nur in Spuren vorhanden.

Wird hier die Säure überhaupt nicht gebildet oder wird ihr Nachweis infolge raschen Zerfalls unmöglich?

Um diese Frage zu entscheiden mussten die Bedingungen so gewählt werden, dass die allenfalls entstehende Säure als unlösliches Salz gebunden wurde. Dies brachte es mit sich, dass die Wirkung von Kalksalzen auf die Säurebildung untersucht wurde.

Um möglichst günstige Bedingungen der Säurebindung zu schaffen, wurde je das zur Anwendung kommende Kalksalz in starkem Ueberschusse angewandt.

Die Gegenwart des kohlensäuren Kalkes führt bei *A. niger* zu einer außerordentlichen Steigerung der Säureansammlung. Aber auch bei *Penicillium glaucum* wurde in bald reichern, bald geringern Mengen je nach der Nährlösung ihre Gegenwart nachgewiesen. In den Kulturen von *Mucor*, von *Peziza*, von *Aspergillus glaucus* fand ebenfalls eine Oxalatsammlung statt. Dem Calciumkarbonat ähnlich wirkt der phosphorsaure Kalk. Auch hier konnte fast in allen Fällen die Entstehung der Oxalsäure nachgewiesen werden, so namentlich auch in den Zuckerkulturen mit Salmiak und Ammoniumsulfat. In den *Penicillium*-Kulturen auf Stärkekleister, auf Glycerin und Alkohol wurde ebenfalls bei Gegenwart von Calciumphosphat Oxalsäure ge-

bunden. Uebereinstimmend sind die Versuche mit den übrigen oben genannten Pilzen.

Es ist also zweifellos ein Fehlen von Oxalsäure wenigstens oftmals nicht auf die mangelnde Entstehung zurückzuführen, sondern vielmehr auf eine sofortige Zerstörung derselben.

Ist Calciumnitrat, Calciumchlorid oder Calciumsulfat im Ueberschusse vorhanden, dann wird die Oxalatanhäufung nicht begünstigt, sondern vielmehr direkt herabgesetzt. Denn in kalkfreien Kulturen wird alsdann unter den gleichen Bedingungen mehr Oxalsäure zu den verschiedenen Zeiten gefunden als in den Kulturen, die die genannten Salze enthalten.

Es werden also durchaus nicht alle Kalksalze von der sich bildenden Säure zersetzt. Es genügt demnach die Gegenwart eines Kalksalzes nicht ohne weiteres um die Entstehung eines Oxalates zu veranlassen. Es hat das darin seinen Grund, dass in diesen Fällen die chemischen Reaktionen solcher Art sind, dass nicht nur keine Basen frei werden, vielmehr unter Umständen freie Mineralsäure entstehen. Dadurch wird natürlich eine schnellere Zerstörung der entstehenden Oxalsäure bedingt. —

Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass nach des Verfassers Ansicht in gewissen Kulturen freie Oxalsäure auftritt. Er stellt sich damit in Gegensatz zu der gewöhnlichen Ansicht. Wir wollen deshalb ohne allzusehr auf Einzelheiten einzutreten der Argumentation des Verf. nach einige Aufmerksamkeit schenken. „Aus irgend einem, doch sicher wenig zutreffenden Grunde, schreibt Wehmer, glaubt man mehrfach die Entstehung freier Säuren insbesondere aber der Oxalsäure bei den Pilzen verneinen zu dürfen. . . . Erwägen wir jedoch, dass im Lebensprozess sowohl der Bakterien wie der höhern Pflanzen, Säuren verschiedener Qualität in ganz erheblichen Mengen auftreten können, so ist ein Grund schwer einzusehen, warum ähnliches nicht auch in gewissen Fällen von der Oxalsäure gelten sollte, die doch notorisch fast allgemeine Verbreitung besitzt und keineswegs durch eine besondere Kluft von den andern organischen Säuren wie Milchsäure, Apfelsäure, Bernsteinsäure etc. getrennt ist“. So ist es a priori nicht unwahrscheinlich, dass auch die Oxalsäure zunächst in freiem Zustande gegeben ist, dass ihre Bindung an eine Basis erst einen sekundären Vorgang vorstellt. Ihre Giftigkeit steht dem nicht entgegen. Denn über ihre schädigende Wirkung entscheidet, wie schon früher betont wurde, der Grad der Konzentration. Als direkter Beweis für die Entstehung freier Säure muss folgende Beobachtung beansprucht werden: Bei der Kultur von *Aspergillus* auf der Ammoniumnitratnährlösung mit Zusatz von 5% kohlensaurem Kalk geht die Bildung von Calciumoxalat mit Gasblasenentwicklung vor sich. Nur die freie Oxalsäure kann aber aus dem Karbonat die Kohlensäure ausscheiden. In der kalkfreien Nährlösung verschwindet die ent-

standene Oxalsäure nach einiger Zeit wieder vollständig, „eine Wirkung, die *Aspergillus* unter jenen Bedingungen nicht auf oxalsaure Salze auszuüben vermag“.

Die allseitige Prüfung des Zustandes der angesammelten Oxalsäure ergab nun für die verschiedenen Arten folgende Ergebnisse:

Aspergillus niger sammelt fast in jeder Nährflüssigkeit reichlich Oxalsäure an. Bald ist dieselbe vollständig als Oxalat vorhanden, bald auch nur teilweise. Es hängt dies von der Menge der vorhandenen Basis ab. Die freie Säure wird nach kürzerer oder längerer Zeit wieder zerstört; die gebundene bleibt in der Kulturflüssigkeit.

Penicillium, *Mucor*, *Peziza* sowie *Aspergillus glaucus* pflegen nur in Nährlösungen Oxalsäure anzusammeln, die eine Bindung derselben bewirken. Nur selten tritt hier freie Säure und stets nur in äußerst geringen Mengen auf. Das gebildete lösliche Oxalat pflegt meist weiter gehenden Veränderungen zu unterliegen.

Die Zeit beeinflusst die Ansammlung der Oxalsäure je nach den Bedingungen in sehr ungleicher Weise. In den einen Fällen beobachten wir eine dauernde Zunahme. Die ältesten Kulturen sind also gleichzeitig die an Oxalsäure reichsten. Dies gilt für Kultur auf Pepton, organischen Salzen und jenen Zuckerlösungen, in denen durch Eingriffe eine Festlegung der entstehenden Säure erfolgt. z. B.

NH₄NO₃-Nährlösung. 50 cc. 10% Zucker. 5% CaCO₃.

Kulturdauer.	Oxalat.	Pilzgewicht.
17 Tage	0,082 g	0,037 g
36 „	0,955 „	0,032 „
42 „	1,520 „	0,105 „
54 „	1,870 „	0,362 „
150 „	3,122 „	0,350 „

In Fällen, wo ein gewisser Teil der Säure frei auftritt, bringt die längere Dauer der Kultur eine erhebliche Abnahme des Säuregehaltes mit.

KNO₃-Nährlösung. 50 cc. 3% Zucker.

Kulturdauer.	Oxalat	Pilzgewicht.
11 Tage	0,351 g	0,195 g
20 „	0,255 „	0,148 „
24 „	0,426 „	0,380 „
30 „	0,340 „	0,348 „
42 „	0,375 „	0,278 „
54 „	0,348 „	0,348 „
90 „	0,490 „	0,305 „
142 „	0,250 „	0,310 „
170 „	0,250 „	0,290 „

In Nährlösungen mit Ammoniumnitrat sind je die ältesten Kulturen die säureärmsten, wenn nicht auf irgend einem besonderem Wege eine Bindung erfolgt. z. B.

NH_4NO_3 -Nährlösung. 50 cc. 10% Zucker.

Kulturdauer.	Oxalat.	Pilzgewicht.
17 Tage	0,171 g	0,620 g
36 „	0,220 „	0,820 „
42 „	0,462 „ Maximum	0,690 „
54 „	0,263 „	0,795 „
150 „	0,100 „ Minimum	0,760 „

Inbezug auf den Einfluss des Lichtes auf die Entstehung und Zersetzung der Oxalsäure in wachsenden Kulturen verweisen wir auf eine frühere Stelle unseres Referates. —

Dem Vorhandensein von Eisensalzen in den Nährlösungen kommt ein gewisser Einfluss auf die sich ansammelnde Oxalatsmenge zu, sofern die Kulturen unter der Einwirkung des Lichtes stehen. Die Anhäufung der Oxalsäure wird verringert, selbst völlig aufgehoben.

50 cc NH_4NO_3 -Nährlösung mit 3% Dextrose an Lichtkulturen

ohne Zusatz			mit Zusatz von Eisensalz		
Pilzgewicht	Oxalat	Kulturdauer	Pilzgewicht	Oxalat	Kulturdauer
—	—	—	0,302 g	0,087 g	18 Tage
0,395 g	0,255 g	18 Tage	0,370 „	Spur	18 „
0,240 „	0,280 „	42 „	0,302 „	0,013 „	23 „
0,352 „	0,310 „	90 „	0,282 „	0	97 „
0,298 „	0,030 „	97 „	0,320 „	0	97 „

Dem Abschnitte über die Beziehung zwischen Zucker und der entstehenden Oxalsäuremenge entnehmen wir folgende Ergebnisse. Eine Steigerung des Zuckergehaltes auf die 3fache Menge hatte in einer Ammoniumnitrat-Minerallösung keinen Einfluss auf die Oxalsäurebildung. In KNO_3 -Nährlösung besteht eine Proportionalität auch nicht zwischen konsumiertem Zucker und produzierter Säure. Eine Steigerung des Zuckers auf das 3fache und 10fache hat eine Verdoppelung bzw. Verdreifachung des Pilzgewichtes, dagegen nur eine annähernde Verdoppelung der Säureansammlung zur Folge. Wird dagegen auch das Volumen der Nährlösung verdoppelt, dann findet eine Begünstigung von Wachstums und Säurebildung statt. Die Volumina erweisen sich also von Einfluss auf die Menge der angesammelten Säure.

Einen Einblick in den Einfluss der Qualität der Stickstoffverbindungen auf die Menge der in Zuckerkulturen angetroffenen Säure gewährt uns noch folgende tabellarische Zusammenstellung. Es sind die Kulturresultate von *Aspergillus* auf 50 cc einer 3% Zuckerlösung mit 1% der verschiedenen Stickstoffverbindungen.

Stickstoffverbindungen	Alter der Kultur	Oxalat	Pilzgewicht
Ca(NO ₃) ₂	16 Tage	0,117 g	0,238 g
	36 "	0,190 "	0,178 "
KNO ₃	16 "	0,351 "	0,198 "
	36 "	0,340 "	0,348 "
NH ₄ NO ₃	16 "	0,070 "	0,120 "
	36 "	0,278 "	0,225 "
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16 "	0,538 "	0,348 "
	36 "	0,650 "	0,300 "
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	36 "	1,088 "	0,310 "
	160 "	0,850 "	0,372 "
NH ₄ Cl	24 "	0	0,418 "
	36 "	0	0,425 "
(NH ₄) ₂ SO ₄	16 "	0	0,440 "
	36 "	0	0,436 "
Pepton (3 0/0)	13 "	0,580 "	0,695 "
	87 "	0,488 "	0,183 "

Die schon früher erwähnte Thatsache, dass ein Freiwerden von Basen eine Säureansammlung hervorruft, prüft Verf. noch in anderer Weise, als wie wir oben zeigten. Spielt wirklich die Basis die ihr zugeschriebene Rolle bei der Anhäufung des Oxalates, dann ist zu erwarten, „dass experimentelle Eingriffe eine Aenderung des Resultates erzielen werden, vorausgesetzt, dass diese der Art sind, dass sie die Entstehung von Basen im Stoffumsatz von vornherein ausschließen“. In der That bewirkte der Zusatz von HCl und H₃PO₄ in Mengen, die der Pilzentwicklung nicht hinderlich waren, zu Pepton und Ammoniumnitratnährlösung und ebenso zu Zuckerlösung mit Kalium- und Natriumnitrat bei *Aspergillus* wie bei *Penicillium*, dass auch nach Wochen jede Spur von Oxalsäure in der Kulturflüssigkeit fehlte. „Es ergibt sich also, dass sofern wir die Möglichkeit des Entstehens freier Basen im Stoffwechsel ausschließen, auch ein oxalsaures Salz nicht gebildet wird“.

Umgekehrt wirkt der Zusatz alkalisch reagierender Salze (sekundäre und tertiäre Alkaliphosphate). Sie entziehen dem Stoffwechsel Oxalsäure und häufen sie in der Kulturflüssigkeit an. Die Wirkung ist so entschieden, „dass auch die Hervorrufung einer Oxalsäureanhäufung bei *Penicillium* mit Leichtigkeit gelingt“.

Aus den bisherigen Darlegungen folgt, dass die Oxalsäure ein sehr allgemeines Stoffwechselprodukt der Pilze ist und dass ihre Entstehung nicht sowohl durch die chemische Natur der Kohlenstoff- und Stickstoffnahrung bedingt ist, vielmehr ausschließlich die Bedingungen, unter denen sich der Stoffumsatz vollzieht, maßgebend sind. Sie wird gebildet und wieder zerstört, und es weist so ihr Vorhandensein in einer Kulturflüssigkeit auf das Ausbleiben der Zersetzung, ihr Fehlen

auf ihren raschen Zerfall hin. Da eine Säureansammlung ganz allgemein möglich ist, „so stellt sich hiernach die Säure — gleichbedeutend ob sie in reale Erscheinung tritt oder nicht als ein wesentliches Glied im Umsetze dar“. So entsteht die Frage, auf Kosten welcher anderen Erzeugnisse ihre Bindung und Ansammlung erfolgt, mit anderen Worten, in welche Prozesse unter anderen Umständen das Säuremolekül eingreift. Durch ihre Anhäufung wird andern Lebensvorgängen, den plastischen oder den respiratorischen, Kohlenstoff entzogen. Die Beobachtungen an den *Aspergillus*-Kulturen lehren, dass eine nachweisbare Beeinträchtigung der Stoffbildung auch dann nicht eintritt, wenn die Versuchsbedingungen eine reichliche Festlegung der Oxalsäure mit sich bringen. Dies wird uns bestimmen auf eine Beziehung zur Kohlensäureabgabe, die eine Folge der Oxydation der sich bildenden Oxalsäure ist, zu schließen. Die Festlegung zieht also eine Verminderung der Kohlensäureabgabe nach sich. „Zur Illustration sind diejenigen Versuche, in denen die Bindung durch Natriumphosphat oder Calciumkarbonat herbeigeführt wurde; und wo der Pilz aus 1,5 g Zucker eine Säurequantität bildete, die 1,680 bis 2,033 g oxalsaurem Kalk entsprach, sehr geeignet. Lassen wir den Umstand, dass unsere Zahlen um ein geringes zu niedrig ausgefallen sein dürften, unberücksichtigt, so entsprechen die beiden höchsten derselben (1,930 g und 2,033 g Oxalat) = 1,190 resp. 1,253 g wasserfreier Oxalsäure, und diese Menge wurde demnach aus 1,5 g Zucker gebildet. Theoretisch vermögen bei glatter Oxydation 1,5 g Zucker 2,25 g Säure zu liefern, und für 1,253 g dieses ist hiernach wenigstens der Kohlenstoff von 0,3318 g Zucker notwendig, so dass noch 0,6682 g Zucker für andere Zwecke übrig bleiben. Aus diesem produzierte *Aspergillus* 0,290 g (also nahezu die Hälfte) an trockener Pilzsubstanz — im übrigen annähernd die gleiche Menge, wie sie aus 1,5 g Zucker in Versuchen, wo keine oder nur Spuren der Säure auftraten, gebildet wurde. Da die Pilzmasse kohlenstoffreicher als Zucker ist, . . . so ist für die Produktion von 0,290 g offenbar eine größere Zuckermenge notwendig, und es kann demnach für eine Kohlensäureentbindung auch im günstigsten Falle nur noch ein geringer Rest verbleiben.

Nehmen wir nun einmal an, dass unter andern Umständen die festgelegte Oxalsäurequantität total oxydiert wäre, so hätte das nach Rechnung 1,16356 g Kohlensäure = 629,63 cc Kohlensäure liefern können, und dies wäre also das Plus, welches dann auftreten müsste, wenn eine Oxalsäureansammlung unterdrückt wird“.

Eine offene Frage ist, ob vielleicht die Gesamtmenge der durch die Atmung zur Ausscheidung kommenden Kohlensäure auf den Zerfall der Oxalsäure zurückzuführen ist oder ob die Kohlensäure neben den Oxalsäuregruppen aus irgend welchen andern Verbindungen abgespalten werden könnte, „so dass die Säure etwa als ein Nebenprodukt der Atmung oder als das Ergebnis eines eng neben dieser einher-

gehenden Stoffwechsels anzusehen, dessen Zerfall aber bei der gegebenen Sachlage unbedingt für diesen mit in Anschlag zu bringen ist“. —

Die Frage nach einer allfälligen Bedeutung der Oxalsäure für den Stoffbildungsprozess wird, wie schon angedeutet, durch die Ergebnisse der *Aspergillus*-Kultur entschieden. Sie zeigen, „dass bei Zuckernahrung die Anschaltung der gegebenen Oxalsäure aus dem Stoffwechsel selbst in relativ bedeutenden Mengen auf das Wachstum desselben (des *Aspergillus*) nicht von nachweisbaren Einfluss ist“.

Auch der Wärmeverlust infolge der bei der Säureansammlung ausbleibenden Oxydation kann nicht von Bedeutung sein, denn die Verbrennungswärme der Oxalsäure ist eine relativ geringe.

Nur scheinbar anderer Art sind die Ergebnisse der Kulturen auf weniger günstigem Substrate, auf organischen Säuren. Auf den freien Säuren, wo keine Oxalsäure angesammelt wird, ist nach gleicher Kulturdauer das Pilzgewicht durchschnittlich etwa 4mal größer als auf den Salzen der betreffenden Säuren, wo es zur Festlegung von Oxalsäure kommt. Doch weisen gewisse Beobachtungen darauf hin, dass diese Differenz des Wachstums nicht auf die Oxalsäurebindung zurückgeführt werden darf. Nach 101 Tage entstand aus 1,5 g milchsaurem Kalium 0,1 g Pilzgewicht. Oxalatbildung fehlte. Im gleichen Zeitraum entstand aus gleicher Menge Milehsäure 0,26 g Pilzsubstanz, wobei wieder keine Oxalatansammlung erfolgte. Diese Beobachtung beweist die allgemeine Minderwertigkeit der Salze im Vergleiche zu den freien organischen Säuren.

Von verschiedenen Autoren wurde eine Bedeutung der Oxalsäure für die Pflanze darin gesucht, dass ihr die Fähigkeit zukommt Salze anderer Säuren zu zersetzen. Nun vermissen wir bei Pilzen Oxalsäure oder Oxalate oft als wirkliche Stoffwechselprodukte und doch werden Salze von Mineralsäuren zersetzt. Die Mithilfe der Oxalsäure ist also in diesen Fällen nicht nötig. In anderen Fällen wieder muss die Zersetzung eines Salzes der Entstehung der Säure vorangehen und wieder in andern existiert das Salz neben der freien Oxalsäure und diese verschwindet nach einiger Zeit ohne zu einer Zersetzung des Salzes geführt zu haben. Ein unbedingtes Erfordernis für eine Salzzersetzung ist also die Gegenwart der Oxalsäure nicht. Eine Bedeutung kann ihr in bestimmten Fällen dadurch zukommen, dass sie im Stoffwechsel freiwerdende Basen neutralisiert, was ja unter Umständen für die Existenz des Organismus nicht ohne Bedeutung sein kann.

Im weitem kann die Oxalsäure zu einer wirksamen Waffe in der Konkurrenz verschiedener Arten werden. Selbst niedere Konzentrationen der Säure sind für viele Organismen ein heftiges Gift, das der Entwicklung bestimmter Arten hinderlich sein kann. In unreinen *Aspergillus*-Kulturen, wo neben *A. niger* Bakterien, *Mucor*, *Penicillium*,

Peziza aufwachsen, verschwanden schon nach wenigen Tagen die Beimengungen, da die entstehende Oxalsäure die Entwicklung der fremden Keime unterdrückte. Ihre Anhäufung müsste allerdings für ihren Produzenten selbst schließlich verhängnisvoll werden, wenn sie nicht bald zerstört oder durch Basen gebunden wird. —

Verf. hält dafür, dass der Oxalsäure im Stoffwechsel der Phanerogamenzelle dieselbe Stellung zuzuweisen sei wie für die Pilze. Auch bei den höhern Pflanzen ist die Entstehung oxalsaurer Salze nach Verf. allein von den Bedingungen abhängig. Nicht mit konkreten Vorgängen der Stoffbildung ist die Bildung der Oxalate kausal zu verknüpfen. —

Auch dann, wenn wir die Anhäufung von Oxalaten von konkreten Vorgängen der Stoffbildung unabhängig sein lassen, erklärt sich das von uns schon früher erwähnte, periodische Auftreten der Oxalate. „Es ist die Mineralsalzmenge im jugendlichen Frühjahrsblatte eine außerordentlich geringe, so dass schon aus diesem Grunde eine Oxalatbildung kaum nachweisbar sein könnte, und erst nach Ablauf der Reservestoffperiode fließen demselben Bodensalze reichlich zu, während gleichzeitig der das nummehr beginnende lebhaftes Wachstum begleitende, ergiebige Stoffumsatz besonders günstige Umstände für eine Oxalsäureabspaltung schafft. . . . Auf die zweite Periode der Sprossentwicklung entfällt vorzugsweise die Verarbeitung organischen wie anorganischen Materials und an diesen Zeitraum knüpft sich in mehreren Fällen nachgewiesener Massen die Hauptoxalatabscheidung“. —

Die Ergebnisse zu denen Wehmer's einlässliche Untersuchungen führten, stehen also in vielen Punkten der von Schimper vertretenen Ansicht über Entstehung und Bedeutung der Oxalsäure diametral gegenüber. Wird hier die Oxalsäurebildung mit ganz bestimmten Stoffbildungsprozessen (Nukleinsynthese) verknüpft, so betont Wehmer auf seine umfassenden Pilzkulturen sich stützend gerade die Unabhängigkeit der Oxalsäurebildung von konkreten Vorgängen. Ganz allgemein ist in der lebenden Zelle durch den Stoffwechsel die Entstehung von Oxalsäuregruppen gegeben; deren Realisierung wird durch die jeweiligen Umstände bedingt. —

Unter den wichtigen Arbeiten, welche der Transpiration der Pflanzen gewidmet sind, stellen wir voran:

Die Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration mit besonderer Berücksichtigung der Flora Javas von Schimper¹⁾.

Pflanzen trockener Standorte vermögen sich gegen die Gefahr zu großer Wasserverluste auf mannigfaltige Weise zu schützen. Sie vermindern die Oberfläche der transpirierenden Organe, sie überziehen

1) Sitzungsberichte d. k. preuß. Akademie der Wissensch. zu Berlin 1890.

sie mit Wachs oder Harzsekreten, sie decken sie durch dichte Behaarung, sie versenken ihre Spaltöffnungen, entwickeln eine dicke Cuticula oder bilden in Blättern oder Stengeln einen Teil des Gewebes in Wasserspeicher um. Vorrichtungen, welche auf erschwerte Wasserversorgung deuten, finden sich aber auch bei Pflanzen, deren Standort durchaus nicht wasserarm ist. Dies eine weist wohl schon hinlänglich darauf hin, dass das Bedürfnis nach Schutz gegen Transpiration durch sehr ungleiche Ursachen bedingt sein kann.

Schimper weist dies im Besondern nach an den Halophyten und alpinen Gewächsen Javas, wie an den immergrünen Holzpflanzen temperierter Zonen.

a. Der xerophile Charakter der Halophyten.

Einfache Salzlösungen vermögen schon bei 0,5%, gemischte aber in jedem Verhältnis die Transpiration herabzusetzen. Ihre hemmende Wirkung steigt mit der Konzentration der Salzlösung, „weil durch dieselbe, so gut wie durch einen relativ wasserarmen Boden die Wasserversorgung erschwert wird“. Von großer Bedeutung ist Schimper's Entdeckung, „dass konzentrierte Lösungen, die von der Pflanze sonst noch gut vertragen werden, die Assimilation des Kohlenstoffs ganz verhindern oder stark beeinträchtigen, der Art, dass die Pflanze keine oder beinahe keine Stärke oder Cellulose mehr erzeugt“. Kommt einer Pflanze die Fähigkeit zu in ihren Geweben reichere Salzmengen zu speichern, dann wird sie zwar leichter Wasser aus dem Boden schöpfen, aber für sie ist die Gefahr groß bei lebhafter Transpiration jene Konzentration der Salzlösung in ihren Zellen zu erlangen, die tödlich wirkt. Die so kultivierten Gewächse bildeten überall — in Uebereinstimmung mit den Bedingungen des Stoffwechsels Schutzmittel gegen Transpiration aus. Stärkere Ausbildung des Pallisadengewebes, Abnahme der Interzellularen verbunden mit einer Abnahme der Blattflächen werden durch die verschiedenen Salzlösungen, sobald sie nur einen bestimmten Grad der Konzentration zeigen, hervorgerufen. Die Wirkung ist also ganz ähnlich der stärkern Beleuchtung. —

Wie weit sind nun die angedeuteten Thatsachen geeignet die Eigentümlichkeiten der javanischen Strandvegetation zu deuten? Verf. unterscheidet sie in 4 Vegetationsformationen. Die Mangrove bildet ein Buschwerk oder niedere Wälder in ruhigen Buchten im Bereiche der Flutbewegung. Die Nipaformation, die Stellvertreterin der Mangrove an den weniger salzigen Stellen, ist vorab durch das massenhafte Auftreten einer stammlosen Palme (*Nipa fruticans*) ausgezeichnet. Die Katappaformation (nach der *Terminalia Katappa* genannt) besteht aus Wäldern, die außerhalb der Flut wachsen. Die Pescapraformation (genannt nach der *Ipomaea pescapra*), vorwiegend aus kriechenden Kräutern bestehend, bildet eng an die Strandformation anschließend das unvollkommene Kleid des sandigen, oft bewegten Bodens,

Als ein dunkelgrau bis schwarz gefärbter Schlamm erscheint der Untergrund der Mangroveformation zur Zeit der Ebbe, während der Flut ragen die kleinen Bäume nur mit ihren Kronen aus dem Wasser. Die Pflanzen der Mangroveformation sind also Bewohner eines durchaus feuchten Standortes. Dennoch haben die Bäume zumeist dickfleischige oder lederartige Blätter, die oft zum Teil noch dicht behaart sind. Auch die Blätter der Bäume der Katappaformation sind häufig fleischig, saftreich oder wieder lederartig. Sie sind bisweilen auch reich behaart oder die transpirierende Oberfläche ist stark reduziert. In beiden Fällen, in der Mangrove- wie in der Katappaformation, kommt der ausgesprochen xerophile Charakter der Pflanzen namentlich auch in der anatomischen Struktur zum Vorschein. „Ganz allgemein finden wir an den Blättern der Mangrovegewächse eine sehr dickwandige, stark kutikularisierte Oberhaut. Häufig sind die Spaltöffnungen tief eingesenkt oder mit geräumigem, nur eine enge Oeffnung nach oben besitzendem Vorhof versehen. Stets ist reichliches, manchmal auffallend mächtiges Wassergewebe vorhanden. Das Mesophyll ist beinahe lückenlos. . . .“

Werden diese Strandpflanzen in gewöhnlichem Boden kultiviert, auf weniger nassem Substrate und unter voller Beleuchtung der Sonne, dann tritt die xerophile Struktur bedeutend zurück. Die Blätter werden dünner. Die Spaltöffnungen sind nicht mehr eingesenkt, die Oberhaut ist dünner, ärmer an Cutin u. s. f. Die Ursache der xerophilen Struktur dieser Pflanzen halb aquatischer Lebensweise ist wegen des Einflusses von Salzlösungen auf die Transpiration, den wir anfänglich besprachen, verständlich. Denn er bedingt ja, „dass die Halophyten unter erschwerten Verhältnissen der Wasserversorgung leben und der Gefahr ausgesetzt sind, dass ihr meist salzreicher Zellsaft eine für die Ernährung schädliche oder gar eine tödliche Konzentration erreiche“.

b. Der xerophile Charakter der javanischen Alpenflora.

Scharf unterscheidbare Regionen, deren Pflanzen durchaus verschiedene physiognomische Charaktere eigen sind, reihen sich in der Höhenverbreitung der javanischen Pflanzen einander an. Die oberste dieser Regionen, deren untere Grenze bei 8000' liegt, ist die Formation der „alpinen Savanne“. Trotzdem kein Schnee sie niederdrückt, trotzdem sie während des ganzen Jahres unter günstigen Temperaturverhältnissen vegetiert, weicht sie doch von der tiefern Region in höherem Maße ab als die alpine Region unserer Hochgebirge von der anschließenden Waldregion. „Nicht der niedern Temperatur verdankt diese Alpenflora ihr höchst eigenartiges Gepräge, sondern den Schutzmitteln gegen Transpiration“. Die Repräsentanten verschiedener Familien sind habituell gleich. Kleine lederartige aufrechte Blätter, oft mit dichter Wollenbekleidung sind ihnen eigen. Schirmartig ver-

zweigt sind die relativ stark entwickelten Stämme und Aeste. Besonders ausgeprägt ist der xerophile Charakter Ostjavas. Die Wiesenformation hat steppenartigen Charakter. Kleine Sträucher mit dickblättrigem Laub oder harten Blättern (*Leucopogon javanicus*) bilden die spärliche Repräsentanz der Holzgewächse. „Der xerophile Charakter der alpinen Flora Javas kommt nicht bloß im physiognomischen Gesamtcharakter der Vegetation, im Vorkommen australischer Formen, in dem beinahe gänzlichen Fehlen der atmosphärischen Phanerogamen und der Lianen, im Austausch mit der Strandflora, im Auftreten sonst epiphytischer Arten als Bodenpflanzen zum Ausdruck, sondern ist auch in auffallendster Weise in der anatomischen Struktur ausgeprägt“. Von der Ausbildung eines Wassergewebes abgesehen kommen fast alle anatomischen Eigentümlichkeiten xerophiler Struktur zur Ausbildung. In tiefern Regionen kultiviert geht auch ihnen der xerophile Charakter rasch verloren.

Physiognomie und Anatomie weisen also auf das Vorhandensein ungünstiger Verhältnisse der Wasserversorgung hin. Luftverdünnung, direkt durch ihren fördernden Einfluss auf die Transpiration und indirekt durch die kräftigere Insolation, ist als ihre wichtigste Ursache zu betrachten. Dazu kommt, dass in jener Höhe die Niederschläge schwächer und die Luft trockener ist als in den tiefern Regionen, dem Nebelgürtel.

Auch der Charakter unserer Alpenflora ist ein xerophiler. Krummholzbildung, Dickblättrigkeit, Behaarung etc. hat man als Schutzmittel gegen die Winterkälte und gegen den Druck des Schnees aufgefasst. Aber die gleiche Physiognomie und dieselben Strukturverhältnisse, wie sie unseren Alpenpflanzen eigen sind, kehren auch auf Javas Alpen wieder trotz einer fast konstanten Temperatur, trotz mangelnden Schnees. Es deutet also wohl der xerophile Charakter unserer Alpenpflanzen wie dort auf erschwerte Wasserversorgung hin. „Ich trage daher kein Bedenken, schreibt Schimper, die Eigentümlichkeiten der europäischen Hochgebirgsflora ebenso wie diejenigen der javanischen auf die durch Luftverdünnung und stärkere Insolation bedingte größere Transpiration und die dadurch erschwerte Wasserversorgung zurückzuführen“.

c. Ueber den gegenseitigen Standortwechsel von Halophyten, Epiphyten und Alpengewächsen.

Auf die habituelle Aehnlichkeit zwischen Alpenpflanzen und Halophyten wurde namentlich von Battandier hingewiesen, der auf gewisse Analogien zwischen algerischen Strandpflanzen und der Flora der höchsten Gipfel des Atlas aufmerksam machte, der namentlich auch die Analogie der alpinen und Strandvarietäten gewisser beider Orts vorkommender Arten erkannte. Doch nicht nur auf den Habitus, auch auf die systematische Zusammensetzung der Vegetationen

erstreckt sich diese Aehnlichkeit, sodass den Höhen des Atlas und dem Strande gemeinsame Arten zukommen, die der Zwischenregion fehlen.

Nicht auf Algerien allein ist diese Aehnlichkeit beschränkt. Sie ist wohl allgemein. So besteht auch in Südasiens diese physiognomische und systematische Analogie zwischen der Strandvegetation und der Flora der höchsten Regionen. Die Krummholzform der Hochalpen kehrt in der Mangrovevegetation Javas wieder. Tropische Epiphyten erscheinen wieder als alpine Bodenpflanzen und epiphytisch lebende Arten können, wenn auch selten, als Halophyten der Strandflora eigen sein.

„Dieser Wechsel des Standortes zwischen den Pflanzen der alpinen Region, denjenigen des Strandes und Epiphyten, der früher rätselhaft erschien, hat für uns nichts unbegreifliches, indem alle diese Gewächse die gemeinsame Eigentümlichkeit haben, dass an ihrem gewöhnlichen Standorte die Verhältnisse des Wasserversorgens ungünstige sind, sodass sie überall wesentlich gleiche Schutzmittel gegen Transpiration erworben haben. Immerhin sind die sonstigen Existenzbedingungen so ungleich, dass der Austausch nicht sehr ergiebig sein konnte.“

Zum größern Teil hinfällig werden diese erschwerenden Bedingungen des Austausches an salzreichen Stellen der javanischen Berge. Die von den Fumarolen entfernten Teile der Solfataren (3500') deckt eine relativ üppige Vegetation, die aber durchaus einen andern Charakter hat als die des benachbarten Urwaldes. Mitten in den nebel- und regenreichen Regionen ist sie dennoch ausgesprochen xerophil. „Wie in der alpinen Region finden wir auch in den Solfataren sonst auf Stämmen und Aesten der Bäume wachsende Arten auf dem Boden gedeihend und diesen sonst epiphytischen Arten beigemischt mehrere rein alpine Formen, die sonst erst oberhalb 8000' auftreten.“

Wassergewebe, doppelte Epidermis, sehr starke Cuticula u. s. f. sind diesen Solfatarenpflanzen eigen. Die chemische Beschaffenheit der Unterlage muss hier ähnlich wie in der Mangrovevegetation Schutzmittel gegen Transpiration zur Lebensbedingung machen. Es sind vorab Sulfate, welche hier die Transpiration beeinflussen.

d. Immergrüne Holzpflanzen in temperierten Ländern.

Dem Laubfall tropischer Holzgewächse beim Eintritt der trockenen Jahreszeit entspricht der Laubfall unserer Holzgewächse nicht nur der äußern Bedingung nach. Beide sind Schutzmittel gegen Wasserverlust. Die wenigsten Bäume vermöchten während des Winters den Wasserverlust durch Wasseraufnahme zu ersetzen. Die Sonnenbestrahlung müsste erstern vergrößern, während der gefrorene Boden eine Wasseraufnahme nur in unbedeutendem Grade zulässt. Die

immergrünen Bäume der temperierten Zone bedürfen also, um schadlos den Winter zu überdauern, bestimmter Schutzmittel gegen die Transpiration ähnlich wie die immergrünen Gewächse der Tropen, um die trockene Jahreszeit zu ertragen. Im anatomischen Bau der Blätter kommt das zum Ausdruck. Die derbe Beschaffenheit des Laubes ist ebenfalls ein Charakter des xerophilen Blattes. Als Schutzmittel gegen die Kälte kann aber auch einer starken Cuticula nur eine untergeordnete Bedeutung zukommen. Bald muss ja der Kälteeinfluss durch sie hindurch auf das Plasma sich geltend machen. Zudem beobachtet man, dass die Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperaturen von dieser Eigenschaft der Blätter ganz unabhängig ist und wohl ihre Ursache in einer noch unerkannten Eigenschaft des Plasmas hat (*Stellaria media*).

Aus Schimper's Darlegungen ergibt sich also, dass Schutzmittel gegen Transpiration allen Pflanzen zukommen, die dauernd oder periodisch gegen erschwerte Wasserversorgung zu kämpfen haben, mag die Ursache der letzteren in der Trockenheit der Atmosphäre, des Bodens, in kräftiger Insolation und Luftverdünnung, im Salzreichtum des Substrates oder zu niederer Temperatur desselben zu suchen sein

Der Nutzen der Schleimhüllen für die Froscheier.

Von **Henry Bernard** und **Karl Bratuscheck**.

(Aus dem zoologischen Laboratorium der Universität Jena.)

Der zähe Schleim, welcher die Eier der ungeschwänzten Lurche zu Klumpen oder Schnüren vereinigt, ist bisher wesentlich als eine Einrichtung zum Schutz gegen Austrocknen, gegen Verletzung durch Druck oder Stoß, sowie gegen das Gefressenwerden aufgefasst worden. In Bezug auf letzteres lagen bis vor kurzem nur Beobachtungen über das Verhalten der Vögel vor, denen es mit Ausnahme der breitschnäbligen Enten unmöglich ist, den Laich zu verschlingen. Erst neuerdings hat E. Stahl (Pflanzen und Schnecken. Jena 1888. S. 82) durch den Versuch bewiesen, dass der Schleim auch gegen Fische und Schnecken als Schutzmittel dient, da diese Tiere herausgeschälte Froscheier begierig fressen, hingegen dem unversehrten Laich nichts anzuhaben vermögen.

Zu etwas anderen Ergebnissen führten uns ähnliche Versuche mit ausgehungerten Flohkrebse (*Gammarus pulex*). Schleimklumpen vom Laich des Grasfrosches fraßen die Krebse zwar ebenfalls nicht, obgleich sie sich im ersten Augenblick gierig darüber her machten. Die Klumpen lagen noch nach mehreren Tagen unvermindert im Wasser. Noch widerlicher waren ihnen aber augenscheinlich die herausgeschälten Eier und jungen Quappen, die sie sofort hastig von

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [11](#)

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

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie.
673-691](#)