

Beiträge zur Kenntnis des Desmidiaceen- Protoplasten

I. Osmotische Werte. II. Plastidenkonsistenz.

Von Dr. Ingeborg Krebs

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

Mit 3 Textabbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Dezember 1951)

Einleitung.

Die schönen, zierlichen Formen der Desmidiaceen zogen die Forscher schon seit langem an, und sie gehören mit den Diatomeen zu den bestuntersuchten Algengruppen.

Neben Morphologie und Systematik wurde auch der Feinbau der Membran ausführlichen Untersuchungen unterzogen. Mit dem Porenapparat der Zellwand befaßten sich Klebs (1886), Hauptfleisch (1888), van Wisselingh (1912) und besonders Lütke Müller (1894, 1902, 1917). Die Füllung der Porenkanäle sollte nach Hauptfleisch (1888) und Schütt (1899) aus Protoplasma bestehen, Lütke Müller und die Mehrzahl der Forscher nehmen jedoch gallertige Substanz an. Krieger unterscheidet nach der Funktion verschiedene Typen von Gallerten, und zwar die Verbindungsgallerte zwischen den einzelnen Zellen fadenförmiger Desmidiaceen, die seltene Befestigungsgallerte, die sehr weit verbreitete Hüllgallerte und die Bewegungsgallerte. Letztere steht mit der Bewegung der Zieralgen in Zusammenhang, worauf schon Nägeli (1849) hingewiesen hat. Näher untersucht wurde die Bewegungsgallerte von Klebs (1885, 1887), Hauptfleisch (1888), Schröder (1902), Lütke Müller (1902) und Kol (1927).

Über den Bau der Chloroplasten der Desmidiaceen stammen

eingehende Untersuchungen von N. Carter (1919 und 1920). Schon früher wurde dieses Gebiet von Lütke Müller (1883, 1895), Lutman (1910 und 1911) und West (1916) bearbeitet.

Über Karyologie wird bei van Wisselingh (1910, 1912), Lutman (1910, 1911), Acton (1916), Marguitt (1925) und Kauffmann (1914) abgehandelt. Die Nukleolen der Desmidiaceenkerne wurden unter anderen von Kopetzky-Rechtperg (1932) untersucht.

Mit den Gipskristallen in den Endvakuolen haben sich de Bary (1858), Fischer (1883), Frey (1926), Steinecke (1926) und Kopetzky-Rechtperg (1931) eingehend beschäftigt. Die sogenannten „Zersetzungskörperchen“, die in gewissen Gattungen (*Cosmarium*, *Pleurotaenium*, *Euastrum*, *Xanthidium*) auftreten und in anderen, wie bei *Closterium*, fehlen, wurden von Nägeli (1849), de Bary (1858), Löw (1878), Fischer (1884) und Kopetzky-Rechtperg (1931) bearbeitet. Letzgenannter Forscher wies nach, daß es sich nicht, wie früher angenommen, um Absterbeerscheinungen, sondern um Reservesubstanzen handelt; er schlägt daher den Namen Gallertkörperchen vor.

Über gefärbte Zellsäfte bei Mesotaeniaceen (*Mesotaenium*, *Netrium*, *Cylindrocystis*) berichten Berggren (1871), Lagerheim (1895), Mainx (1923) und Steinecke (1923).

Während bei den Diatomeen neben den systematischen Untersuchungen der Schalen auch die Karyologie (Geitler 1932 f.) und die Protoplasmatik der Zellen viel untersucht worden sind (vgl. z. B. Cholnoky 1928, 1930, 1932 und Höfler 1940, 1943), so ist dies bei den Desmidiaceen nur in geringerem Umfange der Fall gewesen. Eine Ausnahme bildet die Gattung *Closterium*, an der unter anderen Weber (1937), Küster (1937) und Menke (1934) die Doppelbrechung der Chloroplasten untersuchten und Andrews (1915) Zentrifugierungsversuche durchführte, auf die später noch zurückzukommen ist. Kopetzky-Rechtperg (1938) beschrieb für *Netrium Digitus* an der Innenseite der Zellmembran längsverlaufende streifenförmige Verdickungen des unbewegten Wandplasmas, zwischen denen lebhaft strömende Protoplasmaabänder verlaufen. Verschiedene Inhaltkörperchen der Desmidiaceen wurden von dem gleichen Forscher bearbeitet (1931 a, b, 1934, 1935, 1942). Die Bewegungen in den Zellen von *Closterium Lunula* beschrieben unter anderen Schumann (1875) und Willis (1880).

Jüngere Arbeiten über die Protoplasmatik der Desmidiaceen stammen von K. Eibl (1939 a, 1939 c und 1941). Wir kommen darauf im Eingang des II. Kapitels zurück. Im übrigen ist die Zahl der Arbeiten, die sich mit physikalischen und chemischen Eigenschaften des Plasmas und der Plastiden befassen, nicht groß. Derartige Beiträge zur Kenntnis des Protoplasten sollen meine Untersuchungen liefern. In dieser Mitteilung will ich über meine Beobachtungen über die osmotischen Werte und ihre standortlichen und jahreszeitlichen Schwankungen bei Zieralgen und die Konsistenz ihrer Chloroplasten berichten. Versuche über die Permeabilität ihres Plasmas sollen folgen. Über Vitalfärbung und Resistenz habe ich nicht gearbeitet; damit beschäftigen sich zur Zeit I. Hirn und W. Loub im Wiener Pflanzenphysiologischen Institut.

Krieger hat die bis zum Jahre 1933 erschienene Desmidiaceenliteratur übersichtlich zusammengestellt. Fritsch faßt in seinem Algenwerk die bis 1948 erschienene Literatur zusammen.

Für die Anregung zu dieser interessanten Arbeit, die wertvolle Hilfe und Unterstützung, ohne die ich sie nie hätte durchführen können, möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Karl Höfler, den allerherzlichsten Dank aussprechen.

Material.

Das Desmidiaceenmaterial, mit dem ich arbeitete, stammte durchwegs aus der nordwestlichen Steiermark, vor allem aus der Ramsau bei Schladming. Die Ramsau ist ein Hochplateau von etwa 1100 bis 1200 m Höhe und liegt am Südfuß des Dachsteinmassivs.

Hier liegt nördlich des Ritteswaldes (1609 m), in der Nähe des Gasthauses Karlwirt, der wichtigste Algenfundort. Dieses Moor, das im folgenden RMK. (Ramsauer Moor beim Karlwirt) genannt wird und das den Lokalnamen Schwaigermoos führt, wird in seinem westlichen Teil von einem alten, jetzt stagnierenden Graben durchzogen, der mit Desmidiaceen besonders reich bevölkert ist. Zwischen ihm und einem künstlich ausgehobenen Randgraben des Moores befindet sich Hochmoorboden mit *Pinus montana*. Dort liegen mehrere kleine Schlenken, die in heißen Wochen oft so weit austrocknen, daß nur noch ein grün schimmernder schlammiger Brei zurückbleibt. Manche Schlenken trocknen auch völlig aus.

Ein weiterer wichtiger Standort war das Ramsauer Torfmoor oder Heimerlmoor, das schon von Heimerl 1891 systematisch erforscht wurde. Es wird im folgenden mit RT. bezeichnet. Höfler

bezog von diesem Hochmoor sein Material für den Nachweis von Eisen in den Membranen der Desmidiaceen 1926 und für zahlreiche zellphysiologische Untersuchungen. Die Hauptblänke stammt von einer Moorgrabung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Die ehemalige Randblänke ist viel seichter geworden und stark mit *Carex rostrata* verwachsen; auch *Menyanthes trifoliata* tritt häufig auf. Hayek hat 1904 Artenlisten der Anthophytenflora des Moores mitgeteilt. Im RT. ist noch das quadratische Wasserloch zu erwähnen, das eine alte Aushebung von über 1 m Tiefe ist. Cholonok und Schindler 1951 haben kleine Terrainskizzen vom RT. veröffentlicht. In allen diesen Wasseransammlungen herrscht reges Leben, das auch im Winter nicht unterbrochen wird, da die Blänken zum Teil so tief sind, daß sie nicht bis zum Grunde gefrieren (Höfler 1951).

Von meinem Ramsauer Standquartier aus unternahm ich Sammelexkursionen in die Niederen Tauern. Die Planei, die südwestlich von Schladming, südlich des Ennstales auf 1904 m Höhe ansteigt, hat sich als besonders ergiebige Fundquelle für Desmidiaceen erwiesen, die sich freilich an Artenreichtum nicht mit RMK. messen kann. In einer Höhe von ungefähr 1650 m liegt ein flacher schattiger Waldteich, in dem *Closterium rostratum* und *Closterium Lunula* die häufigsten Arten sind. Etwas höher, etwa bei 1700 m, liegt die sogenannte „Märchenwiese“, eine sumpfige Fläche mit zahlreichen Schlenken, die zum Teil mit *Sphagnum* bewachsen sind. Fast alle Schlenken blieben in den Sommern 1949—1951 dauernd mit Wasser gefüllt, so daß sich eine reichliche Desmidiaceenflora ausbilden konnte. Am Gipfel der Planei, von *Pinus montana* umstanden, finden sich drei kleinere, mit *Sphagnum* bewachsene Schlenken, die sehr schönes Zieralgenmaterial enthalten.

Auch vom Schober, 2140 m, in den Niederen Tauern, stammen einige Desmidiaceenproben, die in kleinen Schlenken gesammelt worden waren. Andere stammen vom großen flachen Schobersee (etwa 1600 m hoch), dessen Ufer mit Schilf bewachsen sind. Zudem hat mir der Desmidiaceenforscher, Herr Hauptschuldirektor Hannes Broer (Schladming), auch von anderen Tauernstandorten freundlicherweise einige Proben überlassen.

Nördlich des Ennstales, am Rücken des Ritteswaldes (1609 m), der noch in der Grauwackenzone gelegen ist und auf dessen Waldboden größtenteils das saure Bodenreaktion anzeigende Gras *Deschampsia flexuosa* vorherrscht, liegt eine Reihe kleiner, teils halbschattiger, teils sonniger Schlenken, in denen eine beschränkte Anzahl von Desmidiaceen lebt, die zur Messung der osmotischen Werte herangezogen wurden.

An sonnigen Tagen werden die Algenflocken durch den bei der Assimilation gebildeten Sauerstoff in die Höhe getrieben. Im Moorgraben von RMK. hielt sich der Auftrieb im warmen September 1949 mehrere Wochen an der Oberfläche. Einzelne Arten gelangten dabei zu besonders starker Vermehrung. So bildete damals *Closterium Dianae* die Hauptmasse des Auftriebs, ohne daß die anderen Arten zum Verschwinden gebracht wurden. 1950 und 1951 wurde diese Dominanz nicht wieder beobachtet.

Mitunter habe ich auch Sphagnumpolster ausgedrückt und die Desmidiaceen untersucht. Wenn die Schlenken schon mäßig stark eingetrocknet waren, so wurde die Oberfläche des grünen Schlammes mit einem Löffel abgeschöpft und in einer flachen Petrischale gehalten.

Ich habe in den Sommern 1949, 1950 und 1951 in der Ramsau gearbeitet.

Die Gläschen mit den Algen wurden in das Fenster des Arbeitsraumes gestellt und die Stöpsel nur lose aufgelegt, um der Luft freien Zutritt zu gewähren. Bei der Kultur wurde darauf geachtet, daß die Algen immer nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde der Besonnung ausgesetzt und dann beschattet wurden, um ein zu hohes Ansteigen der Temperatur und unnatürlich heftige Assimilationstätigkeit der Algen zu verhindern.

Interessanterweise sammelten sich viele Algen schon nach kurzer Zeit an den höchsten Stellen des Detritus an und bildeten dort kleine grüne Türmchen, wie sie unter anderen schon *Steinecke* (1926) beschreibt. Solche Ansammlungen konnten mit einer Pipette leicht abgesaugt werden. Andere Arten wieder sammelten sich am Boden des Gläschens an; oft waren es die gleichen Arten, die manchmal in der Tiefe, dann wieder in der Höhe zu finden waren. Die Fragen der gut bekannten taktischen Desmidiaceenbewegung, vgl. z. B. *Stahl* (1880) und *Oltmanns* (1922), lagen aber außerhalb meines Arbeitsprogramms.

Im Oktober der Arbeitsjahre 1949 und 1950 wurde ausgewählt schönes Ramsauer Material nach Wien transportiert und dort in den großen Fenstern des Pflanzenphysiologischen Instituts weiterkultiviert. Ein Teil der Gläschen wurde in den Nordfenstern aufgestellt, ein anderer Teil im südlichen Gangfenster, wo für Schutz vor zu starker Besonnung gesorgt wurde. Im Jänner froren manche Gläschen oberflächlich zu, doch schadete dies den meisten Algen nicht (vgl. *Höfler* 1951). Sie hielten sich so gut, daß im Frühling bei vielen Arten lebhaftige Teilung eintrat. Näheres darüber siehe im Kapitel „Osmotischer Wert“.

I. Osmotischer Wert.

Über die osmotischen Werte der Algen liegen in der Literatur nur wenige Angaben vor; die der Desmidiaceen sind noch nicht planmäßig untersucht worden.

Es galt zunächst festzustellen, ob die Desmidiaceen ein und desselben Standortes, die unter ökologisch völlig gleichen Bedingungen leben, größere Unterschiede des osmotischen Wertes zwischen den einzelnen Spezies erkennen lassen, ob also der osmotische Wert artspezifisch ist, oder ob er allein oder in erster Linie durch Umweltfaktoren bestimmt ist. Ich habe nur Algen des beschriebenen Gebietes untersucht, konnte aber doch verschiedene Standorte, und zwar aus 1100—2000 m Seehöhe, vergleichen. Es hat sich dabei gezeigt, daß der osmotische Wert einer Art nicht überall der gleiche ist, sondern daß Unterschiede, die sich freilich in bestimmten Grenzen halten, bestehen.

Weiters harrte die Frage der jahreszeitlichen Schwankungen der osmotischen Werte der Lösung. Ich hatte Gelegenheit, die im Sommer gemessenen Werte mit denen zu vergleichen, die ich im Winter an dem seit Oktober kultivierten Material feststellen konnte. Weitere Messungen fanden im Frühling 1950 statt. Außerdem wurde auf die Änderungen der osmotischen Werte während der Teilungen der Zellen, die im Frühling 1950 in dem Material erfolgten, das seit Herbst 1949 kultiviert worden war, geachtet. Da sie im allgemeinen völlig normal verliefen und sich die Algen stark vermehrten, können sie als Anzeichen für den guten Zustand, in dem sich die Zellen befanden, gewertet werden.

Meine Untersuchungen beziehen sich auf etwa 80 Spezies, die ich zu messen Gelegenheit hatte. Die zeitraubenden Messungen mußten in Kauf genommen werden, da sie durchaus notwendig waren, denn die Kenntnis der osmotischen Werte ist nicht nur im allgemeinen von zytologischem Wert, sondern Voraussetzung für jeden, der mit bestimmten Arten in irgendeiner Richtung zellphysiologisch arbeitet.

Metho d i s c h e s: Zur Bestimmung des osmotischen Wertes kam einzig und allein die grenzplasmolytische Methode in Betracht. Die kryoskopische Methode konnte aus begrifflichen Gründen nicht angewendet werden, die plasmometrische Methode Höflers wäre wegen der meist sehr komplizierten Form der Desmidiaceenzellen nur an wenigen Objekten anwendbar gewesen. Bei einigen Arten — auch bei einem Closterium — habe ich mich selbst um exakte plasmometrische Messungen bemüht. Davon soll in einer späteren Mitteilung über die Permeabilität ausführlich die Rede sein.

Um die Fehlerquellen, die bei Verwendung von Rohrzuckerlösungen leicht auftreten, wie Eindellung und Fältelung zarter Zellwände bzw. osmotischen Kollaps (Küster 1929), auszuschalten, wurde Traubenzucker verwendet. Dieser hat kleinere Moleküle und diffundiert durch manche Zellwände etwas besser. Die einmolare Stammlösung wurde in Meßkölbchen volumnormal mit Aqua bidest., das ich aus dem Wiener Institut mitgebracht hatte, hergestellt. Um die gewünschten Verdünnungen zu erhalten, wurden in einer Meßpipette Algenflocken mit dem Standortswasser aufgesaugt und die entsprechende Anzahl von Kubikzentimetern in kleine Gläschen, die sofort verschlossen wurden, getropft. Dann wurde mit einer anderen Pipette die benötigte Menge 1,0 mol Traubenzuckerlösung zugefügt und gut geschüttelt. Auf diese Weise wurden grobe Ungenauigkeiten, die sich zweifellos ergeben hätten, wenn die Algen auf dem Objektträger nach Absaugen des Wassers mit der Lösung bedeckt worden wären, vermieden. Auch das Durchsaugen der Versuchslösung ist weniger günstig, da ein Teil der Zellen weggeschwemmt wird und genaue Konzentrationsangaben nicht möglich sind.

Die Desmidiaceen verblieben mindestens 10 Minuten in der Traubenzuckerlösung, ehe sie untersucht wurden. Nach dieser Zeit war kein Plasmolyseeintritt mehr zu beobachten. Da in den Plasmoly-

Tabelle 1.

Osmotische Werte für Traubenzucker

(Vgl. Repp 1939, Jb. f. wiss. Bot. 88).

Vol. mol Traubenzucker	Atmosphären	Vol. mol Traubenzucker	Atmosphären
0,1	2,50	0,55	14,19
0,15	3,80	0,6	15,48
0,2	5,18	0,65	16,77
0,25	6,40	0,7	18,09
0,3	7,70	0,75	19,41
0,35	9,00	0,8	20,80
0,4	10,31	0,85	22,35
0,45	11,59	0,9	24,12
0,5	12,90		

R M K.- Hauptgraben	17. 7. 1949	10. 9. 1949	8. 10. 1949
<i>Cylindrocystis Brebissonii</i>	—	—	—
<i>Netrium oblongum</i>	—	—	0,35 — 0,4 +
<i>Penium minutum</i>	—	—	—
<i>Closterium angustatum</i>	0,3 — 0,4 +	—	0,35 — 0,4 +
<i>striolatum</i>	0,25 — 0,3 +	0,3 — 0,35 +	0,3 — 0,35 +
<i>Dianae</i>	0,3 — 0,4 +	0,25 — 0,3 +	0,35 — 0,4 +
„ <i>abruptum</i>	—	—	0,3 Gr.
<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i>	—	0,25 — 0,3 +	0,4 — 0,5 +
<i>Tetmemorus granulatus</i>	0,3 — 0,5 +	0,35 Gr.	0,4 — 0,5 +
<i>Euastrum sinuosum</i>	0,4 Gr.	0,35 — 0,4 +	0,35 — 0,4 +
<i>ansatum</i>	—	0,4 — 0,5 +	—
„ <i>insigne</i>	—	—	—
<i>Micrasterias pinnatifida</i>	—	0,3 — 0,35 +	—
<i>truncata</i>	0,25 — 0,3 +	—	0,35 — 0,4 +
<i>apiculata</i>	—	0,3 — 0,35 +	—
<i>rotata</i>	0,25 — 0,3 +	—	—
<i>denticulata</i> incl. var.	—	—	—
<i>angulosa</i>	0,25 — 0,3 +	0,35 — 0,4 +	0,35 — 0,4 +
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>ellip-</i>	—	—	—
<i>soideum</i>	—	—	—
<i>pseudopyramidatum</i> .	—	—	—
<i>cucurbita</i> .	—	—	0,4 Gr.
<i>Portianum</i>	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>tetraophthalmum</i>	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>conspersum</i>	—	0,4 Gr.	—
„ <i>amoenum</i>	—	—	—
<i>Xanthidium armatum</i>	0,3 — 0,4 +	—	0,4 — 0,5 +
<i>Arthrodesmus incus</i>	—	—	—
<i>Staurastrum muticum</i>	—	0,4 Gr.	—
<i>dejectum</i>	—	—	—
<i>Dickiei</i>	—	—	—
<i>teliferum</i>	0,4 Gr.	—	—
<i>muricatum</i>	—	—	—
<i>paradoxon</i>	—	—	—
<i>Heimerlianum</i>	—	—	—
„ <i>furcatum</i>	0,35 — 0,4 +	—	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>Desmidium Swartzii</i>	—	0,35 — 0,4 +	0,4 — 0,5 +
<i>Gymmozyga Brebissonii</i>	—	0,35 — 0,4 +	0,3 — 0,35 +

belle 2.

10. 7. 1950	26. 8. 1950	28. 8. 1950	30. 8. 1950	27. 7. 1951
0,3 Gr.	—	0,35 — 0,4 +	—	0,25 — 0,3 +
—	0,25 — 0,3 +	—	0,3 Gr.	0,25 Gr.
—	0,35 — 0,4 +	—	—	0,3 — 0,35 +
—	—	—	—	—
0,25 — 0,3 +	0,25 Gr.	—	0,25 — 0,3 +	0,25 — 0,3 +
—	—	—	0,3 Gr.	—
0,25 — 0,3 +	—	0,25 — 0,3 +	—	—
—	—	—	0,35 — 0,4 +	0,35 Gr.
—	—	—	0,3 — 0,35 +	0,35 — 0,4 +
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	0,35 — 0,4 +	—	0,35 — 0,4 +	—
—	—	—	—	—
0,25 — 0,3 +	0,25 — 0,3 +	0,25 — 0,3 +	0,3 — 0,35 +	0,35 — 0,4 +
—	—	—	0,3 — 0,35 +	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	0,5 — 0,6 +	—
—	0,4 Gr.	0,4 — 0,5 +	0,4 Gr.	0,35 — 0,4 +
—	—	0,4 Gr.	—	0,4 — 0,5 +
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	0,35 — 0,4 +	—	—	—
—	0,35 Gr.	—	0,35 Gr.	0,4 — 0,5 +
0,4 — 0,5 +	0,4 — 0,5 +	0,4 — 0,5 +	0,5 Gr.	0,4 — 0,5 +
—	—	—	—	0,4 — 0,5 +
—	0,35 — 0,4 +	—	—	—
—	—	—	0,35 — 0,4 +	—
—	—	—	—	—
—	0,4 Gr.	—	—	0,4 Gr.
—	0,4 Gr.	—	—	—
0,4 Gr.	—	0,4 — 0,5 +	0,35 — 0,4 +	0,4 — 0,5 +
—	0,35 — 0,4	—	0,5 — 0,6 +	0,4 — 0,5 +
0,35 — 0,4 +	—	—	—	—
0,35 Gr.	—	—	0,35 — 0,4 +	0,35 — 0,4 +
0,35 — 0,4 +	—	0,35 — 0,4 +	0,4 Gr.	0,35 — 0,4 +

lysegläschen reichliches Algenmaterial vorhanden war, konnte ich bei längerem Arbeiten alle 10 Minuten eine neue Probe entnehmen, um Fehler, die durch Verdunstung des Beobachtungstropfens entstehen könnten, zu vermeiden.

Die Algen wurden in ansteigenden Konzentrationsreihen auch über die Grenzplasmolyse hinaus beobachtet, um eventuellen Plasmolyseverzug feststellen zu können.

Man kann den osmotischen Wert nach der Konzentration der mit dem Zellsaft der entspannten Zelle isotonischen Traubenzuckerlösung oder in Atmosphären angeben. Umrechnungstabellen finden sich in allen Lehrbüchern, vgl. Ursprung A. (1938, S. 1275), dessen Angaben sich auf Rohrzuckerlösungen beziehen. Morse und Landolt-Börnstein geben die osmotischen Werte für gewichtsnormale bereitete Traubenzuckerlösungen an. Bei Umrechnung auf Volumolarität, vgl. Repp (1939), ergeben sich folgende Näherungswerte (s. Tabelle 1).

V Versuchsergebnisse.

Die Zusammenstellung der osmotischen Werte verschiedener Arten einer Biozönose zeigt, daß der osmotische Wert durchaus nicht nur von der Umgebung abhängt und etwa bei allen Desmidiaceen der gleiche ist, sondern daß deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Spezies zutage treten. *Micrasterias rotata* wird z. B. niemals einen höheren osmotischen Wert aufweisen als *Cosmarium conspersum*. Der osmotische Wert einer Art bleibt aber doch auch nicht konstant, sondern schwankt in für die Art charakteristischen Grenzen.

Im folgenden seien nun meine Untersuchungsergebnisse angeführt, die im Sommer und Frühherbst an frisch gesammeltem Material ermittelt wurden. Die Konzentrationsstufen meiner Lösungsreihen betragen im mittleren Bereich meist 0,05 mol Traubenzucker, in früheren Versuchen vom Sommer 1949 und von 0,4 mol Traubenzucker aufwärts 0,1 mol. In den folgenden Tabellen wird durchwegs angegeben, wo noch keine Plasmolyse (—), wo deutliche Plasmolyse (+) und wo in den meisten Zellen schwache Grenzplasmolyse (Gr.) beobachtet wurde.

Ich beginne mit einer Zusammenstellung meiner Messungen an Algen aus dem Ramsauer Moor beim Karlwirt (RMK.), siehe Tabelle 2, S. 586/87.

Tabelle 3 vergleicht vier Versuche aus den Jahren 1949 bis 1951 aus der Hauptblänke des Ramsauer Torfmoores (RT.) (vgl. Abb. I, Cholnoky-Schindler 1951, S. 226, II und III), aus

Tabelle 3.

Hauptblänke des RT.	13. 8. 1949	6. 9. 1949	12. 7. 1950	19. 7. 1951
<i>Netrium Digitus</i>	—	0,3 — 0,35 +	0,3 — 0,35 +	—
<i>Closterium didymotocum</i>	0,3 — 0,4 +	0,25 — 0,3 +	0,2 — 0,25 +	0,25 Gr.
<i>Pleurotaenium truncatum</i>	0,3 — 0,4 +	—	0,35 Gr.	—
<i>Tetmemorus granulatus</i>	—	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>Euastrum oblongum</i>	0,3 — 0,4 +	0,4 Gr.	0,35 — 0,4 +	0,35 — 0,4 +
<i>ansatum</i>	—	0,4 Gr.	0,35 — 0,4 +	—
<i>verrucosum</i>	—	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>Micrasterias rotata</i>	—	—	0,3 — 0,35 +	—
<i>Cosmarium reniforme</i>	0,3 — 0,4 +	—	—	—
<i>tetraophthalmum</i>	—	0,4 Gr.	—	—
<i>conspersum</i>	0,5 — 0,6 +	0,5 — 0,6 +	0,5 — 0,6 +	—
<i>Xanthidium cristatum</i>	0,4 — 0,5 +	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	0,4 — 0,5 +	—	—	0,35 — 0,4 +
<i>Desmidium Swartzii</i>	0,4 — 0,5 +	—	—	—

der auch der Großteil des Materials für die Arbeiten von Heimerl (1892) und Höfler (1926) entnommen war.

Der Randsumpf des Moores wurde orientierend untersucht. Die gemeinsam vorkommenden Arten zeigten zum Teil kleine Abweichungen (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4.

Randsumpf des RT.	13. 8. 1949	6. 9. 1949	4. 10. 1949
<i>Penium minutum</i>	0,25 — 0,3 +	—	—
<i>interruptum</i>	—	—	0,35 Gr.
<i>Pleurotaenium truncatum</i>	—	0,35 — 0,4 +	—
<i>Tetmemorus Brebissonii</i>	0,35 Gr.	—	—
<i>Euastrum oblongum</i>	—	—	0,4 — 0,5 +
<i>ansatum</i>	—	—	0,4 — 0,5 +
<i>Micrasterias rotata</i>	—	—	0,3 — 0,35 +
<i>Xanthidium antilopaeum</i>	—	—	0,4 Gr.

Randsumpf des RT.	13. 8. 1949	6. 9. 1949	4. 10. 1949
<i>Cosmarium cucurbita</i>	0,35 — 0,4 +	—	—
<i>amoenum</i>	0,3 — 0,35 +	—	—
<i>conspersum</i>	—	0,4 — 0,5 +	—
<i>tetraophthalmum</i>	—	0,4 Gr.	—
<i>Staurastrum Dickiei</i>	—	—	0,4 — 0,5 +
<i>teliferum</i>	0,35 Gr.	—	—
<i>scabrum</i>	0,3 — 0,35 +	—	—
<i>muricatum</i>	0,35 — 0,4 +	—	—
<i>oxyacanthum</i>	0,35 Gr.	—	—
<i>Desmidium Swartzii</i>	—	0,4 Gr.	0,4 — 0,5 +

Im „quadratischen Wasserloch“ (siehe Tabelle 5) kommt eine beschränkte Zahl von Desmidiaceen zwischen Algenwatten von *Oedogonium* sp., *Mougotia* sp. usw. vor. Übereinstimmend mit Beobachtungen von Höfler fand ich vielfach *Closterium parvulum* dominierend. Diese Art verträgt nach Wehrle (1927) stark alkalische Reaktion. Vielleicht bringen die Fadenalgen während ihrer Assimilationstätigkeit das Wasser auf relativ höheren p_H -Wert. Die in die Tabelle nicht aufgenommenen Werte vom 13. 8. 1949 sind von denen vom 7. 9. wenig verschieden.

Tabelle 5.

„Quadratisches Wasserloch“ RT.	7. 9. 1949	4. 10. 1949	13. 7. 1950	18. 7. 1951
<i>Netrium Digitus</i>	0,25 Gr.	0,35 — 0,4 +	0,25 — 0,3 +	0,25 Gr.
<i>Closterium striolatum</i>	—	0,25 — 0,3 +	0,25 — 0,3 +	0,2 — 0,25 +
<i>parvulum</i>	—	—	0,3 — 0,35 +	0,25 — 0,3 +
<i>gracile</i>	—	0,3 Gr.	0,3 Gr.	0,25 — 0,3 +
<i>Euastrum ansatum</i>	—	0,35 — 0,4 +	0,35 — 0,4 +	0,35 Gr.
<i>Micrasterias rotata</i>	0,25 — 0,3 +	—	0,3 — 0,35 +	0,25 — 0,3 +
<i>Staurastrum muticum</i>	0,35 — 0,4 +	—	—	—
<i>furcatum</i>	0,4 Gr.	—	0,3 — 0,35 +	—
<i>muricatum</i>	0,4 Gr.	0,3 — 0,35 +	—	—
<i>Desmidium Swartzii</i>	0,35 Gr.	0,3 — 0,35 +	0,3 — 0,35 +	0,3 — 0,35 +

Recht wesentlich verschieden von der Algenflora der größeren Blänken und Wasseransammlungen (alten Gräben) ist die Algenflora der kleinen flachen Schlenken im ziemlich ursprünglichen Legföhrenmoor. Tabelle 6 vergleicht die so weitgehend übereinstimmenden Meßergebnisse aus vier verschiedenen Schlenken des RMK. Beachtenswert sind die etwas höheren Werte der kleinen Formen (*Staurastrum*, *Arthrodesmus incus*), zumal die Werte von *Cosmarium cucurbita* unter den bisher mitgeteilten die höchsten sind.

Tabelle 6.

RMK.-Schlenken	9. 9. 1949	9. 9. 1949	9. 9. 1949	10. 9. 1949
<i>Cylindrocystis Brebissonii</i>	—	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+
<i>Penium Cylindrus</i>	—	—	—	0,5— 0,6+
<i>Netrium oblongum</i>	—	—	0,25 Gr.	0,25 Gr.
<i>Closterium gracile</i>	—	0,4 Gr.	0,3— 0,35+	0,2— 0,25+
<i>Tetmemorus granulatus</i>	—	0,35 Gr.	—	—
<i>Cosmarium cucurbita</i>	0,6— 0,7+	0,4— 0,5+	0,4— 0,5+	0,4— 0,5+
<i>contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i>	0,6— 0,7—	—	—	—
<i>Cosmarium amoenum</i>	0,3— 0,4+	—	—	—
<i>Arthrodesmus incus</i>	0,3— 0,4+	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+	0,4— 0,5+
<i>Staurastrum teliferum</i>	—	0,35— 0,4+	0,35 Gr.	0,4 Gr.
<i>Heimerlianum</i>	—	—	0,3— 0,35+	—
<i>furcatum</i>	0,3— 0,4+	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+	0,4 Gr.
<i>Gymnozyga Brebissonii</i>	—	—	—	0,4— 0,5+

Aus anderen benachbarten kleinen Schlenken im RMK. wurden am 11. 9. 1949 die osmotischen Werte von *Netrium oblongum* 0,3 Gr.; *Closterium angustatum* 0,25— 0,3+; *Cl. striolatum* 0,25— 0,3+; *Cl. Dianae* 0,3— 0,35+; *Cl. gracile* 0,25— 0,3+; *Pleurotaenium Ehrenbergii* 0,35— 0,4+; *Tetmemorus granulatus* 0,35 Gr.; *Euastrum sinuosum* 0,35— 0,4+; *Micrasterias apiculata* 0,3— 0,35+; *Micr. angulosa* 0,25— 0,3+; *Cosmarium Portianum* 0,35 Gr.; *Desmidium Swartzii* 0,35— 0,4+ bestimmt. Aus einer flachen

Schlenke, die stark ausgetrocknet war und nur noch einen grünlich schimmernden schlammigen Brei enthielt, wurden die Werte *Meso-taenium chlamydosporum* 0,9 Gr.; *Cylindrocystis Brebissonii* 0,4 – 0,5 +; *Netrium oblongum* 0,4 – 0,5 +; *Tetmemorus laevis* 0,5 – 0,6 +; *Micrasterias truncata* 0,4 – 0,5 + und *Cosmarium cucurbita* 0,6 – 0,7 + ermittelt. In einer ähnlichen Schlenke, die aber noch mehr Wasser enthielt, wurden die Werte *Tetmemorus laevis* 0,25 – 0,3 +; *Euastrum insigne* 0,25 – 0,3 +; *Cosmarium cucurbita* 0,4 – 0,5 +; *Cosm. pseudopyramidatum* 0,25 – 0,3 + und *Hyalo-theca dissiliens* 0,4 Gr. gefunden.

Im Sommer 1951 habe ich auch einige flache Schlenken aus dem angrenzenden „Ostmoor“ beim Schwaiger untersucht (siehe Tabelle 7), deren Desmidiaceen meist durchschnittlichen osmotischen Wert aufwiesen.

Tabelle 7.

R M K.- Ostmoor	22. 8. 1951	22. 8. 1951	22. 8. 1951	23. 8. 1951	23. 8. 1951
<i>Netrium Digitus</i>	0,35 – 0,4 +	—	—	0,3 Gr.	0,3 Gr.
<i>Closterium angustatum</i>	—	—	0,3 – 0,35 +	—	—
<i>striolatum</i>	—	0,25 – 0,3 +	0,3 – 0,35 +	0,25 – 0,3 +	0,25 Gr.
<i>Lunula</i>	—	—	0,3 Gr.	—	—
<i>Tetmemorus granulatus</i>	—	—	0,4 – 0,5 +	—	—
<i>laevis</i>	—	0,35 – 0,4 +	—	0,3 – 0,35 +	0,35 Gr.
<i>Euastrum affine</i>	—	0,35 – 0,4 +	—	—	—
<i>insigne</i>	0,4 Gr.	—	—	0,3 – 0,35 +	0,35 Gr.
<i>Xanthidium armatum</i>	—	0,35 – 0,4 +	0,35 Gr.	—	—

Tabelle 8 vergleicht die in verschiedenen Jahren angestellten Messungen an Desmidiaceen der kleinen Schlenken am Gipfel der Planei (1900 m), die südlich von Schladming liegt.

Tabelle 8.

Planei-Gipfel (1900 m)	12. 8. 1949	24. 7. 1950	24. 7. 1950	2. 8. 1951
<i>Netrium Digitus</i>	—	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+
<i>Closterium striolatum</i>	0,3 Gr.	—	—	—
<i>rostratum</i>	0,25— 0,3+	—	—	—
<i>pronum</i>	—	0,35— 0,4+	—	—
<i>Euastrum affine</i>	0,35— 0,4+	—	—	0,3— 0,35+
<i>Staurastrum glabrum</i>	—	0,35 Gr.	0,35— 0,4+	0,35 Gr.
<i>polymorphum</i>	—	0,35 Gr.	—	0,3 Gr.
<i>oxyacanthum</i>	—	—	0,35— 0,4+	—
<i>controversum</i>	—	—	0,4 Gr.	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	0,35— 0,4+	—	0,35— 0,4+	—

Auf einer sumpfigen Fläche, der „Märchenwiese“ auf der Planei, liegen zahlreiche flache Schlenken. In Tabelle 9 werden die Messungsergebnisse aus vier benachbarten Wasseransammlungen zusammengestellt.

Tabelle 9.

Märchenwiese Planei (1700 m)	12. 8. 1949	12. 8. 1949	12. 8. 1949	13. 8. 1949
<i>Netrium Digitus</i>	0,3 Gr.	0,2— 0,3+	0,3 Gr.	—
<i>Closterium striolatum</i>	0,2— 0,3+	—	—	0,1— 0,2+
<i>pronum</i>	—	0,2— 0,3+	—	0,3— 0,4+
<i>Euastrum affine</i>	0,3— 0,4+	—	0,3— 0,4+	0,2— 0,3+
<i>insigne</i>	0,3— 0,4+	—	—	0,2— 0,3+
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	—	0,2— 0,3+	0,3— 0,4+	—

Eine kleine Schlenke auf der „Märchenwiese“ auf der Planei enthielt nur *Netrium Digitus*, das einen Wert von 0,2 Gr. aufwies. In einer anderen kleinen Schlenke wurde der osmotische Wert von

Closterium striolatum mit 0,1 – 0,2 + und der von *Euastrum affine* mit 0,3 – 0,4 + bestimmt. Ebenfalls aus einer Schlenke auf der „Märchenwiese“ wurden die Werte *Closterium striolatum* 0,25 – 0,3 +; *Euastrum affine* 0,4 – 0,5 +; *Eu. insigne* 0,4 – 0,5 +; *Staurastrum muticum* 0,35 Gr. ermittelt. Aus einer benachbarten Schlenke wurden die Werte *Netrium Digitus* 0,3 – 0,35 +; *Closterium striolatum* 0,2 – 0,25 +; *Cl. abruptum* 0,2 – 0,25 +; *Cl. pronum* 0,35 – 0,4 +; *Euastrum affine* 0,3 – 0,35 +; *Eu. insigne* 0,3 – 0,35 +; *Cosmarium cucurbita* 0,3 – 0,35 +; *Staurastrum muticum* 0,35 – 0,4 + und *St. Simonyi* 0,3 – 0,35 + bestimmt.

Am 13. 8. 1949 wurden die osmotischen Werte der Desmidiaceen eines schattigen Waldtümpels der Planei (1650 m) mit *Closterium striolatum* 0,2 – 0,3 +; *Cl. Lunula* 0,2 Gr. und *Cl. rostratum* 0,2 – 0,3 + gefunden. Am 24. 7. 1950 wurden im gleichen Tümpel die Werte *Closterium striolatum* 0,2 – 0,25 +; *Cl. Lunula* 0,25 Gr.; *Cl. rostratum* 0,25 – 0,3 +; *Euastrum affine* 0,4 Gr. und *Hyalotheca dissiliens* 0,35 – 0,4 + ermittelt.

Aus Proben vom Rittesberg wurden am 7. 8. 1949 die Werte *Netrium Digitus* 0,2 Gr.; *Tetmemorus granulatus* 0,4 – 0,5 + festgestellt und aus einer anderen Schlenke die von *Netrium Digitus* 0,2 – 0,3 +; *Staurastrum muricatum* 0,2 – 0,3 + und *Gymnozyga Brebissonii* 0,3 – 0,4 +.

In den Schladminger Tauern, unweit der Neualm bei der Preintaler Hütte, war eine kleine Schlenke in etwa 2000 m Höhe überaus reich von *Euastrum verrucosum* besiedelt, dessen osmotischer Wert zwischen 0,4 und 0,5 lag. *Euastrum affine* mit 0,3 – 0,35 + und *Closterium Lunula*, das bei 0,25 Grenzplasmolyse aufwies, wurden dort nur vereinzelt gefunden.

Am 9. 9. 1949 wurden an von Herrn Direktor Hannes Broer aus Schladming auf Exkursionen in die Niederen Tauern gesammeltem Material folgende Werte gemessen: *Cylindrocystis Brebissonii* 0,25 Grenzplasmolyse; *Netrium Digitus* 0,25 – 0,3 +; 0,35 Gr.; 0,3 – 0,35 +; *Penium libellula* 0,25 – 0,3 +; *Closterium striolatum* 0,25 – 0,3 +; 0,25 Gr.; *Cl. Lunula* 0,25 – 0,3 +; *Cl. abruptum* 0,25 – 0,3 +; 0,3 Gr.; *Tetmemorus granulatus* 0,35 – 0,4 +; *Tetm. laevis* 0,35 – 0,4 +; *Euastrum oblongum* 0,35 – 0,4 +; 0,4 – 0,5 +; *Eu. Didelta* 0,35 – 0,4 +; *Eu. affine* 0,35 – 0,4 +; 0,4 – 0,5 +; 0,35 – 0,4 +; *Eu. ansatum* 0,4 Gr.; 0,4 – 0,5 +; *Eu. bidentatum* 0,35 – 0,4 +; *Micrasterias apiculata* 0,25 – 0,3 +; 0,3 – 0,35 +; *Micr. rotata* 0,25 – 0,3 +; 0,25 – 0,3 +; *Cosmarium amoenum* 0,4 Gr.; *Staurastrum muticum* 0,4 – 0,5 +; 0,3 Gr.; 0,25 – 0,3 +; *St. furcatum* 0,3 – 0,35 +; 0,4 – 0,5 +; *Hyalotheca dissiliens* 0,4 Gr.; 0,25 – 0,3 +; *Desmidium Swartzii* 0,3 – 0,35 +.

Endlich wurden die osmotischen Werte einiger Desmidiaceen gemessen, deren Standort auf Kalkgestein besonders auffällig ist. Dozent S c h i n d l e r brachte am 20. 9. 1950 von einer Exkursion nach den kleinen Seen unter dem Meisenberg am östlichen Teil des Dachsteinplateaus aus etwa 2200 m Höhe einige Proben mit Arten, die ich sonst nirgends gefunden habe. Die osmotischen Werte liegen etwas höher als der Durchschnitt: *Euastrum rostratum* 0,4–0,5 +; *Cosmarium moniliforme* 0,7 Gr.; *Cosm. subcrenatum* 0,4–0,5 +; *Staurastrum cuspidatum* 0,4 Gr.; *St. alternans* 0,4 Gr.; *St. Sebaldii* 0,4 Gr.

*

Betrachtet man die osmotischen Werte der Desmidiaceen im allgemeinen, so kann man sagen, daß die weitaus häufigsten plasmolytischen Grenzwerte bei 0,3 bis 0,4 und die osmotischen Grenzwerte entsprechend bei 0,25 bis 0,4 liegen. Diese Werte herrschen bei 77% aller untersuchten Arten vor. 7% haben niedrigere und 16% höhere Werte. Dieser Zusammenstellung sind die Durchschnittswerte der einzelnen Spezies zugrunde gelegt.

Von besonderer physiologischer Bedeutung sind die Arten, die durch ständig hohe osmotische Werte ausgezeichnet sind und jene, deren osmotischer Wert im Winter weit über den Durchschnitt ansteigt. Der osmotische Wert von *Tetmemorus granulatus* ist bei den einzelnen Individuen eines Standortes recht verschieden. Einzelne Zellen plasmolysieren bereits in 0,3 Traubenzucker, während andere erst in 0,5 Traubenzucker Grenzplasmolyse aufweisen. Die Mehrzahl der Zellen besitzt im Sommer einen osmotischen Wert von 0,35–0,4. Im Winter steigt dieser Wert auf 0,5 bis 0,6 an und bleibt auch im Frühjahr auf dieser Höhe. — *Cosmarium conspersum* ist ebenfalls eine Form mit höherem osmotischem Wert. Er liegt meist zwischen 0,4 und 0,5. Im Winter und Frühjahr bleibt er unverändert. — *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum* hat stets einen höheren osmotischen Wert als die meisten anderen Desmidiaceen des betreffenden Standortes. Es wurden Werte von 0,5–0,6 und 0,6–0,7 gemessen. Im Winter betrug der osmotische Wert ebenfalls 0,6–0,7, im April war er auf 0,5 Grenzplasmolyse abgesunken; um diese Zeit hat die Teilung eingesetzt. — Vor allem weist aber *Cosmarium cucurbita* große Schwankungen des osmotischen Wertes auf. Es wurden Werte von 0,4 Gr. und 0,6–0,7 gemessen. Der häufigste Wert im Sommer liegt zwischen 0,4 und 0,5. Im Winter steigt dieser Wert auf 0,6–0,7 an, und im April ist er wieder auf 0,5 Grenzplasmolyse abgesunken. — Den höchsten osmotischen Wert, den ich bei einer Desmidiacee gemessen habe, fand ich bei *Mesotaenium chlamydosporum* aus einer flachen

Schlenke im RMK. mit 0,9 Grenzplasmolyse. — Das aus einem isolierten Hochmoor des Dachsteinplateaus am Meisenberg in etwa 2200 m Seehöhe gesammelte *Cosmarium moniliforme* wies erst bei 0,7 Grenzplasmolyse auf, während die osmotischen Werte der anderen dort lebenden Arten um 0,4 lagen.

Bei wenigen Arten kommen niedrige osmotische Werte vor. *Cylindrocystis Brebissonii* weist einen Durchschnittswert von 0,25—0,3 auf, der aber auf 0,4—0,5 ansteigen kann. — *Netrium Digitus* schwankt zwischen 0,2 Grenzplasmolyse und 0,35 Gr. Im Winter steigt der osmotische Wert auf 0,4—0,5 an, und im April ist er wieder auf 0,25—0,3 gesunken.

Es ist vielleicht beachtenswert, daß sich starke Ausschläge nach oben (*Mesotaenium*) und unten bei mehreren Arten finden, die zu den Mesotaeniales und nicht zu den Desmidiales (Lütke-müller, West, Krieger) gehören. Andererseits findet sich auch bei *Closterium Lunula* ein niedriger Wert von 0,2—0,3 im Sommer und ein höherer von 0,4—0,5 im Winter. *Closterium striolatum* weist an manchen alpinen Standorten, z. B. auf der Planei, den niedrigsten Wert, den ich messen konnte, 0,1—0,2 auf. In einem anderen nahegelegenen Tümpel trat erst bei 0,3 Grenzplasmolyse auf. Im Winter stieg der Wert auf 0,35—0,4 und im Frühling war er wieder auf 0,25 Grenzplasmolyse gesunken.

Vielleicht hängen die niedrigen osmotischen Werte von *Cylindrocystis Brebissonii* und *Netrium Digitus* damit zusammen, daß diese Arten häufig als erste Besiedler an jungen Standorten auftreten und dort rasche lebhafte Vermehrung erfahren. Auch andererseits zeigt es sich in auffallender Weise, daß niedrige osmotische Werte vor allem dort auftreten, wo sich eine Art sehr stark vermehrt hat und über die anderen dominiert. Ein Beispiel dafür bietet eine flache Schlenke aus RMK., in der im Spätsommer 1950 *Euastrum insigne* in großen Massen auftrat. Der osmotische Wert betrug 0,25—0,3, während sonst Werte von 0,4—0,5 bei dieser Art keine Seltenheit sind. — Auch der erwähnte niedrigste gemessene Wert von 0,1—0,2 fand sich an einem Standort auf der Planei, wo *Closterium striolatum* in großer Individuenzahl auftrat. — *Closterium didymotocum*, welches im September 1950 im Hauptsumpf im RT. zur Dominanz gelangte, war durch den niedrigen osmotischen Wert 0,2—0,25 ausgezeichnet, während der Durchschnittswert bei 0,3 liegt. — *Netrium Digitus*, das als einzige Alge in einer winzigen Schlenke am Rittesberg vorkam, wies schon bei 0,2 Grenzplasmolyse auf.

Es darf daraus aber noch nicht gefolgert werden, daß alle dominierenden Arten bzw. alle fast artreinen Desmidiaceen-

bestände niedrige osmotische Werte haben müßten. Das wäre auch gar nicht zu erwarten, denn es kann ein Organismus auch bei optimaler Nährstoffversorgung unter günstigen Umweltbedingungen Massenentwicklung aufweisen, so besonders an entlegenen alpinen Standorten, wo die Zahl der in Konkurrenz tretenden Arten viel geringer ist als im RMK. Tatsächlich fanden sich z. B. normale osmotische Werte in der Massenvegetation von *Closterium striolatum* in einer kleinen Sphagnumlacke auf der Märchenwiese auf der Planei, nämlich 0,25 Grenzplasmolyse.

Ebenso wurde in einer günstigen Wasseransammlung am Schober (2040 m hoch in den Niederen Tauern gelegen), die nur *Netrium Digitus* enthielt, der normale Wert von 0,3—0,4 gemessen.

Auch der osmotische Wert von *Gymnozyga Brebissonii* war mit 0,4 Grenzplasmolyse nicht niedriger als gewöhnlich, obwohl diese Alge in großer Individuenzahl als einzige Besiedlerin einer kleinen Schlenke am Rittesberg auftrat.

Für die Arten *Netrium Digitus*, *Closterium striolatum*, *Micrasterias rotata* und *Euastrum affine* stelle ich folgende im Sommer an Proben von verschiedenen Orten gemessene Werte zusammen, um den Schwankungsbereich aufzuzeigen.

So gilt für *Netrium Digitus* an verschiedenen Fundplätzen der osmotische Wert von: RMK. 0,25 Gr.: RT. 0,3—0,35 +; 0,25 Gr.: 0,35—0,4 +; 0,3—0,35 +; 0,3—0,35 +; 0,25—0,3 +; Planei 0,3 Gr.: 0,2—0,3 +; 0,2 Gr.: 0,3 Gr.: 0,3—0,35 +; 0,25 Gr.: Schober 0,3—0,35 +; 0,25—0,3 +; 0,3—0,35 +; 0,35 Gr.: Rittesberg 0,2—0,3 +; 0,35 Gr.: 0,2 Gr. Der niedrigste gemessene Wert beträgt also 0,2 Gr., der höchste 0,35 Gr. Der häufigste Wert liegt um 0,3.

Für *Closterium striolatum* wurde der osmotische Wert mit: RMK. 0,25—0,3 +; 0,3—0,35 +; 0,25—0,3 +; 0,3—0,35 +; 0,25 Gr.: 0,25—0,3 +; 0,25—0,3 +; 0,25—0,3 +; RT. 0,25—0,3 +; 0,25—0,3 +; Planei 0,2—0,3 +; 0,2—0,25 +; 0,2—0,3 +; 0,2—0,3 +; 0,1—0,2 +; 0,1—0,2 +; 0,25—0,3 +; 0,2—0,25 +; 0,3 Gr.: Schober 0,25—0,3 +; 0,25 Gr. bestimmt. Der osmotische Wert für *Closterium striolatum* schwankt also zwischen 0,15 und 0,3. Der häufigste Wert liegt bei 0,25—0,3 +.

Micrasterias rotata weist die geringsten Schwankungen auf: RMK. 0,25—0,3 +; RT. 0,25—0,3 +; 0,25—0,3 +; 0,3—0,35 +; 0,3—0,35 +; Schober 0,25—0,3 +; 0,25—0,3 +. Der osmotische Wert beträgt entweder 0,25—0,3 + oder 0,3—0,35 +. Andere Werte wurden nie gemessen. Der osmotische Wert dieser Art ist also relativ konstant.

Für *Euastrum affine* wurden die Werte: Planei 0,4 Gr. 0,3—0,4 +; 0,2—0,3 +; 0,3—0,4 +; 0,3—0,4 +; 0,3—0,4 +; 0,3—0,5 +; 0,3—0,35 +; Schober 0,35—0,4 +; 0,4—0,5 +; 0,35—0,4 + gemessen. Die Schwankungen liegen zwischen 0,2 und 0,4. Der mittlere Wert beträgt 0,3.

Die Amplitude der Schwankungen der osmotischen Werte einiger Arten im Sommer zeigt nachfolgende Übersicht (Abb. 1).

Im April 1950 wurde im Wiener Pflanzenphysiologischen Institut der osmotische Wert des im Oktober aus der Ramsau mit-

gebrachten Desmidiaceenmaterials gemessen. Dabei wurden häufig Zellen beobachtet, die sich in Teilung befanden, und zwar bei folgenden Arten aus RMK.: *Closterium Dianae*, *Tetmemorus granulatus*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Cosm. Portianum*, *Cosm. amoenum*, *Staurastrum Dickiei*, *St. Heimerlianum*, *St. furcatum*. Von den im RT. gesammelten Algen teilten sich folgende Arten: *Euastrum ansatum*,

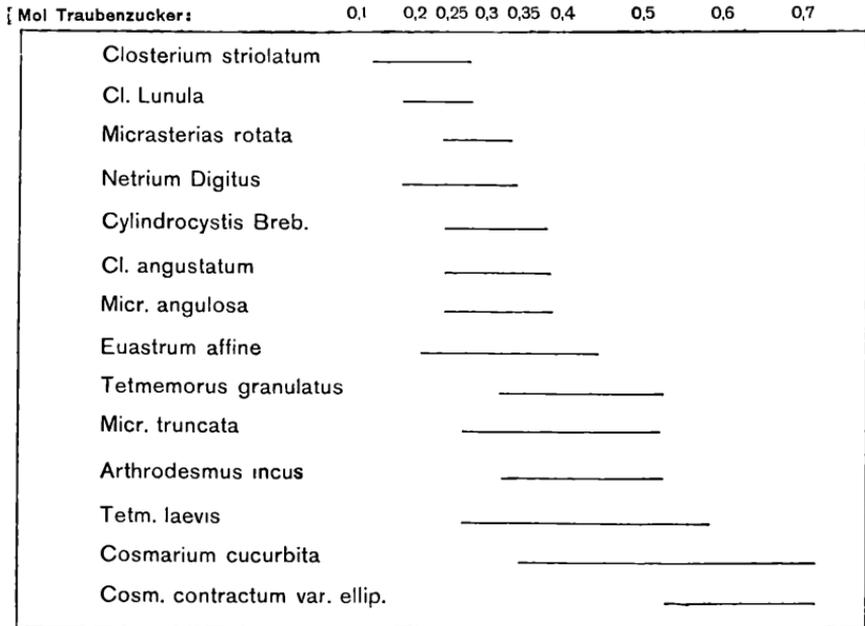


Abb. 1.

Micrasterias rotata, *Cosmarium connatum*, *Cosm. conspersum*, *Arthrodesmus convergens* und *Staurastrum scabrum*.

Die osmotischen Werte der in Teilung befindlichen Zellen liegen durchwegs niedriger als die der erwachsenen. So waren z. B. die sich teilenden Individuen von *Tetmemorus granulatus* in 0,4 Traubenzucker bereits plasmolysiert, alte Zellen erst in 0,7. Jung geteilte Zellen von *Staurastrum Heimerlianum* wiesen bei 0,35 bereits Plasmolyse auf, alte Zellen bei 0,4. Ebenso bei *Arthrodesmus convergens*. *Cos-*

marium amoenum und *Staurastrum furcatum*, deren gewöhnlicher Wert bei 0,4 liegt, waren in frisch geteiltem Zustande bereits in 0,3 mol Traubenzucker plasmolysiert.

Zur jahreszeitlichen Schwankung der osmotischen Werte.

Ich hatte leider nicht Gelegenheit, im Freiland Schwankungen des osmotischen Wertes aufzunehmen, da ich nur im Sommer in den Alpen weilte, aber immerhin verdienen einige Beobachtungen an dem Material, das seit Oktober 1949 in den südlichen Gangfenstern des Wiener Pflanzenphysiologischen Instituts kultiviert worden war, wiedergegeben zu werden. Die Wassertemperatur in den Algengläschen maß ich nur während der Versuche; sie betrug vormittags und in den frühen Nachmittagsstunden im Oktober durchschnittlich 18° C, im November 16° C, im Dezember auch um 16° C — nachts wahrscheinlich wesentlich kühler — und im Jänner war die Wasseroberfläche bei einem Kälteeinbruch von einer dünnen Eisschicht bedeckt. Nach dem Auftauen waren die Algen wieder frisch und intakt, die starke Abkühlung hatte nicht geschadet. Der osmotische Wert war vor und nach dem Auftauen ziemlich gleich. Während er bei manchen Arten gleiche Höhe wie im Sommer hatte, war er bei anderen stark angestiegen. Im Frühling sind die osmotischen Werte den Sommerwerten vom Vorjahr vielfach wieder gleich, in manchen Fällen, wie z. B. bei *Tetmemorus granulatus* oder *Pleurotaenium Ehrenbergii*, weisen sie jedoch noch die Höhe der Winterwerte auf.

Die winterlichen Messungen meiner Proben aus RMK., die den in Tabelle 2, S. 586/87, mitgeteilten vergleichbar sind, ergaben die in Tabelle 10 angeführten Werte.

An meinen Algenproben anderer Herkunft ergaben sich folgende Werte:

Am 4. 1. 1950 wurden für Proben vom Schober die osmotischen Werte mit *Netrium Digitus* 0,4–0,5 +; *Closterium striolatum* 0,25–0,3 +; *Euastrum affine* 0,4–0,5 +; *Cosmarium cucurbita* 0,4–0,5 +; *Cosmarium amoenum* 0,4 Gr.; *Xanthidium cristatum* 0,5–0,6 +; *Staurastrum denticulatum* 0,4–0,5 + und *Staur. furcatum* 0,5–0,6 + bestimmt. — Bei Messung der Algen von der Planeli wurden die Werte *Closterium striolatum* 0,35–0,4 +; 0,25–0,3 +; *Cl. Lunula* 0,4–0,5 +; *Euastrum affine* 0,3–0,35 +; 0,5 Gr.; *Staurastrum teliferum* 0,3–0,35 + und *Hyalotheca dissiliens* 0,4 Gr. gefunden. — Für Proben aus RT. wurden am 7. 1. 1950 folgende Werte ermittelt: *Closterium parvulum* 0,3–0,35 +; *Euastrum oblongum* 0,4 Gr. 0,35 Gr.; *Eu. ansatum* 0,4–0,5 +; *Micrasterias rotata* 0,4 Gr.; *Cosmarium pyramidatum* 0,4 Gr.; *Cosm. connatum* 0,5 Gr.; *Cosm. tetraophtalmum* 0,35–0,4 +; *Cosm. Botrytis* 0,5 Gr.; *Cosm. conspersum* 0,5 Gr.; *Xanthidium*

Tabelle 10.

Proben aus R M K.	3. 1. 1950	4. 1. 1950	13. 1. 1950	17. 2. 1950
<i>Penium libellula</i>	—	0,4— 0,5+	—	0,3— 0,35+
<i>Netrium oblongum</i>	0,25— 0,3+	—	—	—
<i>Closterium angustatum</i>	0,25— 0,3+	0,3 Gr.	—	0,3 Gr.
<i>striolatum</i>	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+	—	0,3— 0,35+
<i>Dianae</i>	0,4 Gr.	0,4— 0,5+	—	0,3— 0,35+
<i>parvulum</i>	—	—	—	0,3— 0,35+
<i>abruptum</i>	—	—	—	0,3— 0,35+
<i>gracile</i>	0,3— 0,35+	—	—	—
<i>didymotocum</i>	0,35— 0,4+	—	—	—
<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i> .	0,4— 0,5+	—	—	0,35— 0,4+
<i>Tetmemorus granulatus</i>	0,5— 0,6+	0,5 Gr.	—	0,5 Gr.
<i>Euastrum sinuosum</i> .	0,6— 0,7+	0,6— 0,7+	—	0,6 Gr.
<i>ansatum</i> .	0,5— 0,6+	0,5— 0,6+	—	0,6 Gr.
<i>Micrasterias denticulata</i>	—	0,35— 0,4+	—	0,3— 0,35+
<i>pinnatifida</i>	0,35— 0,4+	—	—	—
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i> .	—	—	0,6— 0,7+	0,6— 0,7+
<i>pseudopyrami-</i> <i>datum</i> .	0,7— 0,8+	0,5 Gr.	0,35— 0,4+	0,5— 0,6+
<i>Xanthidium armatum</i>	0,35— 0,4+	—	—	0,3— 0,35+
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0,4— 0,5+	—	—	—
<i>Staurastrum muticum</i>	0,35 Gr.	—	—	—
<i>Heimerlianum</i>	0,35— 0,4+	—	0,4— 0,5+	—
<i>dejectum</i> .	—	—	0,35 Gr.	—
<i>Dickiei</i>	0,35— 0,4+	—	0,35— 0,4+	—
<i>teliferum</i> .	—	—	0,35 Gr.	—
<i>scabrum</i> .	0,5— 0,6+	—	—	—
<i>furcatum</i>	0,4 Gr.	0,4 Gr.	—	—
<i>Gymnozyga Brebissonii</i> .	0,4 Gr.	—	0,35 Gr.	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	0,5— 0,6+	0,6— 0,7+	—	—
<i>Desmidiium Swartzii</i> .	0,3— 0,35+	0,4— 0,5+	—	—

crisatum 0,3 – 0,35 +; *Arthrodesmus convergens* 0,5 – 0,6 +; *Stauastrum muticum* 0,35 – 0,4 +; *St. furcatum* 0,3 – 0,35 +; *Desmidiium Swartzii* 0,5 – 0,6 +; 0,35 – 0,4 +.

Die winterlichen Werte erscheinen erhöht.

Im Winter ist der osmotische Wert um 0,25 mol. Traubenzucker angestiegen bei: *Euastrum sinuosum*, *Netrium Digitus* und *Closterium Lunula*, um 0,2 mol bei *Euastrum affine*, *Cosmarium cucurbita* und *Hyalotheca dissiliens*, um 0,15 bei *Tetmemorus granulatus*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Micrasterias rotata*, *Cosmarium pseudopyramidatum* und *Desmidiium Swartzii*, um 0,1 bei *Closterium Dianae*, *Cl. gracile*, *Euastrum ansatum*, *Penium libellula*, *Micrasterias denticulata*, *Arthrodesmus convergens*, *Cosmarium connatum* und *Cos. Botrytis*, um 0,05 bei *Closterium didymotocum* und *Gymnozyga Brebissonii*. Bei *Closterium striolatum*, *Cl. angustatum*, *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Cosm. tetraophthalmum*, *Stauastrum Heimerlianum*, *St. dejectum*, *St. Dickiei*, *St. teliferum*, *St. muticum* und *Xanthidium crisatum* sind die osmotischen Werte gleichgeblieben.

Im Frühling sind die osmotischen Werte um 0,15 bei *Tetmemorus granulatus* erhöht, um 0,1 bei *Penium libellula*, *Closterium angustatum*, *Cl. Dianae*, *Euastrum sinuosum*, *Eu. ansatum*, *Cosmarium connatum*, *Cosm. cucurbita*, *Xanthidium crisatum*, *Stauastrum furcatum* und *Hyalotheca dissiliens* und um 0,05 bei *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Cosmarium amoenum* und *Gymnozyga Brebissonii*. Gleich hoch waren die Werte bei *Netrium oblongum*, *Netrium Digitus*, *Closterium striolatum*, *Euastrum affine*, *Eu. ansatum*, *Micrasterias pinnatifida*, *Arthrodesmus convergens*, *Xanthidium armatum*, *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Cosmarium pseudopyramidatum*, *Cosm. conspersum*, *Cosm. cucurbita*, *Stauastrum muticum*, *St. Heimerlianum*, *St. Dickiei*, *St. furcatum*, *St. teliferum* und *Desmidiium Swartzii*.

Vergleicht man die Durchschnittswerte jeder Spezies vom sommerlichen Freilandmaterial mit den Durchschnittswerten meiner in Wien kultivierten Algen vom Winter und Frühjahr, so sieht man bei vielen Arten ein Ansteigen der osmotischen Werte im Winter und im Frühling wieder ein Absinken auf den Sommerwert (vgl. Tabelle 11). Abb. 2 stellt die Erhöhung der osmotischen Werte gegenüber dem durchschnittlichen Sommerwert graphisch dar.

Zusammenfassend läßt sich wohl sagen, daß bei den Desmidiaceen im großen und ganzen gleichförmige osmotische Werte vorherrschen. Für das sommerliche Freilandmaterial liegt der weitaus häufigste osmotische Wert zwischen 0,25 und 0,4 mol Traubenzucker (Abb. 3), das ist zwischen 6 und 11 Atmosphären. Er kommt bei 77% aller untersuchten Arten vor. Einzelne Arten weisen viel höhere osmotische Werte auf. Beispiele sind *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum*, *Cosm. conspersum* und zum Teil *Tetmemorus granulatus*. Dabei handelt es sich sicher um die normalen natürlichen Werte, da das Material frisch vom Standort gesammelt gemessen wurde.

Tabelle 11.

Art	Sommer	Winter	Frühling
<i>Netrium Digitus</i>	0,2— 0,3+	0,4— 0,5+	0,25— 0,3+
<i>Penium libelulla</i> .	0,25— 0,3+	0,4— 0,5+	0,35— 0,4+
<i>Closterium didymotocum</i>	0,3— 0,35+	0,35— 0,4+	—
<i>angustatum</i> .	0,25— 0,3+	0,25— 0,3+	0,35— 0,4+
<i>striolatum</i>	0,2— 0,3+	0,25— 0,3+	0,25— 0,35+
<i>Dianae</i>	0,3— 0,35+	0,4— 0,5+	0,4— 0,5+
<i>Lunula</i> .	0,2— 0,3+	0,4— 0,5+	—
<i>gracile</i>	0,2— 0,25+	0,3— 0,35+	—
<i>Pleurotaenium Ehrenbergii</i> .	0,25— 0,3+	0,4— 0,5+	0,4— 0,5+
<i>Tetmemorus granulatus</i>	0,3— 0,5+	0,5— 0,6+	0,6— 0,7+
<i>Euastrum affine</i>	0,3— 0,4+	0,5 Gr.	0,3— 0,35+
<i>sinuosum</i>	0,35— 0,4+	0,6— 0,7+	0,4— 0,5+
<i>ansatum</i> .	0,4— 0,5+	0,5— 0,6+	0,5— 0,6+
<i>Micrasterias rotata</i>	0,25— 0,3+	0,4 Gr.	—
<i>denticulata</i>	0,25— 0,3+	0,35— 0,4+	—
<i>angulosa</i>	0,25— 0,3+	0,35— 0,4+	—
<i>Cosmarium contractum</i>	0,6— 0,7+	0,6— 0,7+	0,6— 0,7+
<i>pseudopyramidatum</i>	0,3— 0,35+	0,5— 0,6+	0,3— 0,35+
<i>connatum</i>	0,4 Gr.	0,5 Gr.	0,5 Gr.
<i>cucurbita</i>	0,4 Gr.	0,6 Gr.	0,5 Gr.
<i>tetraophtalmum</i>	0,4 Gr.	0,4 Gr.	—
„ <i>Botrytis</i>	0,4 Gr.	0,5 Gr.	—
<i>Xanthidium cristatum</i>	0,3— 0,35+	0,3— 0,35+	0,4— 0,5+
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0,4— 0,5+	0,5— 0,6+	0,4— 0,5+
<i>Staurastrum muticum</i>	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+
<i>dejectum</i>	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+	—
<i>Dickiei</i>	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+	0,35— 0,4+
<i>teliferum</i>	0,4 Gr.	0,4 Gr.	—
„ <i>Heimerlianus</i>	0,3— 0,35+	0,4— 0,5+	0,35— 0,4+
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	0,4— 0,5+	0,6— 0,7+	0,5— 0,6+
<i>Desmidiium Swartzii</i>	0,3— 0,4+	0,4— 0,5+	0,3— 0,35+
<i>Gymnozyga Brebissonii</i>	0,35— 0,4+	0,4 Gr.	0,4— 0,5+

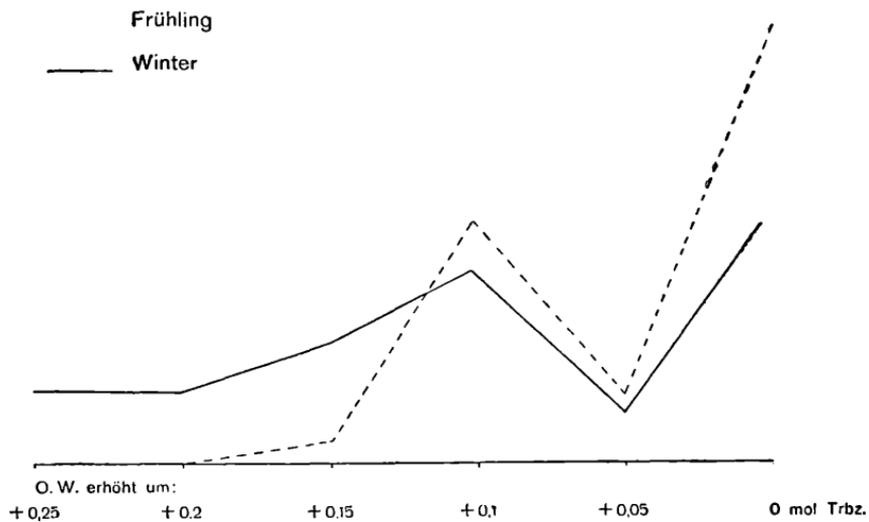


Abb. 2.

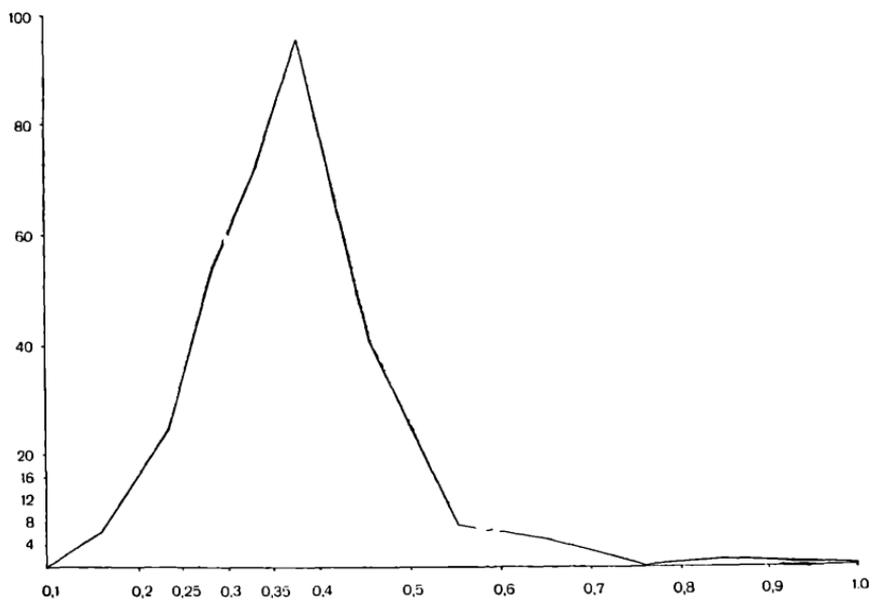


Abb. 3.

II. Plastidenkonsistenz.

Während über die Morphologie der Plastiden der Desmidiaceen schon viele Untersuchungen vorliegen, gibt es bis jetzt noch verhältnismäßig wenige experimentelle zellphysiologische Arbeiten. Besondere Bedeutung kommt den Zentrifugierungsversuchen zu. Seit Mottier 1899 wissen wir, daß sich verlagerte Zellinhalte wieder rückverlagern können. Andrews zentrifugierte 1915 *Closterium moniliferum* und beobachtete leichte Verlagerbarkeit der Chromatophorenmasse und gute Rückverlagerung, die im Dunkeln langsamer vor sich geht. Außerdem beschreibt er schaumige Plasmastrukturen die in den von Chromatophoren frei gewordenen Zellteilen deutlich sichtbar sind. Andrews weist auch auf die lebhafteste Plasmaströmung in frisch zentrifugierten Zellen hin. Küster (1937, S. 114, vgl. 1951, S. 378) fand starke Faltenbildung an den Plastiden plasmolyasierter Closterien. Als vorzügliches Material hat sich *Closterium* bei der Untersuchung der Plastiden-Doppelbrechung erwiesen (Menke 1934, Küster 1937, Weber 1937).

Das Studium der positiven und negativen Plasmolyseorte hat seit Cholnoky (1927) und Weber (1928) bei verschiedenen Algen, besonders bei den Diatomeen und auch bei *Oedogonium*, zu überraschenden und neuen Aufschlüssen geführt. Es muß auffallen, daß Beobachtungen in dieser Richtung bei den Desmidiaceen noch nicht planmäßig angestellt worden sind, doch finden sich darüber vereinzelte Angaben. So hat schon Klebs (1885) beobachtet, daß der Protoplast von *Tetmemorus granulatus* an den Zellenden, wo sich der Porenapparat befindet, festhaftet. Cholnoky und Höfler (1950) haben an dieser Art Plasmolyseform und Plasmolyseorte näher verfolgt und durch einige Zeichnungen belegt.

Häufiger als ein Festhaften an diesen bestimmten fixen negativen Plasmolyseorten findet sich bei den Desmidiaceen beim Zutritt harmloser Plasmolytica (Traubenzucker) Ausbildung mehrerer konkaver Buchten, zwischen denen das Plasma regellos an der Wand haftet. Diese zufälligen negativen Plasmolyseorte sind oft wenig dauerhaft. Nach kurzer Zeit erfolgt Loslösung und Rundung der Protoplasten.

Ich habe aber das vergleichende Studium der Plasmolyseeintrittsformen nicht in mein Arbeitsprogramm einbezogen, denn um diese Aufgabe gründlich zu lösen, wird es sehr ausführlicher spezieller Versuche an zahlreichen Arten bedürfen. Wichtig waren mir dagegen die Fälle, in denen auch nach Erreichung des osmotischen Gleichgewichtes die Form des Protoplasten nicht die abgekugelte, physikalisch durch Minimaloberfläche bedingte, ist. Es zeigt sich, daß vielfach offensichtlich die Plastiden dem endplasmolysierten Protoplast seine Form aufzwingen. Diesen Plasmolysebildern habe ich mein besonderes Interesse zugewandt.

Die ausführlichsten experimentellen Untersuchungen an Desmidiaceenplastiden stammen von Konrad Eibl (1939 a, 1939 c, 1941). Er teilt 1939 einige Beobachtungen über das Plasmolyseverhalten der Desmidiaceenchromatophoren mit, bei denen ihm vor allem *Netrium Digitus*, einige Spezies von *Closterium* und *Micrasterias rotata* als Objekt dienen. Überall wurde nach einiger Zeit Konkavplasmolyse beobachtet. Besondere negative Plasmolyseorte vermerkt Eibl nicht. Die drei typischen Plasmolyseformen bei *Netrium Digitus*: 1. Längsabhebung bei schwächerer Plasmolyse, 2. zigarrenförmige Plasmolyse und 3. Auftreibung des Protoplasten in der Mitte suchte Eibl durch den Bau der Protoplasten verständlich zu machen.

Netrium Digitus und *Closterium* weisen bei schwächerer Plasmolyse Längs-abhebung, bei stärkerer hingegen steigende Tendenz zur Querabhebung auf.

Eibl hatte 1939 beobachtet, daß sich die Chromatophoren von *Micrasterias rotata* bei leichter mechanischer Reizung, wie z. B. Klopfen auf das Deckgläschen, kontrahieren und dann durch strömendes Protoplasma wieder ausgespannt werden. Noch viel ausführlichere Versuche stellte er 1941 über die Restitution der Chromatophoren nach Schleuderung bei *Micrasterias rotata* auf Grund exakter Dauerbeobachtungen an denselben Zellen an und beschrieb, wie die kontrahierten Chromatophoren durch das strömende Protoplasma wieder ihre Form erlangen. Es ist allein das Zytoplasma, das durch intrazelluläre Korrelationen den Plastiden weitgehend wieder ihre normale Gestalt verleiht. Es werden dabei selbst Löcher im Chloroplast geschlossen. Die Rückverlagerung der Chromatophoren erfolgt gesetzmäßig. Es läßt sich ein ganz bestimmter Restitutionsrhythmus erkennen. Eibl konnte zwischen Haupt- und Nebenbögen unterscheiden, die durch das strömende Plasma gebildet wurden, und im allgemeinen bei allen in gleicher Art verlagerten Chloroplasten gleich verliefen. Das Protoplasma setzt an bestimmten Stellen des Chloroplasten an und zertt ihn aus.

Eibl bemerkt, daß auch sonst die Form des Plastiden nicht nur von diesem selbst, sondern auch vom Protoplasma abhängig ist. Als Musterbeispiel für diese Tatsache führt er Zygnum an. Der Chloroplast hat nach physikalischem Gesetz das Bestreben, Kugelform anzunehmen. Das Zytoplasma arbeitet dem entgegen und zieht den Chromatophor sternartig aus.

Eingehende Untersuchungen hat Eibl auch an *Spyrogyra* angestellt, wobei er Formen mit mehr oder weniger zähen Plastiden unterscheidet. Als wichtiges Ergebnis muß festgehalten werden, daß die Plasmolyseform den Protoplasten oft durch die Plastiden aufgezwungen wird.

Meine Aufgabe war nun, die Beobachtungen über die Plasmolyseform der Desmidiaceen auf zahlreiche Arten auszudehnen und die Rundungszeit (Plasmolysezeit nach Weber) zu bestimmen. Sie gibt bekanntlich bei Protoplasten, deren Form nicht durch den Formwiderstand zäher Plastiden bestimmt wird, ein Maß für die Viskosität des Zytoplasmas (Weber 1921). Wo nun die Plastidenform bestimmend ist, müßte die Rundungszeit aber auch ein Maß für deren Viskosität abgeben können. Um bessere Aufschlüsse über die Konsistenz bzw. Festigkeit oder Weichheit der Chromatophoren zu erhalten, wählte ich die Zentrifugierungsmethode. Dankbar erwies sich die Schleuderungsmethode, um Unterschiede zwischen den einzelnen Spezies aufzufinden; besonders bei der Gattung *Closterium* bin ich auf diesem Wege zu unerwarteten Ergebnissen gelangt. Den Rückverlagerungsbildern wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Schließlich wurden noch einige orientierende Versuche über die Versteifung der Chromatophoren unter der Einwirkung von Kupfer und die Resistenz gegen dieses durchgeführt.

Plasmolyseform und Rundungszeit.

Das Ergebnis von Eibl, daß die Desmidiaceenprotoplasten sich bei der Plasmolyse ringsum von der Zellmembran ohne negative Plasmolyseorte lösen, konnte im allgemeinen für die große Mehrzahl der Arten bestätigt werden. Es gibt allerdings mancherlei Ausnahmen. In den ersten Minuten wurde bei *Pleurotaenium* unter anderen Formen zunächst Konkavplasmolyse beobachtet, die aber gewöhnlich bald in Konvexplasmolyse überging.

Im Gegensatz zu Eibl fand ich aber doch negative Plasmolyseorte, und zwar an *Tetmemorus granulatus*, wo sie schon von Cholnoky und Höfler beschrieben worden sind und an *Xanthidium armatum*. Bei *Tetmemorus granulatus* haftet der Protoplast an den Zellenden, etwas vor den Polen, fest, und außerdem liegt ein negativer Plasmolyseort bei der Mitteleinschnürung, während sich vor ihr ein positiver befindet, an dem sich das Plasma sehr leicht abhebt. Später löst sich die Verbindung mit der Mitteleinschnürung und der Protoplast nimmt Biskottenform an; schließlich legt er sich der Zellwand völlig an.

Bei *Xanthidium armatum* liegen anfangs negative Plasmolyseorte an den Stellen, von denen die Fortsätze ausgehen. Dann löst sich die Verbindung von Protoplast und Zellwand, und die Protoplasten kugeln sich ab.

Bei den anderen untersuchten Arten hebt sich der Protoplast ziemlich regelmäßig von der Zellwand ab, um dann, soweit dies der Chromatophor zuläßt, Kugelform anzunehmen.

Spirotaenia condensata zeichnet sich durch ein ganz auffallendes Verhalten aus; bei dieser Form tritt meist keine klare Plasmolyseform ein. Ich habe mich mit dieser Erscheinung näher beschäftigt und werde darüber an anderer Stelle berichten.

Die Zeit, die vergeht, bis der Protoplast Kugelform angenommen hat bzw. halbkugelige Menisken aufweist oder kurz die Minimaloberfläche, welche die Zellform gestattet, erlangt hat, wird die Rundungszeit genannt. Sie ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden.

Bei Plasmolyse in rascher permeierenden Lösungen, wie z. B. Harnstoff, findet infolge der Rückdehnung immer vorzeitige Rundung statt. Um diese Fehlerquelle auszuschalten, wurde für vergleichende Versuche 0,6 mol Traubenzucker angewandt.

Bei vielen Arten erscheinen die Protoplasten, bisweilen noch bevor das osmotische Gleichgewicht erreicht ist, bereits vollkommen gerundet. Das ist bei der Gattung *Micrasterias* der Fall, von der die Arten *M. rotata*, *M. angulosa*, *M. pinnatifida*, *M. denti-*

culata, *M. apiculata* und *M. truncata* untersucht wurden. Ebenso verhalten sich die größeren Euastren, bei denen der Protoplast häufig die Form eines Kleeblattes hat, bei stärkeren Konzentrationen aber direkt kugelig wird. Es wurde *Eu. oblongum*, *Eu. anatum*, *Eu. sinuosum*, *Eu. affine* und *Eu. insigne* beobachtet. Die Fadenalgen *Gymnozyga Brebissonii*, *Desmidium Swartzii* und *Hyalotheca dissiliens* weisen schon während des Plasmolyseeintrittes gerundete Protoplasten auf. Ebenso verhalten sich die Cosmarien und Stauroastren, bei denen die Protoplasten schön kugelig werden. *Cylindrocystis* und *Mesotaenium* sind gleichfalls sofort gerundet.

Die Arten der Gattung *Closterium* verhalten sich, was die Rundungszeit betrifft, ganz uneinheitlich. Während Eibl 1939 verallgemeinernd für *Closterium* stets sofort konvexe Plasmolyse angibt, fand ich völlige Rundung der Protoplasten noch vor Erreichung des osmotischen Gleichgewichtes nur bei *Cl. rostratum*, *Cl. Dianae*, *Cl. gracile*, *Cl. parvulum* und *Cl. abruptum*. Bei *Cl. didymotocum*, das mir aus R.T. reichlich vorlag, ist dieser Zustand nach drei Stunden noch immer nicht erreicht. Auch *Cl. Lunula* weist lange Rundungszeit auf. *Cl. striolatum* und *Cl. angustatum* zeichnen sich ebenfalls durch späte Rundung bei Plasmolyse aus; wenn im gemischten Algenmaterial bereits alle anderen Desmidiaceen schon schön gerundete Protoplasten aufweisen, sind die der beiden genannten Arten noch ganz unregelmäßig geformt. Die folgende Tabelle zeigt die späte Rundungszeit der Protoplasten von *Cl. striolatum* und *Cl. angustatum* in 0,6 mol Traubenzucker und in 0,6 mol Erythrit: (r. = rund, n. r. = nicht rund).

Tabelle 12.

	<i>Cl. striolatum</i>				<i>Cl. angustatum</i>			
	Traubenzucker		Erythrit		Traubenzucker		Erythrit	
	r.	n. r.	r.	n. r.	r.	n. r.	r.	n. r.
$\frac{1}{2}$ h	3	3	5	5	0	6	1	6
1 h	3	1	—	—	2	2	—	—
15 h	3	1	5	5	4	2	4	5
22 h	3	2	12	11	4	2	3	20
38 h	4	1	16	6	4	2	9	10
45 h	6	1	13	1	4	2	15	9
65 h	6	1	19	1	5	1	20	4

Man sieht, daß die Rundung in den einzelnen Zellen des Materials sehr ungleiche Zeit in Anspruch nimmt, die Rundungszeiten also eine große Streuung aufweisen.

Netrium oblongum aus RMK. wies zum Teil schon nach zwei Minuten schön gerundete Protoplasten auf, die Mehrzahl der Zellen nach einer halben Stunde. *Netrium digitus* dagegen brauchte hier mehrere Stunden, bis dieser Zustand erreicht war, doch ist das Verhalten dieser Art sehr ungleichmäßig und bedarf wohl noch näherer Untersuchung.

Die Rundungszeit von *Pleurotaenium Ehrenbergii* schwankte an frischem, sommerlichem Material zwischen 40 Minuten bis zu einer Stunde.

Als Hauptergebnis dieser Beobachtungen ist folgendes festzuhalten: Die Unterschiede in der Rundungszeit innerhalb einer Art sind beträchtlich. Trotzdem kann man deutlich zwei Typen von Desmidiaceen unterscheiden, solche, bei denen in der Regel schon vor oder bald nach Erreichung des osmotischen Gleichgewichtes Rundung der Protoplasten eintritt, was auf „weiche“, wenig viskose Chromatophoren schließen läßt, und solche, bei denen erst der Widerstand des steifen, festen Chloroplasten überwunden werden muß, bis völlige Rundung eintreten kann. Daß diese beiden Typen tatsächlich existieren, bestätigen die folgenden Versuche.

Zentrifugierungsversuche an Desmidiaceen.

Am 17. Oktober 1949 brachte ich reichliches Algenmaterial aus der Ramsau bei Schladming nach Wien und hier wurde es in den folgenden Wochen in den Fenstern des Pflanzenphysiologischen Instituts in der von Professor Höfler schon langjährig erprobten Weise kultiviert. Es war zur Zeit der Versuche in tadellosem Zustand.

Ein Beispiel für stärkere Zentrifugierung der Desmidiaceen aus RMK. Hauptgraben: Nach 40 Minuten Schleudrung mit 2000 Touren war bei *Netrium oblongum*, *Gymnozyga Brebissonii* und *Hyalotheca dissiliens* noch keine Verlagerung zu beobachten. Dagegen war der Zellinhalt von *Penium minutum*, *Closterium angustatum*, *Cl. striolatum*, *Cl. Dianae*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Micrasterias truncata*, *Micr. rotata*, *Xanthidium armatum* auf drei Viertel bis die Hälfte der Zelllänge zusammengeschleudert, der von *Closterium didymotocum* und *Micrasterias denticulata* auf die Hälfte bis ein Viertel. Nach einem Tag war *Micrasterias truncata* und *Xanthidium armatum* rückverlagert, *Tetmemorus granulatus*, *Closterium angustatum* und *Cl. striolatum* erst nach fünf Tagen.

Closterium Lunula wurde 10 Minuten mit 2700 Touren zentrifugiert. Nach Beendigung der Schleuderung war der eine Chromatophor in der Mitte stark eingebuchtet. Das Wandplasma zeigt, wie schon seit Nägeli u. Hanstein bekannt ist, bei *Closterium Lunula* normalerweise Rotationsströmung. Am zentrifugierten Material war lebhafteste Plasmaströmung zu beobachten. Nach 45 Minuten war die Einbuchtung fast verschwunden. Die ansetzenden Plasmastränge hatten kleine, kurze, breite Zacken aus dem Chromatophor gezogen, die deutlich auf die Zähigkeit des Plastiden hinwiesen. Nach 24 Stunden war die Zelle wieder völlig normal.

Weitere Proben wurden durchschnittlich 10 Minuten lang mit 2700 Touren zentrifugiert und dann die Rückverlagerung des Zellinhaltes beobachtet. Bei vielen Arten sah man deutlich das lebhaft strömende Protoplasma, von dem einzelne Taue am Chromatophor ansetzten und ihn wieder auszogen. Die Kürze und Breite der ausgezogenen Zacken zeigte die Zähigkeit des Plastiden (zumindest seiner Rindenschicht) an. Vergleicht man die Rückverlagerung von *Closterium Lunula* und *Tetmemorus granulatus*, so erhält man einen guten Eindruck von der verschiedenen Konsistenz der Plastiden. Aus der Plastidenmasse von *Tetmemorus* werden feine, lange Fäden ausgezogen, und nach der Restitution bleiben häufig Löcher im Chromatophor zurück, so wie sie schon Eibl an *Micrasterias rotata* beobachtet hat. Die Konsistenz der Chromatophoren ist in diesem Fall sicher sehr gering. Die fein ausgezogenen Plastidenfäden sowie die Löcher im rückverlagerten Chromatophor fanden sich bei vielen Arten, die ich unter dem Typus mit „weichem Chromatophor“ zusammenfasse. Dazu gehören: *Penium minutum*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Tetmemorus granulatus*, *Euastrum oblongum*, *Eu. affine*, *Eu. ansatum*, *Eu. insigne*, *Micrasterias pinnatifida*, *M. truncata*, *M. rotata*, *M. denticulata*, *M. angulosa*, *Cosmarium pseudopyramidatum*, *C. conspersum*, *C. tetraophthalmum* und *Xanthidium armatum*.

Diesem Typus steht der mit „steifem Chromatophor“ gegenüber, bei dem auch nie so feine, dünne Plastidenfäden oder Löcher im Chloroplast zu sehen sind. Die Chromatophoren bei diesem Typus sind zäh und fest und werden beim Schleudern nur zusammengedrückt, ohne ganz die Form zu verlieren. Vertreter dieses Typus sind: *Netrium Digitus*, *Closterium didymotocum*, *Cl. angustatum*, *Cl. striolatum*, *Cl. Dianae* und *Cl. Lunula*.

Besonders schwer verlagerbar ist der Zellinhalt von *Netrium Digitus*. Alpines Material vom Schober (2140 m) wurde statt 10 Minuten, wie die übrigen Proben, am 17. 10. 1950 von 9^h 26' bis 10^h 56', also 1½ Stunden, mit 2000 Touren zentrifugiert. Nach dieser

Zeit zeigten 25 Zellen noch keine Verlagerung. in 12 Zellen war der Inhalt bis auf $\frac{3}{4}$ des Zellvolumens zusammengeschleudert. Nach 2 Tagen war die Rückverlagerung erfolgt. Dieses Ergebnis deutet auf die Festigkeit des Chromatophors und auch auf seine starke Verankerung im wandständigen Plasma hin. K o p e t z k y R e c h t p e r g hat 1938 besondere Plasmastrukturen beschrieben. Er konnte einen Aufhängeapparat für die Plastiden und dazwischen verlaufende Strombänder erkennen. Vielleicht hängt die Erscheinung der starken Verankerung des Chromatophors mit diesen Plasmastrukturen zusammen. Wurde der Chloroplast doch verlagert, so behielt er seine Form im wesentlichen bei und machte einen steifen Eindruck. Der Formwiderstand, d. h. die Festigkeit des Chromatophors dürfte somit ein weiterer Grund für die schlechte Verlagerbarkeit des Zellinhaltes sein.

Auch die Plastiden von *Netrium oblongum* sind schwer verlagerbar. Im Versuch vom 19. 10. 1950 war nach einstündiger Schleuderung mit 2700 Touren noch keine Verlagerung des Zellinhaltes zu beobachten. Erst nach einstündiger Schleuderung mit 3500 Touren trat sie bei manchen Zellen schwach auf.

Bei der Rückverlagerung scheinen sich die beiden Typen nicht grundsätzlich zu unterscheiden. Es dürfte allgemein nur das Cytoplasma die treibende Kraft sein, der Chloroplast scheint sich dabei ganz passiv zu verhalten, wie es von E i b l an *Micrasterias rotata* nachgewiesen wurde. In den Rückverlagerungszeiten unterscheiden sich die beiden Typen nicht voneinander.

Es läßt sich die Möglichkeit denken, daß eine Spezies zu verschiedenen Jahreszeiten oder Entwicklungszuständen verschiedene Konsistenz der Plastiden aufweist, daß diese also variabel ist. E i b l hat dafür aus der Gattung *Spirogyra* Beispiele gebracht. Nach diesen Fällen wird auch bei den Desmidiaceen noch zu suchen sein. Immerhin muß ich aber hervorheben, daß bei den zahlreichen von mir untersuchten Formen sich immer nur der oder jener Typ fand, daß also eine bestimmte Form der Konsistenz für eine Art kennzeichnend ist. Die Mehrzahl der von mir untersuchten Desmidiaceen ist durch verhältnismäßig weiche Plastiden gekennzeichnet.

Zwischen Rundungszeit und Verlagerbarkeit besteht aber bisweilen doch nicht die Übereinstimmung, die man erwarten würde. So weist z. B. *Closterium Dianae* sehr schnell gerundete Protoplasten auf, während die Zentrifugierungsversuche auf steifere Chromatophoren schließen ließen. *Pleurotaenium Ehrenbergii* zeigt längere Rundungszeit, aber weiche Plastiden. Bei *Netrium oblongum* würde man nach der nicht sehr langen Rundungszeit leichtere Verlagerbarkeit erwarten. Die längere Zeit, die verstreichen muß,

bis die Protoplasten von *Tetmemorus granulatus* und *Xanthidium armatum* gerundet sind, ist entschieden nicht auf Steifheit der Chromatophoren, sondern wohl auf die Art der Verankerung derselben im wandständigen Plasma zurückzuführen. Die Zuordnung zum Typus mit weichem Chromatophor steht also nicht in Widerspruch zu der längeren Rundungszeit. In der Mehrzahl der Fälle tritt jedoch bei Vorhandensein weicher Chromatophoren auch kurze Rundungszeit auf, wie bei *Euastrum oblongum*, *Eu. affine*, *Eu. anatum*, *Eu. insigne*, *Micrasterias pinnatifida*, *M. truncata*, *M. rotata*, *M. denticulata*, *M. angulosa*, *Cosmarium pseudopyramidatum*, *C. conspersum* und *C. tetraophthalmum*. Formen mit steifem Chromatophor brauchen, wie erwähnt, entsprechend längere Zeit zur Rundung des Protoplasten, wie *Netrium Digitus*, *Closterium didymotocum*, *Cl. angustatum*, *Cl. striolatum* und *Cl. Lunula*.

Ein Nebenergebnis der Zentrifugierungsversuche war die Beobachtung, daß die Algen nach schwacher Schleuderung Bewegungen ausführen. Man sieht lebhaftes Zappeln der Zellen, das ungerichtet nach verschiedenen Seiten hin erfolgt. Diese Bewegungen lassen sich bei Desmidiaceen öfters beobachten. Sie sind von den Ortsbewegungen der Closterien, die durch einseitig ausgeschiedene Gallertstiele hervorgerufen werden, deutlich verschieden. Sie wurden schon von Klebs (1885) u. a. Autoren beschrieben, und ich konnte sie an *Closterium angustatum*, *Cl. striolatum*, *Cl. Dianae*, *Cl. Lunula*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Tetmemorus granulatus*, *Euastrum affine*, *Micrasterias truncata*, *M. denticulata*, *M. angulosa* und *Xanthidium armatum* beobachten.

Versteifung der Chromatophoren durch Kupfer.

Durch die Kupferversuche Webers (1925) an *Spirogyra* angeregt, führte ich einige Versuche, vor allem an *Euastrum affine*, durch.

Zunächst legte ich zur Orientierung, ob Kupfer die Plastiden von Desmidiaceen versteift, einige Kupferdrähte 24 Stunden in destilliertes Wasser; in diesem „Kupferwasser“ wurden die Euastron eine Stunde lang belassen. Dann wurden sie zugleich mit einer nicht vorbehandelten Probe 10 Minuten mit 2700 Touren zentrifugiert. Die Verlagerungsbilder waren ein deutlicher Beweis für die versteifende Wirkung des Kupfers. Im gleichen Sinne waren die Plasmolyseform in 1,0 mol Traubenzucker verändert.

Um die Wirkung des Kupferjons quantitativ bestimmen zu können, stellte ich verschieden verdünnte Lösungen von Kupfersulfat her, wobei die Wirkung des Sulfatjons unberücksichtigt

bleiben durfte. In den Konzentrationen 0,01 mol Kupfersulfat bis 0,00001 mol Kupfersulfat trat Versteifung der Chloroplasten ein, in 0,000001 mol Kupfersulfat war kein Unterschied zwischen den hier eingelegten Zellen und den nichtbehandelten zu bemerken. Die Zellen wurden für 5 Minuten in die Kupfersulfatlösung gebracht und dann mit 1,0 mol Traubenzucker plasmolysiert. Das Ergebnis dieses Versuches ist, daß die niedrigste Konzentration, bei der noch Versteifung des Chromatophors auftritt, 0,00001 mol Kupfersulfat ist.

Ähnliche Versuche an größerem Material aus RMK. lieferten das gleiche Ergebnis. Damit ist nicht gesagt, daß noch niedrigere Konzentrationen für die Zieralgen unschädlich wären. Auch 10 Minuten in 0,000001 mol Kupfersulfat eingelegtes Material, das dann wieder in Standortswasser zurückgebracht worden war, wies nach wenigen Tagen nur noch tote Zellen auf.

Zusammenfassung.

I.

1. Die plasmolytischen Grenzwerte der Desmidiaceen liegen bei 77 % der untersuchten Arten bei 0,3—0,4 mol Traubenzucker, die osmotischen Werte dementsprechend bei 0,25—0,35, das ist bei 6—9 at. Niedrigere Durchschnittswerte wurden bei 7 % und höhere bei 16 % der geprüften Arten gemessen.

2. Die Höhe des osmotischen Wertes hängt in erster Linie von der Spezies ab, in zweiter Linie sind durch Umweltfaktoren bedingte Schwankungen dafür verantwortlich zu machen. Die Amplitude der Schwankungen ist von Art zu Art verschieden; wir können steno-osmotische und eury-osmotische Formen unterscheiden. Zu letzteren gehört z. B. *Cosmarium cucurbita*, dessen Wert von 0,35—, 0,4+ bis zu 0,7 mol Traubenzucker schwankt, und *Euastrum affine*. Dagegen sind z. B. *Micrasterias rotata* und *Closterium Lunula* nach meinen Beobachtungen durch geringe Schwankungen gekennzeichnet.

3. Im Winter stieg an meinem in Kultur gehaltenen Material bei der Mehrzahl der untersuchten Arten der osmotische Wert stark an, bei manchen blieb er auch noch im Frühling erhöht.

4. Bei frisch geteilten Zellen fand ich im Frühling 1950 niedrigere Werte als bei älteren, z. B. bei *Tetmemorus granulatus* schon bei 0,4 gegenüber 0,7 mol Traubenzucker Grenzplasmolyse. *Cosmarium amoenum* und *Staurastrum furcatum* waren in frisch ge-

teiltem Zustand schon in 0,3, sonst erst in 0,4 mol Traubenzucker plasmolysiert.

5. Bei Arten, die sich am natürlichen Standort rasch geteilt hatten und zur Dominanz gelangt waren, fand ich mehrfach, aber nicht immer, herabgesetzte osmotische Werte.

II.

6. Die Rundungszeiten der Protoplasten sind für verschiedene Arten recht ungleich. Bei vielen Desmidiaceen weist der Protoplast noch vor Erreichung des osmotischen Gleichgewichtes oder bald nachher die kleinstmögliche Oberfläche auf, bei anderen dauert es längere Zeit, oft mehrere Tage, bis dieser Zustand erreicht ist. Es ließ sich nachweisen, daß die Verzögerung der Konvexrundung durch den Formwiderstand der steifen Chloroplasten verursacht wird. Die meisten Arten gehören dem Typus mit „weichem“ Chromatophor und kurzer Rundungszeit an. Spät rundende Arten mit steifen Plastiden sind *Closterium striolatum*, *Cl. angustatum*, *Cl. didymotocum*, *Cl. Lunula* und *Netrium Digitus*.

7. Die Zentrifugierungsversuche haben ebenfalls zur Unterscheidung von Arten mit „weichem“ und anderen mit „festem“ Chromatophor geführt, ähnlich wie sie Eibl in der Gattung *Spirogyra* nachweisen konnte. Im allgemeinen weisen die Desmidiaceen mit später Rundungszeit auch im Schleuderversuch feste Chromatophoren und solche mit kurzer Rundungszeit weiche Chromatophoren auf. Eine Ausnahme bilden *Tetmemorus granulatus* und *Xanthidium armatum*. Dort wird die Verzögerung der Abrundung der Protoplasten eben nicht durch die Steifheit der Plastiden, sondern durch Festhaften des Plasmas an der Zellwand durch negative Plasmolyseorte hervorgerufen.

8. Bei vielen Arten wurden nach schwacher Zentrifugierung lebhaft zappelnde Bewegungen der ganzen Zelle beobachtet.

9. Verdünnte Kupfersulfatlösung führte, wie bei *Spirogyra* (Weber 1925), zur Versteifung der Chromatophoren. Die Konzentrationsschwelle, bei der nach kurzfristiger Behandlung mit Kupfersulfat dieser Effekt eben noch eintrat, wurde mit 0,00001 mol Kupfersulfat bestimmt, und zwar an *Penium minutum*, *Closterium angustatum*, *Cl. striolatum*, *Cl. Dianae*, *Tetmemorus granulatus*, *Micrasterias denticulata*, *Euastrum affine*, *Eu. insigne* und *Xanthidium armatum*. Doch wirken auch niedrigere Konzentrationen wie 0,000001 mol Kupfersulfat nachträglich irreversibel schädigend.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [160](#)

Autor(en)/Author(s): Krebs Ingeborg

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis des Desmidiaceen-Protoplasten - I. Osmotische Werte. II. Plastidenkonsistenz. 579-613](#)