

- G. HABERLANDT, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose. (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XVII, 1886, S. 357.)
- E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Jena 1916.
- R. PIROTTA & B. LONGO, Sulla presenza e sulla forma degli stomi nel *Cynomorium coccineum* L. (Atti della R. Accademia dei Lincei. S. V. Rendiconti, VII, 1899, p. 98.)
- W. PH. SCHIMPER, Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses. Thèse, Strasbourg 1848.
- FR. ZWEIGELT, Vergleichende Anatomie der Asparagoideae, Ophiopogonoideae, Aletroidreeae, Luzuriagoideae und Smilacoideae nebst Bemerkungen über die Beziehungen zwischen Ophiopogonoideae und Dracenoideae. (Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Kl., Bd. 88, Wien 1913, S. 397.)
- FR. ZWEIGELT, Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Aetiologie. (Centralbl. f. Bakt., Parasitenkunde und Infektionskr., II, Bd. 47, 1917, S. 408.)

43. Kurt Stern: Über negative Osmosen und verwandte Erscheinungen.

(Eingegangen am 2. Oktober 1919.)

I.

Das Schema der Vorgänge an semipermeablen Niederschlagsmembranen und die Theorie des osmotischen Drucks hat bis in die jüngste Zeit im großen und ganzen der Beschreibung und Erklärung der Flüssigkeitsbewegungen durch pflanzliche Plasmamembranen zur Grundlage gedient. Die Frage, ob und wo der berechtigten Anwendung dieses Schemas Grenzen gezogen sind, ist verhältnismäßig wenig erörtert worden. Im folgenden will ich auf einige Erscheinungen aufmerksam machen, die mit dem üblichen Schema in Widerspruch stehen und ihre Bedeutung für Vorgänge an pflanzlichen Protoplasmamembranen erörtern.

II.

Die Entdeckung dieser Erscheinungen verdanken wir DUTROCHET.¹⁾ DUTROCHET füllte ein Osmometer, das mit einem Stück Schweinsblase verschlossen war, mit Regenwasser und setzte

1) DUTROCHET, De l'endosmose des acides. Ann. de chim. et de phys. 1835. Bd. 60.

es in eine Oxalsäurelösung ($d = 1,045$). Die Flüssigkeit im Steigrohr sank nun nicht etwa, wie er es als Folge osmotischer Saugung erwartet hatte, sondern sie stieg. Umgekehrt sank die Flüssigkeitssäule im Steigrohr eines mit Oxalsäurelösung beschickten Osmometers, wenn es in reines Wasser gestellt wurde. Dieselben Erfahrungen machte DUTROCHET mit Lösungen von Weinsäure, Zitronensäure, verdünnter Salz-, Salpeter-, Schwefelsäure u. a. m. Auch wenn das Osmometer mit einer Tonmembran verschlossen war, trat „negative Osmose“ ein. Die Wirkung eines solchen negative Osmose verursachenden Stoffes kann sogar die Wirkung von normal osmotisch wirksamen Stoffen überkompensieren: „En ajoutant à eau sucrée une quantité d'acide oxalique, égale en poids à celle du sucre, qu'elle tient à solution, c'est à dire $\frac{1}{16}$ de son poids, on invertit le sens du courant de l'endosmose, lequel ne marche plus alors de l'eau pure vers l'eau sucrée mais bien de l'eau et acide vers l'eau pure“. Umgekehrt kann man die osmotische Steighöhe einer Zuckerlösung bedeutend vergrößern (verdreifachen), indem man das Osmometer nicht in reines Wasser, sondern in eine verdünnte Säurelösung stellt. Diese negativen Osmosen treten auf bei verdünnten und mittelkonzentrierten Lösungen von Säuren, bei hoher Konzentration wird der Sinn der Osmose normal. Bei einem bestimmten Mittelwert der Konzentration findet gar keine sichtbare Flüssigkeitsbewegung zwischen Lösung und Lösungsmittel statt. Dieser Mittelwert steigt mit sinkender Temperatur, so daß also Sinken der Temperatur die negative Osmose begünstigt. Dies Verhalten möge folgende Tabelle nach DUTROCHETS Angaben illustrieren:

Mittelwert der Weinsäurelösung:

11	Teile	krist. Säure	auf	100	Teile	Lösung	25° C	$d = 1,05$
21	„	„	„	100	„	„	25°	$d = 1,10$
30	„	„	„	100	„	„	8°	$d = 1,15$
40	„	„	„	100	„	„	0,25°	$d = 1,21$

Die Untersuchungen DUTROCHETS wurden fortgesetzt und erweitert von GRAHAM,¹⁾ der ebenfalls mit Schweinsblaseosmometern arbeitete, z. T. auch mit Osmometern, die durch mit koaguliertem Hühnereiweiß getränktem Tuch verschlossen waren. Er fand eine Reihe weiterer Stoffe, die negative Osmosen gaben, wie Goldtrichlorid, Ferrinitrat u. a. m., und als allgemeines Resultat, daß saure Stoffe in der Regel negative, alkalische positive Osmosen erzeugen.

1) GRAHAM, TH. On osmotic force. Philos. Transact. 1854, Bd. 144.

AUBERT¹⁾ berichtet über abnorme Thermoosmosen. Da der osmotische Druck proportional der absoluten Temperatur wächst, so muß zwischen zwei gleichkonzentrierten, aber ungleich temperierten Lösungen zu beiden Seiten einer semipermeablen Membran eine Osmose von der kälteren zur wärmeren Lösung stattfinden, eine als SORETsches Phänomen bekannte Erscheinung. AUBERT zeigte nun bei Verwendung verschiedener permeabler Membranen, daß man unterscheiden könne zwischen aktiven und inaktiven. Inaktive Membranen zeigen überhaupt keine Flüssigkeitsbewegung trotz Temperatursprungs, aktive je nach der Natur des Diaphragmas — und wohl auch der Natur der Flüssigkeit zu seinen beiden Seiten — entweder normale, also im Sinne des Soretphänomens gerichtete Osmose, oder eine negative, also von der wärmeren zur kälteren Flüssigkeit gerichtete Bewegung. So ist z. B. Schweinsblase eine aktive Membran, sie wird jedoch durch sehr lange Dialyse zur inaktiven.

BARTELL²⁾ hat an Porzellandiaphragmen negative Osmosen nachgewiesen. Wenn er durch eine Membran aus unglasierten Porzellan von $0,2\ \mu$ mittleren Porendurchmesser reines Wasser von Salzlösungen trennte, so erhielt er negative Osmosen bei Salzen, deren Anion eine größere Wanderungsgeschwindigkeit als das Kation besitzt, also z. B. bei den Chloriden und Nitraten der einwertigen Metalle.

Aber sogar an der Membran, die der Typ der normal osmotisch wirksamen semipermeablen Niederschlagsmembran ist, der Ferrocyan-kupfermembran, hat BERNSTEIN³⁾ negative Osmosen beobachtet. Er füllte vorschriftsmäßig hergestellte PFEFFERSche Zellen mit K_4FeCy_6 -lösungen und stellte sie in $Cu(NO_3)_2$ -lösungen von etwas höherem osmotischen Druck. Trotzdem stieg die Flüssigkeit im Steigrohr beträchtlich; es fand also eine dem Sinn der normalen Osmose entgegengesetzte Flüssigkeitsbewegung statt.

Ich selbst habe den größten Teil der DUTROCHETschen und GRAHAMschen Versuche wiederholt und die Angaben dieser Forscher bestätigt gefunden. Meine Versuche zeigten mir, daß an Schweinsblasemembranen anscheinend alle freien Säuren negative Osmosen geben, jedoch nicht alle sauer reagierenden Salze. So gibt z. B. zwar Ferrinitrat und Goldtrichlorid negative Osmosen,

1) AUBERT, Thermoosmose. *Ann. de chim. et de phys.* Bd. 26. 1912.

2) BARTELL, Negative Osmose. *Journ. Americ. Chem. Soc.* 1914. Bd. 36.

3) BERNSTEIN, J. *Elektrobiologie* 1912. Diese Versuche bedürfen einer Nachprüfung.

aber mit Cuprinitrat und Thoriumnitrat (MERCK), erhielt ich positive Osmosen. Interessant ist das Verhalten zweier Säuren zu beiden Seiten der Membran. So fand ich zwischen Pikrinsäure und Oxalsäure in isotonischen, geringen Konzentrationen zu beiden Seiten einer Schweinsblasemembran keine merkliche Osmose, verdünnte ich aber die eine Säure z. B. auf $\frac{1}{2}$, so trat nun deutliche Osmose zur verdünnteren Lösung auf.

III.

Wie erklären sich nun diese Erscheinungen? Vor allem für nichtquellbare Membranen hat man an elektroosmotische Vorgänge gedacht. Die Erscheinung der Elektroosmose ist folgende: Schickt man durch eine mittelst eines Diaphragmas in 2 Teile getrennte Flüssigkeit einen elektrischen Strom, so wandert Wasser nach dem negativen, bei der Elektrolyse alkalisch werdenden Pol, und das Flüssigkeitsniveau steigt auf dieser Seite so lange, bis der hydrostatische Druck der gehobenen Flüssigkeitsmenge dem Bestreben des elektrischen Stroms, Flüssigkeit zu überführen, das Gleichgewicht hält. An der Grenze zwischen Membransubstanz (einschließlich ihr fest anhaftenden Flüssigkeitsschicht), und der Flüssigkeit in den Membranporen besteht nämlich eine elektrische Doppelschicht, d. h. die Membranflüssigkeit ist elektrisch gegen die Membran geladen und zwar Wasser in der Regel positiv, die Membran negativ. Genau so wie nun bei der Ionenwanderung die elektrisch geladenen Ionen beim Durchströmen einer Lösung mit dem elektrischen Strom zum entgegengesetzt geladenen Pole wandern, so wandert auch das positiv geladene Membranwasser bei der Elektroosmose zum negativen Pol.

Die Tatsache, daß saure Lösungen im allgemeinen negative Osmosen geben, alkalische positive, gab bereits GRAHAM die Vermutung ein, daß es sich bei den von ihm beobachteten Erscheinungen um Elektroosmose handeln könnte. „The remark will suggest itself, that in osmose water always appear to pass to the alkaline side of the membrane as water also follows hydrogen and the alcali in electrical endosmose. Auch AUBERT hat seine abnormen Thermoosmosen als Elektroosmosen aufgefaßt, ebenso BERNSTEIN seine negativen Osmosen an Ferrocyanokupfermembranen. BARTELL erläutert seine negativen Osmosen an Porzellanmembranen in diesem Sinne folgendermaßen: Bei der Diffusion der von ihm verwendeten Salze durch das Diaphragma nach dem reinen Lösungsmittel wandert das negative Ion voraus, so daß die an das reine Wasser grenzende Fläche der Membran negativ geladen ist gegen

die an die Salzlösung grenzende Membranfläche. Das, wie oben erwähnt, gegen die Membransubstanz im allgemeinen positiv geladene Wasser wandere daher auch ohne Anlegen eines äußeren Potentialgefälles nach der Seite des reinen Wassers, wie es als negative Osmose zu beobachten sei. Auch GIRARD¹⁾ nimmt an, daß die Richtung der Osmose bedingt ist durch die gegenseitige Richtung von Diffusionspotential und dem Potential der elektrischen Doppelschicht zwischen Porenhalt und Porenwand. Die Untersuchungen von HAMBURGER²⁾ haben aber GIRARDS Anschauungen insofern berichtigt, als Richtung und Ausmaß der Osmose sich als nicht vom Diffusionspotential abhängig zeigte, jedoch insofern bestätigt, als auch sie die starke Abhängigkeit von Richtung und Ausmaß der Osmose von kapillarelektischen Kräften feststellen zu können glaubt. Schließlich sei noch erwähnt, daß von FREUNDLICH³⁾ darauf hingewiesen wurde, daß zur Elektroosmose nicht nur das Auftreten von Potentialdifferenzen, also eine elektrostatische Erscheinung genügt, sondern das Fließen eines Stromes erforderlich ist, also eine elektrodynamische Erscheinung, daß man also, wenn man die negativen Osmosen als Elektroosmosen auffassen will, man das Auftreten von Membranströmen annehmen muß. Man kann nun tatsächlich in gewissen Fällen durch die Produkte der Elektrolyse nachweisen, daß ohne äußere Zufuhr elektrischer Energie ein solcher von ihm als „Lokalstrom“ bezeichneter Strom eine Membran durchfließt. Dieser als Becquerelphänomen bezeichnete Vorgang verläuft folgendermaßen: Füllt man ein dickwandiges, am Boden mit Sprüngen versehenes Reagenzglas mit $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung und stellt es in Na_2S -Lösung, so erhält man nach kurzer Zeit am Boden des Reagenzglases außen Gelbfärbung infolge Oxydation von Na_2S zu Polysulfid, innen Abscheidung von metallischem Kupfer, eine Erscheinung, die einwandfrei nur durch die Annahme eines Membranstroms erklärt werden kann⁴⁾.

Den elektroosmotischen Erklärungsversuchen, die vor allem für nicht quellbare Membranen von Bedeutung sein dürften, gesellen

1) GIRARD, P. Mécanisme électrostatique de l'osmose. Compt. Rend. 1910. Bd. 151.

2) HAMBURGER, T. Diffusion u. Osmose unter der Wirkung kapillarelekt. Kräfte. Z. f. physik. Ch. 1918.

3) FREUNDLICH, H. Über abnorme Osmosen. Kolloidzeitschr. Bd. 18, 1916.

4) cf. BRAUN. Über elektrokapillare Reaktionen. Ann. d. Phys. Bd. 44. 1891, und OSTWALD, Wi. Die elektr. Eigenschaften semipermeabler Membranen. Z. f. phys. Ch. Bd. 6. 1890. Die Annahme von Ionenpermeabilität ist zur Erklärung dieser Erscheinung nicht erforderlich.

sich zu die Quellungstheorien der Osmose. Speziell für quellbare Membranen haben bereits BRÜCKE und TAMMANN¹⁾ sich dahin gehend geäußert, daß die Flüssigkeitsbewegung stets von der Flüssigkeit gerichtet ist, in der die Membran stärker quillt, zu der Flüssigkeit, in der sie schwächer quillt. Auf eine breite experimentelle Grundlage wurde die Theorie aber erst durch die ausgezeichneten, leider noch viel zu wenig gewürdigten Untersuchungen FLUSINs²⁾ gestellt. Es gelang FLUSIN durch gleichzeitige Messung von Quellung und Osmose an den verschiedensten Membranen und und mit den verschiedensten organischen Flüssigkeiten und Elektrolytlösungen zu zeigen, daß ein quantitativer Zusammenhang besteht zwischen Quellungsgeschwindigkeit und Osmose, derart, daß die Richtung der Osmose zwischen zwei durch eine quellbare Membran getrennten Flüssigkeiten von der Flüssigkeit gerichtet ist, deren Quellungsgeschwindigkeit größer ist, zu der Flüssigkeit, deren Quellungsgeschwindigkeit kleiner ist. Ist letztere bei Osmosen von wässrigen Lösungen gegen Wasser das Wasser, so findet also negative Osmose statt. So lassen also Säuren in den Konzentrationen, in denen sie negative Osmosen geben, die Membranen stärker quellen als Wasser, in den Konzentrationen aber, in denen sie positive geben, lassen sie die Membran weniger stark quellen als Wasser. Im Einklang mit den Ergebnissen FLUSINs stehen die von HAMBURGER, die an Schweinsblasenmembranen einen Parallelismus fand zwischen Stärke der Osmose verschiedener Salze und der lyophilen Quellungsreihe, d. h. der Reihe, in der diese Salze die Quellung von Eiweißkörpern beeinflussen. Inwieweit kapillarelektrische Vorgänge auch bei diesen Osmosen eine Rolle spielen, läßt sich z. Z. noch nicht beurteilen, doch ist ein Einfluß zweifellos vorhanden.

IV.

Ich will nun die Bedeutung der oben dargelegten Erscheinungen für einige pflanzenphysiologische Vorgänge kurz erörtern.

Im Becquerelphänomen hatte ich eine Erscheinung geschildert, die die Umwandlung chemischer Energie in die elektrische Energie eines Membranstromes zeigt. Ein solcher Membranstrom kann und muß nach den obigen Erörterungen elektroosmotisch Wasser bewegen, sofern die stromdurchflossene Membran wasserdurchlässig

1) TAMMANN. Über den Teilungskoeffizienten. Zschft. f. physik. Chemie. Bd. 22. 1897.

2) FLUSIN, Recherches sur le rôle de l'imbibition. Ann. de chem. et de phys. Bd. 13. 1908.

ist. Wir können nun annehmen, daß auch an pflanzlichen Plasmamembranen entsprechende Membranströme auftreten, die man sich z. B. durch Oxydation bzw. Reduktion von Stoffen zu beiden Seiten der Membran ganz analog dem Becquerelphänomen dauernd unterhalten vorstellen kann. (Auch durch Diffusionspotentiale — hervorgerufen durch verschiedene Wanderungsgeschwindigkeit der diffundierenden Ionen — könnte ein dauernder Membranstrom geschaffen werden, sofern durch dauernde Umsetzungen zu beiden Seiten der Membran das Konzentrationsgefälle des diffundierenden Elektrolyten aufrecht erhalten wird). Indem nun diese Membranströme elektroosmotisch Wasser befördern, wird ein Teil der elektrischen Energie in die mechanische Energie der Wasserbewegung verwandelt. Damit ist ein Mechanismus gegeben, der unter Arbeitsleistung stattfindende Wasserausscheidung erklären kann. Ich ¹⁾ habe durch Durchsenden elektrischer Ströme durch pflanzliche Diaphragmen, z. B. Weidenzweigstückchen, solche elektroosmotische Wasserbewegungen gegen den hydrostatischen Druck erzielt. Aus den erhaltenen Werten habe ich angenähert die Wassermengen zu berechnen versucht, die durch elektrische Ströme von der Größenordnung, wie man sie an pflanzlichen Protoplastmembranen erwarten darf, gefördert werden könnten. Es zeigte sich, daß sie der Größenordnung nach im Stande sind, auch die größten beobachteten Blutungsmengen zu erklären. Über das Verhältnis der dabei entwickelten Drucke zu den Blutungsdrücken läßt sich z. Z. noch nichts aussagen. Daß der Mechanismus eines bestimmten pflanzlichen Sekretionsprozesses indessen elektroosmotischer Natur sei zu beweisen, gelang mir ebensowenig wie ein entsprechender Nachweis für die von PFEFFER aufgestellten osmotischen Blutungsschemata trotz mannigfacher darauf gerichteter Bemühungen ²⁾ bis jetzt gelungen ist. (Von der Nektariensaugung sei hier abgesehen.) Nach meiner Ansicht werden in der Natur alle möglichen Sekretionsmechanismen verwirklicht sein.

Was die negativen Osmosen, speziell die der Säuren, betrifft, so hat bereits DUTROCHET ³⁾ einige Versuche mit Schoten von

1) Die Beschreibung und Diskussion dieser Versuche und Rechnungen würde hier zu viel Raum beanspruchen. Es sei deshalb auf die ausführliche Darstellung in einem demnächst in der Zeitschr. f. Botanik erscheinenden Aufsatz „Über elektroosmotische Erscheinungen etc.“ verwiesen.

2) cf. LEPESCHKIN, Zur Kenntnis des Mechanismus der aktiven Wasserausscheidung. Beih. z. Bot. Cbl. 1906. Bd. 19. Abt. 1.

RUHLAND, W., Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Jahrb. f. w. Bot. 58 1915.

3) DUTROCHET l. c. p. 369.

Colutca arborescens und Zwiebelschuppen von *Allium porrum* als Osmometermembranen angestellt. Sie ergaben positive Osmosen bei allen Säurekonzentrationen, auch bei denen, bei denen Schweinsblasenmembranen negative Osmosen zeigten. Indessen wies bereits NÄGELI¹⁾ darauf hin, daß man dies Ergebnis nicht auf alle pflanzlichen Membranen verallgemeinern könne, vor allem nicht auf die Protoplasmamembranen. Der eindeutige Nachweis negativer Osmosen an pflanzlichen Protoplasmamembranen wäre von höchstem Interesse, vor allem mit Rücksicht auf das häufige Vorkommen sauren Zellsaftes. Von daraufhin gerichteten Versuchen möchte ich vor allem einen Versuch erwähnen, den bereits DE VRIES²⁾ in ähnlicher Form und mit gleichem Resultat angestellt hat. Plasmolysiert man violette Oberhautzellen von *Rhoeo discolor* mit 5% K_2SO_4 -Lösung und setzt dann etwas festes KOH oder K_2CO_3 unter dem Deckglas hinzu, so sieht man in dem Präparat nach kurzer Zeit ein sehr eigenartiges Bild. Alle Zellen sind plasmolysiert und der Zellinhalt liegt als Kugel frei im Zellinnern. Ein Teil der Zellen hat noch die natürliche violette Farbe, ein Teil ist bereits durch Eindringen der Lauge blau gefärbt. Die blauen Kugeln sind nun durchwegs bedeutend kleiner als die violetten. Fügt man aber der plasmolysierenden K_2SO_4 -Lösung statt fester KOH ein Kömchen fester Säure, z. B. Oxalsäure oder Weinsäure hinzu, so bemerkt man nach einiger Zeit, wie in den meisten Zellen, die durch Rotfärbung des Zellsaftes das Eindringen von Säure anzeigen, die Plasmolyse zurückgeht und schließlich der Protoplast wieder der Zellwand völlig anliegt. Dieser Vorgang erfordert oft nur wenige Minuten. Bringt man solch einen Schnitt in eine konzentrierte Zuckerlösung, so sieht man, wie die ausgedehnten Säurezellen wieder plasmolysiert werden. Ihre Vakuolenhaut ist also nicht durch die Säure zerstört. In anderen Fällen platzen die Vakuolen beim Schwellen und ihre Membran kontrahiert sich darauf. Die gleichzeitige Beobachtung von im Präparat stets anwesenden violetten Zellen, in die also die Säure noch nicht eingedrungen ist, zeigt, daß diese im Verhältnis zu den roten Zellen während der Beobachtungszeit nicht merklich an Volumen gewinnen, daß es sich beim Rückgang der Plasmolyse nicht einfach um den normalen Rückgang der Plasmolyse handelt. Zur Erklärung dieser Erscheinung bieten sich verschiedene Möglichkeiten. Man könnte

1) NÄGELI u. CRAMER, Pflanzenphysiol. Untersuchungen 1885. p. 28.

2) DE VRIES, H. Plasmolyt. Studien über die Wand des Vacuolen
Jahrb. f. w. Bot. Bd. 16. 1885.

annehmen, daß die Protoplasamembranen durch Säure erhöht durchlässig werden und infolgedessen K_2SO_4 rasch eindringen lassen, die osmotisch wirksamen Stoffe der Vakuole aber nicht ebenso rasch heraustreten lassen. Dagegen spricht aber die Zunahme der Plasmolyse bei Alkalizusatz gerade in den Zellen, in die Alkali eingedrungen ist. Hier nimmt ja gerade in den permeableren Zellen die Plasmolyse zu, obwohl in beiden Fällen mit K_2SO_4 plasmolysiert ist. Dennoch liegen, zumal wenn man die eventuellen chemischen Wirkungen von Säure und Base auf Protoplasma und Zellsaft in Erwägung zieht, die Verhältnisse zu kompliziert, um aus dem geschilderten Rückgang der Plasmolyse mit Sicherheit die Mitwirkung negativer Osmose erschließen zu können¹⁾. Das gilt auch von den ebenfalls leicht zu reproduzierenden Versuchsergebnissen von KLEMM²⁾, der bei Übertragen von dünnwandigen Haaren in verdünnte Lösungen aller möglichen anorganischen und organischen Säuren Platzen der dünnwandigsten Zellen erhielt. Dabei muß man aber berücksichtigen, daß KLEMM diese Erscheinung nur bei Säureeinwirkung und nicht bei Anwendung von allen möglichen anderen chemischen Agentien erhielt, und daß andererseits, soweit bekannt, nur Säuren an Schweinsblase- oder anderen Eiweißmembranen beträchtliche negative Osmosen geben.

Ähnliche Beobachtungen machte LOPRIORE³⁾. Er fand durch Umströmen von im hängenden Tropfen kultivierten Pollenschläuchen mit CO_2 Anschwellen derselben unter Vergrößerung der Vacuolen, oft bereits nach wenigen Sekunden. Bestimmung des osmotischen Drucks ergab durchweg eine Verringerung gegen den Normalzustand.

Wenn zur Zeit auch noch kein eindeutiger Beweis für das Vorkommen negativer Osmosen an pflanzlichen Protoplasten erbracht ist, so glaube ich doch, daß man in Erwägung der Gesamtheit der angeführten physi-

1) Der dem eingangs geschilderten DUTROCHETSchen Osmometerversuch entsprechende Versuch: „Plasmolyse mit Zucker und eventueller Rückgang nach Zusatz fester Säure“ verlief bis jetzt resultatlos wegen der Bildung fester Oberflächenhäutchen, cf. KÜSTER Z. f. B. ot. Bd. II. p. 696. Bisweilen beobachtete ich entsprechend Angaben von DE VRIES l. c. und KÜSTER l. c. Platzen und Austreten von Blasen aus den Vakuolen.

2) KLEMM, P. Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. w. Bot. Bd. 28. 1895.

3) LOPRIORE, G., Über die Einwirkung der Kohlensäure auf das Protoplasma. Jahrb. f. w. Bot. Bd. 28. 1895.

kalischen und physiologischen Beobachtungen ihr Vorkommen auch an Protoplasmamembranen für recht wahrscheinlich erachten muß.

Kaiser Wilhelm Institut für physikalische Chemie,
Berlin-Lichterfelde. 1. X. 1919.

44. R. Kolkwitz: Über die Standorte der Salzpflanzen. III. *Triglochin maritima*.

(Eingegangen am 8. Oktober 1919.)

Über *Triglochin maritima* habe ich in diesen Berichten im Jahre 1917 schon einmal Mitteilung gemacht und den Nachweis geführt, daß die Pflanze statt auf kochsalzhaltigem auch auf solchem Boden gedeihen kann, der mit hartem, im besprochenen Falle sulfathartem, Wasser durchtränkt ist.

In der vorliegenden Arbeit soll *Tr. maritima* als besonders geeignetes Beispiel dienen für Ermittlungen über die Zeitdauer, welche zur Bildung großer Bestände von Salzpflanzen nötig ist, also als Beispiel für die Entwicklungsgeschichte von Pflanzenvereinen.

Die Familie der Juncaginaceae, zu der die Gattung *Triglochin* gehört, umfaßt in Europa nur ausdauernde Vertreter und zwar meist Bewohner nasser oder feuchter Standorte. An diesen findet sich *Tr. maritima* an bestimmte Sonderbedingungen gebunden, besonders an salziges oder hartes Wasser. Die bloße Sumpfnatur genügt in der freien Natur, soweit meine Erfahrungen reichen, für seine Entwicklung nicht.

* * *

Werden normale Süßgraswiesen mit salzhaltigem Wasser überrieselt, überschwemmt oder von höher gelegenen Wasserläufen mit derartigem Grund- oder Sickerwasser durchtränkt, so werden dadurch günstige Bedingungen für die Entwicklung von *Tr. maritima* vorbereitet.

Zunächst entsteht ein Minimum der Wachstumsmöglichkeit bei beginnender schwacher Versalzung oder Verhärtung des Bodenwassers und infolge der noch wirksamen Konkurrenz durch die

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Stern Kurt

Artikel/Article: [Über negative Osmosen und verwandte Erscheinungen. 334-343](#)