

Die Schmuckalge *Cosmarium subquadratum* (Nordstedt) und deren kaum bekannter Formenkreis

Variationsstatistische Untersuchungen an Massenvorkommen
einer bisher wenig beobachteten kalkliebenden Desmidiacee

EMIL WEHRLE

„Was dem Auge, was den beobachtenden Sinnen sich ursprünglich darbietet, ist eine Fülle von Qualitäten. Das Erkennen und wertende Unterscheiden dieser Qualitäten geht jeder messenden Betrachtung notwendig voraus.“

L. Wolf und W. Troll (1942).

1. Einführung. In einer Probenreihe mit Algen von nassen Felswänden auf dem Nordufer des Überlinger Sees (Bodensees) befand sich ein Material, das verschiedene schwerbestimmbare *Cosmarienformen* enthielt. Die Proben wurden ab 1942 im Zusammenhang mit einer Nachprüfung algenfloristischer Fragen gesammelt.

Alle gängige Bestimmungsliteratur versagte zunächst; auch die sonst oft mit Erfolg zu Rate gezogene WEST'sche Desmidiaceen-Monographie (1905, 1908).

Die wachsenden Schwierigkeiten regten zu jahrelangem weiterem Nachsuchen am Standort an, und ein glücklicher Zufall fügte es, daß bedeutende Massenvorkommen dieser kalkliebenden Alge gefunden werden konnten. Es stand nun sehr reichliches Reinmaterial zu Gebot, und die Fundplätze lagen so günstig, daß sie sich jeweils über mehrere Monate hin fast täglich beobachten ließen.

In diesem Massenmaterial waren überall kümmerliche Individuen vorhanden, die ohne Schwierigkeiten sich der Diagnose für *Cosmarium subquadratum* Nordstedt fügten. Sie findet sich in mehreren, etwas voneinander abweichenden Fassungen in der Literatur. Erstmals beschrieben wurde die Art in NORDSTEDT ET WITTRÖCK (1876), pg. 32; dort ist auch die erste, aus fünf Teilwiedergaben bestehende Abbildung veröffentlicht.

Hier folgen drei dieser Diagnose-Fassungen. Wir gewinnen daraus ein Urteil über ihre gegenseitigen kleinen Abweichungen und auch vor allem darüber, wieweit diese Diagnosen den *Formenkreis* zu erfassen vermögen.

1. Bei G. B. DE TONI (1889), Bd. I, pg. 968, Nr. 2326, 89ste *Cosmarien-species*, steht, gestützt auf die Originaldiagnose:

„Submediocre, 19—22 μ crassum, diametro circiter duplo longius, 52—56 \times 29—32, medio profunde constrictum, sinu lineari, angusto, isthno 12—14 μ lato, apice circ. 8 μ lato; semicellulis e basi recta usque ad medium vel plerumque paullum supra aequali latitudine (aut interdum sursum versus paullulo dilatatis), lateribus rectis vel nonnumquam levissime retusis, ab hoc loco sensim angustatis, apice late rotundatis sed medio apice truncatis vel nonnumquam subretusis; a latere conspectis elliptico-ovatis, e vertice visis ellipticis; pyrenoidibus singulis; membrana distincte punctata.

Hab. in rupibus ad „Bad Comana“ in Tyrolia (O. NORDSTEDT).

2. Bei W. und G. S. WEST, Bd. III (1908), pg. 57, Nr. 80, erscheinen gewisse *Ergänzungen*, wenn auch die wesentlichen Punkte unverändert übernommen sind:

„Cells of about medium size, about twice as long as broad deeply constricted, sinus very narrow, slightly dilated at the apex; semicells subquadrate, sides parallel for more than half way upwards, sometimes very slightly upwardly divergent, or faintly retuse, basal angles widely and obliquely convex-truncate, apex truncate or sometimes subretuse. Side view of semicell

ovate. Vertical view elliptic, ratio of axes about 1 : 1,5. Cell wall finely and densely scrobiculate-punctate. Chloroplast single, axile, and with a central pyrenoide.

Zygospore unknown. Length 52—56 μ ; breadth 29—32 μ ; breadth of apex about 8 μ ; breadth of isthmus 12—14 μ ; thickness 19—22 μ .

England: Among various algae on dripping rocks, Ingleton, W. Yorks.

Geogr. Distribution: France, Italy, Brazil."

3. Bei W. MIGULA, Bd. II, Teil 1a (o. J.), pg. 430, Nr. 1708, finden wir schließlich eine fast wortgetreue Übersetzung der Nordstedt-DeTonischen Fassung, nur daß am Schluß die ökologisch so wichtige Angabe „habitat in rupibus“ weggelassen ist:

„Zellen mittelgroß, 52—56 μ lang, 29—32 μ , im Isthmus 12—14 μ breit, 19—22 μ dick, mit tiefer schmäler linearer Mitteleinschnürung, an der Spitze etwa 8 μ breit. Zellhälften von der geraden Basis bis meist etwas über die Mitte von gleicher Breite oder mitunter aufwärts etwas breiter werdend, an den Seiten gerade oder mitunter leicht eingebogen, dann allmählich verschmälert, an der Spitze breit abgerundet, aber in der Mitte des Scheitels gestutzt oder zuweilen eingebogen; in Seitenansicht elliptisch-eiförmig, in Scheitelansicht elliptisch. Membran deutlich punktiert. — Tirol, Comana."

Formen unserer Art sind also bereits an geographisch weit auseinanderliegenden Fundplätzen und z. T. schon relativ früh gesehen worden. — Allerdings nicht häufig.

Das kann ein statistischer Hinweis auf ihre tatsächliche Seltenheit sein. Sicher kommt es aber auch daher, daß die Alge meist atmosphytisch an nassen Kalkfelsen lebt, wo man im allgemeinen keine Desmidiaceen sucht. Der dritte und vielleicht wichtigste Grund aber scheint in der bisherigen unvollständigen Diagnose und den ganz unzureichenden Abbildungen zu liegen. Letztere gehen, soweit sie mir zu Gesicht kamen, alle auf NORDSTEDT (1876) zurück, dessen dortige Fig. 7, Tafel 12, nirgends verbessert oder ergänzt, bei MIGULA (o. J.) sogar stark verkümmert worden ist. — Diese Diagnosen und Abbildungen machen nur einen verhältnismäßig kleinen Ausschnitt aus der Formenfülle dieser Art; die meisten Individuen des hier bearbeiteten Massenvorkommens sind damit nur sehr unsicher oder überhaupt nicht zu identifizieren. — Eine taxonomische Bearbeitung dieser Species schien also geboten und versprach grundsätzliche Ergebnisse zur Desmidiaceensystematik.

Als gute diagnostische Merkmale gelten bei den Desmidiaceen und besonders bei der Gattung Cosmarium: Die Umrisslinie der ganzen Zelle in Frontal-, Lateral- und Vertikal-Ansicht; die Ausstattung der Membran mit Poren, Grübchen, Warzen, Leisten, Höckern, Stacheln; die Struktur des Zellinhaltes, vor allem der Bau der Chromatophoren sowie Zahl und Lage der Pyrenoide. Im allgemeinen sind alle diese Merkmale sehr konstant. Ausnahmen sind selten und deshalb besonders bemerkenswert. Im Hinblick auf vorliegende Untersuchung sei insbesondere noch eine Äußerung der beiden WEST hervorgehoben (1905, Bd. II, pg. 125/126): "One of the distinguishing features of a Cosmarium is the entire outline of the cells . . ." Täuschungen durch noch nicht voll ausgeformte „Jugendzustände“ bleiben deswegen praktisch ausgeschlossen, weil ja die eine Halbzelle immer die ältere und deshalb völlig (oder wenigstens nahezu völlig) erwachsen ist, d. h. ihre endgültige Form schon erlangt hat.

Im Gegensatz zu einer kleinen Anzahl von Exemplaren sträubte sich der weitaus überwiegende Teil unseres Massenmaterials mit wichtigen Merkmalen stets gegen die angeführten Diagnosen. Es kann aber dennoch kein Zweifel bestehen, daß alle unsere unzähligen Individuen, die passenden und die hohe Zahl der nichtpassenden, ein und demselben Genotypus, ja nach Lage der Dinge sogar vielleicht einem einzigen Klon angehörten. (Vgl. hierzu auch S. 103.)

Die gesamte Sachlage und das hier überreichlich zur Verfügung stehende, sonst seltene Material forderte eine variationsstatistische Bearbeitung.

2. Beschreibung der Fundstelle und des Cosmarien-Massenvorkommens.

Am Stadtrande von Überlingen am Bodensee ragt gegenüber dem alten Galler-Befestigungsturm eine Felswand aus weichem, graugelbem Molasse-Sandstein 24 m hoch auf. Etwa 6 m über ihrem Fuße ist diese Wand horizontal von einem dauernd ergiebigen Quellhorizont durchzogen. Das herabsickernde Quellwasser hält die Felsfläche auch in der heißesten Sommerzeit noch gut naß, obwohl sie, nach Südosten exponiert, durchschnittlich 5 Stunden am Tage starker Sonneneinstrahlung offenliegt (vgl. Tafel I).

Am Fundort und in dessen weiterer Umgebung enthält der Molassesandstein reichlich Kalk. Es sind nicht nur Tropfsteine an Überhängen entstanden; auch das Kalkmoos *Cratoneuron commutatum* hat unter den Stellen stärkeren Wasseraustrittes mächtige Tuffkegel aufgebaut, die z. Z. noch lebhaft weiterwachsen.

Im ersten Beobachtungsjahre 1943 ließ sich bereits Anfang Mai beobachten, wie auf der nackten Felsfläche im Bereich der Sickerwasserstreifen unterhalb des Quellhorizontes höckerige und wulstige Gallertmassen entstanden. Sie lagen in langgestreckter Form auf dem Weg des herabsickernden Wassers, waren von ihm auch über ihre Oberfläche hin stets benetzt, maßen jeweils etwa 1—12 dm² und wurden in der Regel 0,25—1,00 cm dick. Ihr blasses, wässriges Grün, das an absterbenden Randstellen in helles Braunrosa überging, hob sie von der graugelben Steinfläche deutlich ab.

Erzeugerin und fast ausschließliche Bewohnerin dieser glasklaren Gallerte war unsere auffallend formenreiche *Cosmarienspecies*. Die Individuen lagerten in der völlig farblosen und sehr wässrigen Masse mit einem durchschnittlichen Abstände von etwa 1¹/₂ Zelllängen, wobei sie manchmal dichter, nach der Teilung paarweise, nicht selten auch nesterweise gehäuft, beisammen saßen. Abb. 30 der Figur 1 (S. 102) sucht die typische Lagerung darzustellen; die Vergrößerung beträgt hierbei nur 1/20 des Tafelmaßstabes. Schon mit einer 20fachen Lupe ließ sich der grünlüche Schimmer der Gallertmassen in eine ungeheure Zahl von Einzelindividuen auflösen.

Die Gallerte war genügend flüssig, um z. B. peritrichen Infusorien eine nur sehr wenig gehinderte Bewegung zu gestatten; andererseits blieb ihre Steifheit doch immer noch so groß, daß sich die Masse mit guter Formbeständigkeit an der senkrechten, rauhen Felswand halten konnte und nicht herabfloß. — Zahlreiche, mikroskopisch kleine Kalzitkristalle, mit Durchmessern von etwa 20—180 μ sind, bald weiter verstreut, bald gruppenweise gehäuft, in der Gallerte entstanden, machten diese hier und da schon im Frühjahr etwas weißlich-trübe und nahmen gegen den Herbst hin so stark an Zahl und Größe zu, daß sie bei der mikroskopischen Untersuchung der Algen zu stören begannen.

3. **Begleit-Algen.** In relativ geringer Anzahl bewohnten auch einige andere Algen, vor allem *Cyanophyceen*, die beschriebene *Cosmarien*-Gallerte. Zunächst fiel *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. auf, und zwar jene trüb-graublaue bis braunroterfarbige Form dieser Sammelart, welche auch anderwärts von nassen Kalkfelsen her wohlbekannt ist. Es folgt der leuchtend blaugrüne, etwas kleinere *Chroococcus helveticus* Näg., dann *Xenococcus kernerii* Hansg. und *Aphanothece castagnei* (Bréb.) Rabh. Ferner krümmten sich und krochen in den dünnen Gallertmassen auffällig lebhafte *Cyanophyceenfäden*, die (bis auf die kaum merklich sich verjüngenden Enden) der bei Geitler (1932) gegebenen Diagnose (pg. 932, Nr. 1) für *Pseudanabaena catenata* Lauterborn entsprechen.

Von *Bacillariaceen* waren fast in jeder Stichprobe *Diatoma hiemale* (Lyngbye) Heiberg und *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll. enthalten; oft gesellte sich auch *Cymbella helvetica* Kütz. hinzu.

Mehr zufällig fand sich gelegentlich die Primitiv-Rhodophyceae *Asterocytis smaragdina* Reinsch, ferner *Oocystis solitaria* var. *elongata* Printz und *Cosmarium subcrenatum* Hantzsch, während in einem nahe benachbarten kleinen Tümpel am Fuße der Wand, der vom Quellwasser gespeist wird, der kalkstete *Mischococcus confervicola* Näg. auf *Cladophora crispata* (Roth) Kütz. ampl. Brand lebte.

Alle diese aufgezählten Begleiter treten aber ganz zurück gegenüber der Riesenmasse unserer *Cosmarien* und kommen nicht als Erzeuger der Gallerte in Frage!).

1) Nach der ersten, mit mehrtägiger Vereisung verbundenen Frostperiode, im Dezember, verschwanden die makroskopisch sichtbaren *Cosmarien*-Gallerten ziemlich unvermittelt und vollständig von der Felswand. In welcher Weise überwintert nun aber unsere *Desmidiacee*, aus welchen Quellen regenerieren sich die Gallertmassen im kommenden Frühjahr?

Im Winter sind alle zwei Wochen Proben am Standort entnommen und analysiert worden. Von dem jetzt nackten, hell braunrosafarbenen und von einer dünnen Quellwasserhaut überrieselten Kalksinter ließ sich eine oberste, etwa 1 mm mächtige, weichere Schicht mit einem Gummischaber abheben. Diese Schicht bestand aus durchschnittlich 300—400 μ großen, noch nicht fest verwachsenen Kalkkristallen, zwischen denen, makroskopisch völlig unsichtbar, ein dünner, farbloser, gallertartiger Schleim die feinen Lücken erfüllte.

In diesen Lücken fanden sich nun überall noch Individuen unserer *Desmidiacee*, wenn auch lange nicht in jener Dichte wie in den makroskopischen Gallertmassen des Sommers.

Diese überwinterten Individuen sind in nichts von jenen unterschieden, die ich im Herbst zur Zeit des besten Gedeihens untersucht hatte. Sie sind frisch grün und nicht selten liegen die Zellen paarweise nahe beieinander, was auf eine hohe Zellteilungsrate auch im Winter schließen läßt.

Der Anteil der *forma inflata* (vgl. Abschn. 8 ff.) am Gesamtmaterial war — soweit sich das an den bescheideneren Proben feststellen ließ — um etwa weitere 10% gestiegen, die *fo. modica* zeigte einen deutlichen Rückgang und die *fo. angusta* war völlig verschwunden. Wir können danach die *fo. inflata* auch als die eigentliche „*Winterform*“ betrachten.

Von den Standortbedingungen waren entscheidend geändert nur die Temperatur und der Lichtgenuß. Jene betrug nach der Abkühlung des Wassers beim Herabrieseln über die Felswand am Standort nur noch 0 Grad bis +2 Grad; der Sonnentiefstand, das meist trübe und nebelige Winterwetter, die auch an hellen Tagen kürzere Bestrahlungszeit und auch die enge Einbettung der *Cosmarien* zwischen den Kalkkristallen ließ ihnen nur noch einen kleinen Bruchteil der Lichtmenge zukommen, die sie im Sommer und Herbst genossen hatten.

Da die *Cosmarien* alle geradezu auffällig gesund und auch vermehrungsfähig geblieben waren, mußte die Ursache für das plötzliche Verschwinden der makroskopischen gallertartigen Riesensiedlungen nach der ersten Frostperiode anderswo gesucht werden!

Eine Änderung des kolloidalen Zustandes der Gallertmassen durch Ausfrieren (Verflüssigung) hat diese von der Wand ablaufen lassen und die allgemeine Verlangsamung der Lebensvorgänge unter den Winterbedingungen hat die laufende Neubildung der Gallerte stark zurückgedämmt. Die *Cosmarienzellen* haben aber, soweit sie sich zwischen den Kalkkristallen halten konnten, durch die weiteren, auch später beobachteten Frostperioden, laut Augenschein keinen Schaden genommen, obwohl mehrere dieser Perioden alles mit dicken Eisschichten und meterlangen Eiszapfen überkleideten.

Im Frühjahr geht dann die Regeneration der makroskopisch allmählich wieder sichtbar werdenden Gallertmassen mit ihren Milliarden von Individuen von diesen wenigen in der obersten lockeren Kalksinterschicht überwinterten Zellen aus. Es ist interessant, hiermit die 1945 von JAAG (S. 367) gemachten Beobachtungen zu vergleichen. Er fand an der dem Licht abgekehrten Unterseite jener mehrere Millimeter dicken, abschilfernden Krusten, die sich von der Oberfläche der Molassefelsen ablockern und noch eine Zeitlang hängen bleiben, neben anderen Algen „eigentlich schöne Bestände von *Cosmarium pseudopyramidatum* fa. *maior*“. Ich vermute, daß es sich dabei um unsere Schattenform, den „*Typus inflatus*“, gehandelt hat. Man wolle die Fußnoten S. 101 u. 109 dieser Arbeit vergleichen. Träfe diese Vermutung zu, dann wäre also auch hier der *Typus inflatus* als Schattenform an überraschendem Orte von JAAG gesehen worden.

Auf den „alpinen“ Charakter meines Standortes weisen einige weitere Begleiter hin, die sich nun während der Winterszeit nach dem Verschwinden der großen *Cosmarien*-Gallertmassen hier besser ausbreiten konnten: *Diatoma hiemale*, *Cymbella delicatula*, *Cymbella laevis*, *Achnanthes flexella* var. *alpestris*; daneben einige mehr eurytope Arten: *Phormidium incrustatum*, *Schizothrix lateritia*, *Cymbella parva*, *Gomphonema intricatum*, *Achnanthes minutissima* var. *cryptocephala* und an nicht nassen, nur feuchten Stellen *Gloeotheca rupestris* und *Gloeocapsa polydermatica*. Die kalkholde, braunrosafarbene Form von *Chroococcus turgidus* hatte stellenweise eine Massenentwicklung erreicht.

4. **Wasserbeschaffenheit.** Obwohl die Cosmarienzellen überall ringsum in ein relativ mächtiges Kolloid eingeschlossen sind und dadurch eine zuverlässige Beurteilung von Art und Stärke der auf sie einwirkenden Standortfaktoren nur schwer möglich ist, seien doch einige Notizen über Untersuchungen am Wasser hierhergesetzt:

Es ist an den Austrittsstellen völlig klar, farb-, geruch- und geschmacklos und erweckt im Munde die Empfindungen „kühl“ und „hart“. Zu Anfang seines Weges über die Felswand hat es eine Temperatur von 9° ($\pm 1^{\circ}$). In der Umgebung der Gallerten und in diesen selbst zeigt an warmen und hellen Sommertagen über Mittag das während der Messung beschattete Thermometer Maximaltemperaturen von 25° an. Mit dieser Temperatur erreicht das Wasser an solchen Tagen dann auch den Fuß der Wand. Ganz bedeckte, aber trotzdem verhältnismäßig warme Tage verleihen dem Wasser hier wie dort Temperaturen von durchschnittlich 15° , während nach relativ kühlen Sommernächten frühmorgens (5 h MEZ) überall, also auch an der Basis der Wand, Temperaturen von 10 — 11° herrschen.

Der pH-Wert an den Austrittsstellen des Quellwassers ist rund 7,2; unmittelbar unterhalb der Gallerten liegt er meist um 7,8—8,2.

Als Karbonathärte maß ich $16,24^{\circ}$ DH. Das Wasser ist also etwas hart und enthält $162,4$ mg/l CaO in Karbonat- und Hydrocarbonat-Form. Die völlige Oxydation erforderte nur $5,04$ mg/l KMnO_4 ; gelöste organische und überhaupt oxydierbare Stoffe sind also nur in sehr geringer Menge vorhanden, das Wasser ist sehr rein. — Der Eisengehalt ist ebenfalls niedrig und spielt um die Größenordnung $0,05$ — $0,10$ mg/l. — Die $0,020$ mg/l P_2O_5 , welche in unserem Wasser enthalten sind, entsprechen der Regel für reine Quellwässer dieser Gegend. — Der N_2O_5 -Gehalt ist mit $5,8$ mg/l ebenfalls noch als gering anzusehen.

Um die Gallertmassen, und während der Assimilationszeit sicher auch in ihrem Innern, besteht überall O_2 -Sättigung.

5. **Extremer Biotop.** Kurzzeitige stärkste Durchleuchtung, rasche und große Temperaturschwankungen, verhältnismäßig hohe Spitzentemperaturen, reichlicher Sauerstoffzutritt und relative Nährstoffarmut neben hohem Kalkgehalt und ständig alkalischer Reaktion stempeln den Fundort zu einer für Cosmarien „extremen Lebensstätte“ im Sinne A. THIENEMANN'S (1941). — Hier, auf den Kalksintern dieser Felswand, würde man vielleicht das im Gebiete nicht seltene Oocardium gesucht und zu finden gehofft haben, keinesfalls aber ein Cosmarien-Massenvorkommen.

Für unseren Standort gelten die folgenden Feststellungen THIENEMANN'S aufs genaueste:

„Das konkurrenzarme Gebiet gestattet aber den wenigen Arten, die es besiedeln können, meist eine starke quantitative Entwicklung . .“ (1941). Und: „Je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom Normalen und für die meisten Organismen Optimalen entfernen, um so artenärmer wird die Biozönose, um so charakteristischer wird sie, in um so größerem Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf.“ (1920.)

Das gänzliche Fehlen einer ernsthaften biotischen Konkurrenz ermöglicht zwar unseren Cosmarienspecies hier die geschilderte, auffällige Massentwicklung. Es wäre aber voreilig und wahrscheinlich falsch, wollte man nun allein aus der Tatsache des Massenaufretens folgern, daß die Standortbedingungen hier für diese Desmidiacee optimal seien²⁾.

²⁾ Vgl. dagegen Fußnote ³⁾ auf S. 101.

6. Zur Methodik. Variationsstatistische Verfahrensweisen zur exakten Ermittlung typischer, quantitativ faßbarer **Ar t m e r k m a l e**, ihrer Kombinationen, Korrelationen und Variabilität sind in der Algologie bisher erstaunlich selten angewandt worden. Und doch ließen sich mit ihrer Hilfe überall dort, wo reichliches Material zur Verfügung steht, viele der schwebenden morphometrischen und systematischen Fragen lösen; zwar nicht mühelos, dafür aber um so zuverlässiger.

Schon 1926 hat JOHANNSEN zu wiederholtem Male darauf aufmerksam gemacht, daß bei rein deskriptiver Arbeit in den biologischen Wissenschaften **v a r i a t i o n s s t a t i s t i s c h e** Methoden allgemein nicht versäumt werden dürfen, weil schätzungsweise Beschreibungen meist wenig Wert haben. Das zeigt sich leider bei vielen unkritischen Algendiagnosen nur allzu deutlich, ganz besonders aber bei deren Maß- und Formvariabilitätsangaben.

Was andererseits bei entsprechender Anwendung solcher Methoden alles an Sicherheit und Präzision gewonnen werden kann, geht sehr schön z. B. aus zwei Arbeiten von O. JAAG (1941 u. 1945) hervor, die sich in der erstrebten Weise mit strittigen Fragen der Cyanophyceen-Systematik befassen.

Zur **T e c h n i k** des Verfahrens darf ich vor allem auf JOHANNSEN (1926) und WEBER (1935) hinweisen. Hier muß ich mich auf eine kurze Übersicht und auf Ausführungen beschränken, die dort, weil nur auf unseren speziellen Fall zugeschnitten, nicht zu finden sind:

A. Vorbereitende Untersuchung. Zunächst waren die hier im Abschnitt 1 aufgeführten Diagnosen an solchen Individuen nachzuprüfen, die den dortigen Angaben möglichst vollständig entsprachen. Dabei wurde vor allem die DETONISCHE Fassung S. 90 herangezogen. Sie enthält gegenüber der NORDSTEDTSCHE Originaldiagnose einige formale Verbesserungen, bewahrt aber deren Sinn genau.

Dann sind alle jene Merkmale sorgfältig aufgesucht worden, die den verschiedensten im Material enthaltenen Vertretern unseres Formenkreises übereinstimmend zukommen, also **a r t k o n s t a n t** sind. Einige Ergänzungen, die sich hierbei gewinnen ließen, findet man hier in der Neufassung der Diagnose S. 110/111.

B. Herausarbeiten von Formtypen. Unter zunächst ausschließlicher Zuhilfenahme des **F o r m g e f ü h l s** machte ich weiter den Versuch, die **a u ß e r g e w ö h n l i c h e** Gestaltenfülle dieses Millionenmaterials in eine möglichst beschränkte Zahl von **G r u p p e n** einzuteilen und aus diesen jeweils den charakteristischen **F o r m t y p u s** herauszukristallisieren.

Bereits diese Arbeit geschah an Proben eines umfassenden, **h o m o g e n i s i e r t e n**, **b r e i ß i g e n** Materials (100 cm³), das aus verschiedenen gut entwickelten Kolonien am Standort entnommen worden war. Der für die Fixierung nötige Formalinzusatz brachte die Gallerte in einen Zustand, aus dem sie sich durch Erschütterung leicht verflüssigte. Sie wurde etwa 15 Minuten lang kräftig und anhaltend durchgeschüttelt, um die Gewähr für eine in allen Teilen gleichmäßige Zusammensetzung zu haben. Die 100 cm³ enthielten nach vorsichtiger Schätzung etwa 3 Millionen Individuen, erfüllten also die Grundbedingung der „großen Zahl“ in hervorragender Weise.

An drei Tagen, zwischen denen je eine zweitägige Pause lag, wurden jeweils vier Stunden lang Stichproben aus diesem homogenisierten Material eingehend betrachtet. Es entstand dabei der Eindruck, daß sich die zahllosen formverschiedenen Individuen um **d r e i** **w o h l u n t e r s c h e i d b a r e** Typen deutlich häuften, und daß eine relativ geringe Menge dann noch übrigbleibender Gestalten als mehr oder weniger teratologisch betrachtet werden müsse.

Nun mußten diese drei erkannten Typen möglichst objektiv herausgearbeitet werden. Jeweils 10 gute Vertreter wurden, zunächst in Frontansicht, mittels Planimeterokular in starker Vergrößerung auf Millimeterpapier übertragen und ausgeschnitten (Bilder 8—9 cm lang). Beim Aufsuchen der Typen und bei der Wahl der 10 „guten“ Vertreter hatte das subjektive Formgefühl die Hauptrolle gespielt; seine unvermeidlichen Schwankungen sollten nun ausgeglichen und möglichst vollständig eliminiert werden. Um das zu erreichen, mußte das endgültige Typenbild aus den Zehnerserien der Planimeterabbildungen ganz objektiv entstehen. Auf ein und derselben Zeichenfläche umfuhr ich jede der 10 zusammengehörigen ausgeschnittenen Abbildungen mit einem dünnen Linienzug (Unterscheidung durch Farbe, Strichelung, Punktierungen usw.). Wo die Umrisse der einzelnen Bilder dabei nicht zur Deckung zu bringen waren, entstand durch Konstruktion des „Kurvenmittels“ dann der gültige Linienzug und damit der endgültige Typus. Die auf diesem Wege gewonnenen 3 Haupttypen sind in Fig. 1 (S. 102) als Abb. 3, 6 und 12 wiedergegeben.

C. Aufstellen der Maß-Urlisten. Der nächste Schritt bestand in der Ansammlung möglichst vieler Einzelmessungen über Länge, Breite und Isthmusweite an Vertretern aller drei Typen.

Dabei sollte noch ein wichtiges Nebenergebnis erzielt werden, was mit folgendem Verfahren möglich war:

In den Präparaten wurden nur solche Exemplare ausgemessen, die eine Reihe bestimmter Bedingungen erfüllten. Sie mußten einwandfrei frontal liegen, beide Zellhälften mußten gleichgestaltet und auch gleich groß sein und die Individuen durften in keinem wesentlichen Punkte stärker von ihrem zuständigen Typus abweichen.

Alles aber, was diesen Bedingungen genügte, wurde dann auch in sämtlichen Präparaten völlig lückenlos und ohne jede Auslassung durchgemessen. Drei getrennt geführte Typen-Urlisten nahmen die Ergebnisse für jeden der drei Typen auf.

So ergab sich von selbst das Bezweckte: der relative Anteil der drei Typen am Gesamtmaterial war sehr verschieden und diese Anteilsverschiedenheit war nun in den drei getrennten Urlisten auch anzahlmäßig genau erfaßt.

D. Berechnung der Charakteristika. Nun folgte das Aufsuchen der Mittelwerte, die Berechnung der Streuungen (Standartabweichungen) und der zugehörigen Zuverlässigkeitsmaße (Mittelfehler) für die Maßreihen der 3 einzelnen Typen.

Das Verfahren war, bis auf die Mittelwertsgewinnung, das in der Variationsstatistik allgemein übliche: Aufstellen von Primärtafeln, Klasseneinteilung mit halben Mikrometerstrich-Einheiten als „Spielraum“ und Berechnung von einem jeweils in der höchstvertretenen Klasse gewählten Ausgangspunkt A aus. Diese Berechnungen sind recht mühsam und zeitraubend und lassen sich bei der hier bearbeiteten relativ hohen Anzahl von Fällen nur unter Anwendung einer Rechenmaschine einigermaßen rationell durchführen.

Für die zunächst erforderliche Mittelwertsfeststellung gilt bei einer die Zählbarkeit übersteigenden Menge von Einzelwerten die Beziehung:

$$M = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx$$

Das Kurvenintegral ist über die in unserem Material vorhandene, praktisch unendlich große Menge von Einzelwerten zu konstruieren und muß dann durch

seinen Bereich dividiert werden. Dabei ist a die Abszisse des ersten, b jene des letzten in Frage kommenden Wertes und (b-a) dementsprechend der Integralbereich.

Ein Fall eben dieser Art liegt bei unserem Riesenmaterial vor, das aus unzählbaren vielen, variierenden Individuen besteht. Nun ist aber die Kurve $y = f(x)$ zahlenmäßig nicht zu fassen. Es ist auch praktisch unmöglich, alle im Material realisierten Werte auszumessen und zu verarbeiten. Die in den Listen vereinigten Meßergebnisse behalten immer den Charakter von Stichproben. Falls diese aber nur genügend dicht, d. h. in so großer Menge gewonnen werden, daß sie dem „Gesetz der großen Zahl“ genügen und damit statistische Bedeutung erlangen, dann läßt sich praktisch folgendermaßen verfahren:

Wir symbolisieren die gemessenen Werte durch Streifen, die je eine Maßeinheit breit sind und deren Länge dem Meßergebnis entspricht. Diese Streifen werden gruppenweise in den gewählten Größenklassen zusammengefaßt und nebeneinandergefügt. Die so entstehenden Rechtecke, die je nach der Zahl der in ihnen enthaltenen Streifen (Klassenfrequenz p) eine mehr oder weniger breite Basis haben, werden ihrerseits wieder nach aufsteigender Höhe (Klassenwert a) nebeneinandergereiht. Es entsteht dadurch eine über der Abszisse errichtete Gesamtfläche, die oben von einem Polygonzug begrenzt, die Summe aller dieser Rechtecke ($\sum p a$) repräsentiert. Der Inhalt dieser Fläche, dividiert durch die Gesamtzahl aller in ihr enthaltenen Streifen (n), ergibt den „mittleren Streifen“ Dieser stellt, da die Streifen je 1 Maßeinheit breit sind, gleichzeitig durch seine Höhe den gesuchten Mittelwert aller Messungen dar.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß man langwierige Rechnungen vermeiden und durch die *W ä g e m e t h o d e* zum erwünschten Resultat gelangen kann. Während der Arbeit am Mikroskop werden die gemessenen Werte als Streifen, klassenweise getrennt, auf je ein besonderes Blatt Quadratnetzpapier aufgezeichnet, was sich bei einiger Übung mindestens ebenso schnell als zahlenmäßiges Protokollieren bewerkstelligen läßt. Nach Abschluß der Meßarbeit werden die entstandenen Klassenrechtecke mit der Schere ausgeschnitten, auf der Analysewaage als Summe der Gewichte zusammengewogen und diese Summe durch die „Quadratureinheit“ (Gewicht eines Papierquadrats über der Streifenbreite) mal der Gesamtstreifenzahl dividiert. Das Ergebnis ist der gesuchte Mittelwert (= Höhe des „mittleren Streifens“). Er ist ausgedrückt in der gewählten Maßeinheit, als welche man am besten halbe oder ganze Mikrometerstrich-Einheiten verwendet, die (entsprechend vergrößert, etwa = $1/2$ cm) auf das Papier zu übertragen sind. Erst ganz zuletzt wird auf μ -Einheiten umgerechnet. Dieses hier dargelegte Verfahren ist die graphische Übersetzung der von JOHANNSEN gebrauchten Mittelwertsformel

$$M = \frac{\sum p a}{n}$$

und entspricht im Rahmen des praktisch Durchführbaren dem Mittelwertsatz der Integralrechnung.

Für die *S t r e u u n g* σ einer Meßreihe (Variabilitätsmaß) gilt:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum p D^2}{n}}$$

Voraussetzung ist hier, daß der Mittelwert bereits bekannt ist.

D = Absolute Abweichungen der einzelnen Varianten-Klassen vom Mittelwert.

p = Klassenfrequenz (Zahl der Varianten in der betreffenden Klasse).

n = Gesamtzahl der gemessenen Individuen.

Für die praktische Berechnung geht man zweckmäßigerweise nicht vom Mittelwert, sondern zunächst von einem innerhalb der höchstvertretenen Klasse liegenden Anfangswert A aus, den man so wählt, daß keine Komma Stellen entstehen. Auch rechnet man nicht gleich in μ -Einheiten, sondern in „Spielräumen“, als welche hier wieder halbe Mikrometerstrich-Einheiten (eine bei der benützten 480fachen Vergrößerung zweckmäßige Größe) gewählt wurden. Die Formel ändert sich dann etwas:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum p a^2}{n} - b^2}$$

s = Streuung in „Spielräumen“ gemessen.

a = Absolute Abweichung (in Spielräumen) vom Ausgangspunkt A.

b = Absoluter Abstand vom Ausgangspunkt A zum Mittelwert M, ebenfalls in Spielräumen.

Erst nach völligem Abschluß der Rechnung wird von Spielräumen auf μ -Einheiten umgerechnet.

Gut ist es, für die errechneten Mittelwerte und Variabilitätsmaße (Streuungen) jeweils auch ein zahlenmäßiges Zuverlässigkeitsurteil mit anzugeben, da erst bei einer unendlichen Menge verarbeiteter Meßdaten der „wahrscheinliche Fehler“ ganz verschwinden würde. Er ist im endlichen Bereich immer vorhanden und steigt mit sinkender Anzahl der bearbeiteten Fälle. Bei sehr kleiner Fallzahl wird er so groß, daß eine statistische Arbeitsweise überhaupt sinnlos wird.

Für den mittleren Fehler m des Mittelwertes M gilt die Beziehung:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Der mittlere Fehler m_σ der Streuung σ beträgt jeweils:

$$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$$

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse steigt also langsamer als die Zahl der berücksichtigten Einzelfälle.

7. Die Ergebnisse der Berechnungen. Die Meß-Listen und die Berechnungen selbst sind im einzelnen nicht weiter interessant und nicht mitteilenswert. Umsomehr verdienen aber deren Ergebnisse unsere Aufmerksamkeit. Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist eine exakte und umfassende Definition der Art *Cosmarium subquadratum*, da die bisherige Diagnose die in der Natur vorhandene Formenfülle nicht entfernt zu fassen vermochte. Wenn der Artbegriff in den biolog. Wissenschaften heute auch stark fluktuiert, so dürfen wir doch die eigentlich ganz selbstverständliche Rahmenforderung stellen, daß eine gute Artdiagnose die Variationsbreiten aller in ihr enthaltener Genotypen umfassen muß. Daraus ergibt sich von selbst, daß Erstdiagnosen im Laufe der Zeit wohl immer eine Erweiterung erfahren werden.

Bei unserem Bestand handelt es sich wohl um einige voneinander wenig unterschiedene Genotypen, deren umweltlabile Merkmale weit über den Rahmen der bisherigen Diagnose hinausweisen, während gleichzeitig die umweltstabilen Merkmale keinen Zweifel über die Artzugehörigkeit dieses gesamten Materials aufkommen lassen. Jeder dieser Genotypen stellt zunächst einmal einen Rohstoff, ein ganzes Feld von Entwicklungsmöglichkeiten verschiedenster Richtung dar. Ist er, wie in unserem Falle, durch eine große Menge genetisch übereinstimmender Individuen repräsentiert, so werden

diese, von den Standortsfaktoren hier förderlich, dort hemmend beeinflusst, eine \pm lange Reihe von Gesalten und Dimensionen verwirklichen, die in ihrer oft verwirrenden Fülle dem Beobachter als erstes vor Augen tritt. Umgreift eine Artdiagnose nicht diese praktische Maß- und Formfülle aller ihrer Genotypen dann ist sie zu eng und einer Erweiterung bedürftig, die allerdings erst durch vielfache Untersuchungen an den verschiedensten Standorten voll erreicht werden kann.

Einzelindividuen müssen zunächst immer als Varianten angesehen werden, von denen man nicht wissen kann, ob sie den Arttypus in glücklicher Weise repräsentieren oder nicht. Deshalb werden Diagnosen, welche sich nur auf wenige Individuen gründen nur selten und zufällig das wahre Gesicht der Art erfassen.

Tabelle der Charakteristika
(Haupt-Standort)

Formtypen und jahreszeitliches Material	Mittelwerte: m = mittlerer Fehler		Streuungen: m = mittlerer Fehler v = Variationskoeffizient		Variationsbreiten: Durchschnitt der 4 extremsten Beobachtungen		Individuen-zahlen	Mittlere Längen-Breiten-Indizes (Länge = 100)
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite*)		
Hochsommer: Typus inflatus Frühherbst:	54,17 μ m = 0,41 55,33 μ ¹⁾ m = 0,12	30,70 μ m = 0,28 31,02 μ m = 0,08	$\pm 2,65 \mu$ m = 0,29 v = 4,34 $\pm 1,74 \mu$ m = 0,08 v = 3,14	$\pm 1,81 \mu$ m = 0,20 v = 5,64 $\pm 1,23 \mu$ m = 0,06 v = 3,76	46,8 μ bis 59,8 μ 51,8 μ bis 59,9 μ ²⁾	26,0 μ bis 37,6 μ 28,3 μ bis 38,2 μ	41 216	56,37
Hochsommer: Typus modicus Frühherbst:	52,55 μ m = 0,06 53,87 μ m = 0,02	29,54 μ m = 0,06 29,57 μ m = 0,04	$\pm 2,00 \mu$ m = 0,05 v = 3,81 $\pm 0,57 \mu$ m = 0,01 v = 1,06	$\pm 1,83 \mu$ m = 0,04 v = 6,89 $\pm 1,17 \mu$ m = 0,02 v = 4,40	49,2 μ bis 57,2 μ 49,2 μ bis 58,5 μ	25,3 μ bis 33,3 μ 24,9 μ bis 33,9 μ	983 855	55,53
Hochsommer: Typus angustus Frühherbst:	50,21 μ m = 0,13 52,23 μ m = 0,30	25,53 μ m = 0,04 26,57 μ m = 0,09	$\pm 1,85 \mu$ m = 0,13 v = 3,68 $\pm 1,79 \mu$ m = 0,63 v = 3,43	$\pm 0,49 \mu$ m = 0,04 v = 1,92 $\pm 0,54 \mu$ m = 0,09 v = 2,12	46,8 μ bis 52,0 μ 47,9 μ bis 55,8 μ	23,9 μ bis 29,3 μ 24,3 μ bis 31,0 μ	194 36	50,86
Summe: 2325								

*) Über die Grenzgrößen der Länge und der Breite liegen bisher folgende Angaben vor: Nordstedt (1876) 52—56 μ /29—32 μ ; Kaiser (1924) 56—58 μ /29—30 μ ; Sampaio (1924) 53—58 μ /29—33 μ ; Woronichin (1926) 43—54 μ /26—33 μ . (Nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Dr. W. Krieger in Berlin.)

1) An einem nachträglich entdeckten, schattig-kühlen Standorte sogar 58,39 μ ; vgl. Anmerkung S. 101.

2) An diesem schattig-kühlen Standort bis 62,50 μ ; vgl. ebenfalls Anmerkung S. 101.

Die Form- und Größenplastizität der hinter einer Species stehenden Genotypen läßt sich nur auf statistischem Wege ermitteln, sei es durch wenige umfassende Untersuchungen an großen Materialmengen, sei es durch zahlreiche Einzelbeobachtungen an kleineren Funden und ihre schließliche gemeinsame Bearbeitung.

Wir haben in den gestaltlichen und dimensionellen „Mittelwerten“ die besten und allein klaren Repräsentanten des Artcharakters. Die Streuung, oder besser noch der aus ihr hergeleitete Variationskoeffizient, gibt uns Auskunft über die Plastizität oder Sprödigkeit des Art-Erbgutes gegenüber den Umweltfaktoren, also ebenfalls über einen außerordentlich charakteristischen Zug im Artbild. Beschränkt man sich auf die Angabe von Grenzgrößen (Variationsbreiten), dann läßt sich, besonders bei etwas inhaltsreicheren Formenkreisen, immer nur eine recht undeutliche Silhouette der betreffenden Art zeichnen.

Unter diesen Gesichtspunkten sind in der voraufgehenden Tabelle die Ergebnisse der Berechnungen kurz synoptisch zusammengefaßt. Dabei verhehlen wir uns nicht, daß trotz der starken Erweiterung, den der bisher bekannte Formenkreis durch sie erfährt, ihre Gültigkeit auf unser Material beschränkt ist und die Grenzen der Art damit vielleicht noch nicht erreicht sind. (Vergleiche hierzu die Anmerkung auf S. 101.)

8. Diskussion der Tabelle. Wir sehen zunächst zwei getrennt geführte Züge von Angaben: einen für das Hochsommer- und einen für das Frühherbst-Material. Alle drei Typen (Typus inflatus, modicus, angustus) zeigen im Frühherbst größere Durchschnittsmaße als im Hochsommer. Daraus folgt, daß die Standortsbedingungen für die Art zum kühleren und schattigeren Frühherbst hin allgemein günstiger geworden sind.

Die drei zunächst unter ausschließlicher Berücksichtigung der Formen aufgestellten Typen zeigen deutlich verschiedene Längen- und Breiten-Mittelwerte. Diese Unterschiede sind im Frühherbst- und im Hochsommer-Material gleichsinnig vorhanden.

(Die Isthmusweiten erwiesen sich als bei allen drei Typen beinahe gleich und zeigten verhältnismäßig geringe Streuung, weshalb sie fernerhin unberücksichtigt bleiben.)

Die drei in vorliegender Arbeit unterschiedenen Typen sind also nicht nur Form-, sondern gleichzeitig und in guter Korrelation damit auch Größen-Typen. Diese Tatsache darf als Beweis gelten für die Richtigkeit unserer Typenaufstellung überhaupt.

Als „Typus modicus“ habe ich die in jeder Beziehung „mittlere“ Gestalt bezeichnet (vgl. Fig. 1, Abb. 6—10). Dieser Typus modicus erhält unter den dreien den wichtigsten Platz aus mehreren Gründen:

1. Er ist morphologisch der reichstgegliederte.
2. Er ist im Material rund viermal so häufig, wie die beiden anderen Typen zusammengenommen.
3. In seinem Anteil an den beiden verschiedenen Materialien (Frühherbst und Hochsommer) zeigt er eine auffällige Konstanz.
4. Im begünstigten Herbstmaterial ist seine Längenvariabilität unter allen die niedrigste, er besitzt also große Stabilität.

Somit muß unser Typus modicus als die mittlere und damit wahrscheinlichste und konstanteste phaenotypische Prägung unseres Materials gelten; er wird deshalb vom jahreszeitlichen Wechsel der Standortsbedingungen weniger berührt als die beiden extremeren Flügel-

typen. Er ist in dieser Population unter den gegebenen Standortbedingungen als der beste Artrepräsentant anzusehen (Hauptform, Fig. 1, Abb. 6).

Als „Typus inflatus“ haben wir jenen mit den größten Mittelwerten und der Kugelgestalt sich nähernden Halbzellen angesprochen (Fig. 1, Abb. 1—5). Er ist eine hypertrophierte, wasserreichere Form, die unter den günstigeren Frühherbstbedingungen (mehr Schatten, niedrigere Temperatur, engere Temperatur-Extreme) relativ und absolut gesehen etwa fünfmal so häufig ist als unter den nachteiligeren Hochsommerbedingungen³⁾.

Vergleichende Grenzplasmolyse-Versuche am Typus modicus und diesem Typus inflatus erhärteten unsere Auffassung:

Die durch den dicken Gallertmantel der Algenzellen scheinbar etwas verlangsamte Plasmolyse ergab in Rohrzuckerlösung auf der Stufe $30/100$ mol bei rund 30% der Individuen aller Typen nach 25 Minuten eben beginnende Ablösung des Protoplasten von der Zellmembran. Auf der Stufe $50/100$ mol begann die Ablösung trotz der Gallerte schon nach 5 Minuten bei allen Individuen aller Typen und führte nach etwa 10 Minuten regelmäßig zu so starken Unterschieden zwischen Typus inflatus und Typus modicus, wie sie in Fig. 1 bei den Abbildungen 16 und 21 dargestellt sind.

³⁾ Der ungewöhnlich large, zeitbedingte Aufschub der Drucklegung erlaubte im Laufe mehrerer Jahre abermals interessante ergänzende Beobachtungen:

Etwa 3 km Luftlinie von unseren als Hauptstandort beschriebenen Molasse-Sandsteinwänden entfernt fand sich im Naturschutzgebiet „Spetzgarter Tobel“, etwas unterhalb des Schlosses Spetzgart bei Überlingen, ein weiteres hochinteressantes Massenvorkommen unserer Art.

Hier sind es die Außenwände einer im tiefen Schatten eines 100jährigen Rotbuchenwaldes gelegenen Brunnenstube, welche die schon beschriebenen, an dieser Stelle aber etwas satter grünen, ausgedehnten Gallertmassen tragen. Die alte Brunnenstube ist nicht mehr dicht; ihre Außenwände werden daher von einem dünnen Schleier kühlen, kalkhaltigen Quellwassers ständig überrieselt. Überall sind sie mit starken Kalksinterkrusten bekleidet. An vielen Stellen finden sich lebhaft wachsende Polster des Moses Cratoneuron commutatum. Das makroskopische Bild ist also jenem unseres Hauptstandortes außerordentlich ähnlich. Auch die Begleitgalen sind hier im wesentlichen die gleichen. Die braunrosafarbige Form des wenig geklärten „Chroococcus turgidus“ und Schizothrix lateritia herrschen vor.

Die Wasserqualitäten an diesem ebenfalls im Molassegebiet liegenden neuen Fundorte stimmen mit jenen des Hauptfundortes fast völlig überein: Karbonathärte 18,10°DH, Temperatur konstant 9,5 Grad, pH-Wert 7,6—7,9. Auch die Bildung mikroskopischer kleiner Kalzitkristalle innerhalb der Gallerte zeigte sich hier in gleicher Weise.

Eine abweichende, wichtige Besonderheit besteht hier darin, daß jede direkte Sonnenbestrahlung und damit größere Temperatur- und pH-Schwankungen fehlen. Darauf sind wohl die im folgenden beschriebenen Befunde in der Hauptsache zurückzuführen:

Zwischen Anfang Mai und Mitte Juni 1944 entnommene zahlreiche Stichproben enthielten ausschließlich unseren Typus inflatus, meist von der Form der Abb. 3 (Fig. 1) mit Streuung nach den Abb. 2 und 4 hin. Dabei ist wichtig, daß nach Schätzung über Gallertvolumen und mikroskopischer Siedelungsdichte die Individuenzahl auch hier die Milliarden weit überstieg! — Der Längen-Mittelwert lag interessanterweise um 3,06 μ höher als im begünstigten Herbstmaterial des Hauptstandortes, und betrug 58,39 μ . Als nicht selten gemessenes Maximum traten 32,50 μ auf; die obere Grenze der Längenvariabilität der Art wurde dadurch gegenüber dem Hauptstandort um 2,50 μ erweitert. Die Längensstreuung war mit +2,19 μ um einiges geringer. —

Aus all dem ergibt sich doch wohl recht eindeutig, daß konstante und kühle Temperatur (unter 10 Grad) sowie das Fehlen direkter Besonnung zu den „günstigen“ Bedingungen gehören und daß diese die Ausbildung des größten, nämlich des „inflaten“ Typs mit deutlicher Ausschließlichkeit hervorrufen. Es kommt weiter noch hinzu, daß hier an diesem neuen Standorte — im Gegensatz zur Hauptfundstelle — weit über die Hälfte aller Individuen frei von Stromastärke war; reichliche Bildung von Stromastärke wird bei den Desmidiaceen aber allgemein als Depressionserscheinung angesehen.

Durch all diese neuen Beobachtungen wird die früher entwickelte Theorie noch weiter erhärtet, nach welcher der Typus inflatus als hypertrophierte, umweltbegünstigte Form anzusehen sei. Außerdem wird die ganz außergewöhnlich hohe Variabilität dieser eigenartigen Desmidiacee noch einmal deutlich unterstrichen. Es handelt sich hier ohne Zweifel um eine Form- und Größen-Variationsbreite, die innerhalb der Gattung Cosmarium ein Novum darstellt. Vielleicht wäre es deshalb nicht völlig abwegig, hier auch an einen labilen und in voller Artbildung begriffenen Genotypus zu denken, was sich freilich nur durch eine völlig anders gerichtete Untersuchung erweisen ließe.

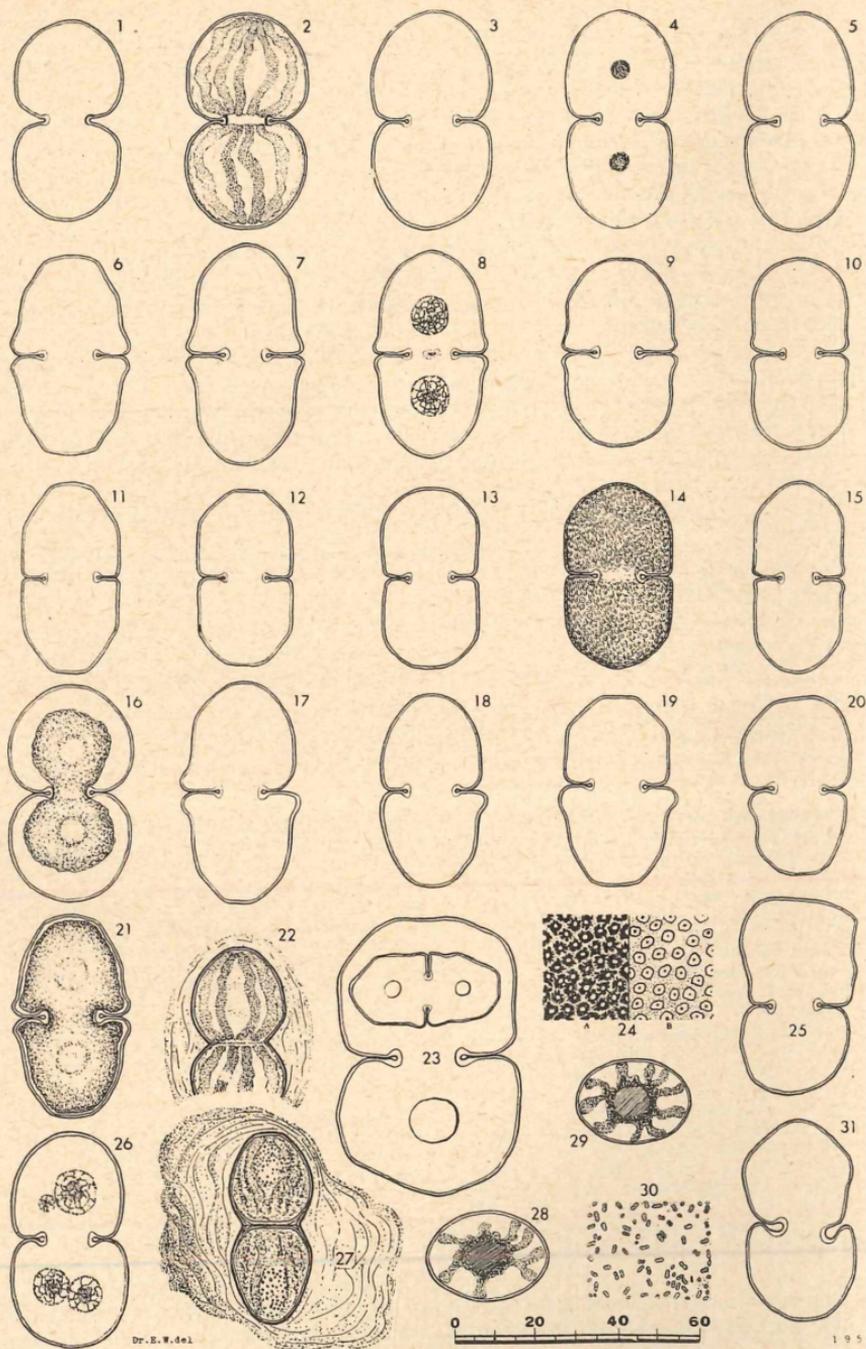


Fig. 1

Im übrigen machen viele Vertreter des inflaten Typs auch dadurch den Eindruck der Aufgeblasenheit und einer schlaffen Membran, daß der Sinus oft mehr oder weniger weit aufklafft (Abb. 1 der Fig. 1).

Als „Typus angustus“ endlich ist jener Typ bezeichnet worden, welcher der bisherigen Art diagnose am nächsten steht. Hier erwies er sich aber als deutlich atrophizierte Kümmerform von relativer Seltenheit. Er besitzt die absolut kleinsten Mittelwerte, ist der schwächste und, was am meisten Eindruck macht, er tritt im benachteiligten Hochsommermaterial relativ und absolut rund fünfmal so häufig auf als im begünstigten Frühherbstmaterial. Hierin verhält er sich genau reziprok zum hypertrophierten Typus inflatus. Diesen Typus angustus mit einigen seiner häufigeren Abwandlungen geben die Abbildungen 11—15 der Fig. 1 wieder.

Aus der Tabelle und den Abbildungsreihen der Fig. 1 ist ferner noch folgendes wichtige Ergebnis zu entnehmen:

Vom repräsentativen Typus modicus aus nach den beiden Flügeltypen hin berühren die Streuungswerte den Mittelwert des Nachbartyps und umgekehrt. Es bestehen also vollkommen kontinuierliche Größenübergangsreihen. Das gleiche gilt auch für die Gestalten. Auf der beigegebenen Fig. 1 konnten bei weitem nicht alle gestaltlichen Übergangsstufen zwischen den drei Typen abgebildet werden. Auch diese Übergangsstufen sind aber im Material völlig lückenlos vorhanden.

Übergangscharakter haben auch die zahlreichen „formae depauperatae“, „formae immaturae“ oder „formae mixtae“, die neben den gleichmäßig und normal ausgebildeten Formen sich überall an unserem Standort finden. Es handelt sich dabei um Zellen, deren eine Hälfte dem reicher gegliederten Normtyp, deren andere dagegen einem der beiden einfacheren Flügeltypen angehört. Die Fig. 1 zeigt in den Abbildungen 17—20 einige Vertreter dieser merkwürdigen Gruppe, unter denen sich häufig solche befinden, deren beide Längshälften einer Halbzelle verschieden ausgebildet sind.

Alle diese merkwürdigen Formen sind fertig ausgewachsen. Auch die Membranen der weniger gegliederten Halbzellen sind normal dick und vermögen sich nicht mehr umzugestalten und zu vervollkommen.

Die beschriebenen Form- und Größenübergänge und das relativ häufige Auftreten der formae mixtae zeigen, daß es sich bei unserem gesamten Material um wenige sich sehr nahestehende Genotypen oder sogar nur um einen einzigen Genotypus handelt und daß die beiden Flügeltypen, also der Typus inflatus und der Typus angustus, als umweltsbedingte hypetrophierte bzw. atrophizierte Phänotypen zu bewerten sind.

Wir dürfen uns über die Entstehung der beiden Nebentypen vielleicht folgende Vorstellungen bilden:

Beim atrophierten Typus angustus, der bisher fälschlich als repräsentativster Artvertreter angesehen worden war, vermochte vor allem die Basis der Halbzellen nicht ausreichend in die Breite zu wachsen. Dadurch fallen die für den Typus modicus so charakteristischen basalen seitlichen Ausstülpungen fort. Es besteht aber eine dauernde Tendenz zur Bildung solcher Ausstülpungen; das beweisen die zahlreichen Individuen, welche sie eben gerade noch in Andeutung zeigen. Solche Individuen wurden alle zum Typus angustus gerechnet und sind durch die Abb. 15 veranschaulicht.

Infolge des mangelhaften Breitenwachstums der Halbzellbasis entsteht auch bisweilen eine leichte Divergenz der geraden Seiten in Richtung auf die Pole zu, wie sie in den einleitend aufgeführten Diagnosen erwähnt wird (vgl. Abb. 13).

Der frontale Formunterschied zwischen dem Typus angustus und dem Typus modicus besteht im Wesentlichen darin, daß beim Typus

angustus die seitlichen basalen Halbzellausstülpungen unentwickelt geblieben sind. Es ist also nicht richtig, wie in den angeführten Diagnosen, von einem „Eingefallensein“ oder „Eingezogensein“ der Seiten oberhalb dieser Ausstülpungen beim Typus modicus zu sprechen; der größere Breitenmittelwert dieses letzteren Typs macht das sehr deutlich. Er ist eben gerade durch den Besitz der Ausstülpungen wesentlich breiter, und daß er z. B. im Frühherbstmaterial, wo er eine gute Konstanz der Länge aufweist, dennoch starke Breitenstreuungen zeigt, ist allein auf die bald mehr, bald weniger entwickelten Ausstülpungen zurückzuführen. Übrigens überzeugt ein gelegentlich sich bietender perspektivischer Blick schräg von vorn auf die Kante zwischen Front- und Lateralansicht, der die komplizierte körperliche Bildung dieser Ausstülpungen und ihren Ansatz an der Halbzelle sehen läßt, sofort, daß es sich nicht um ein nach Einsinken der darüberliegenden Wandpartie stehengebliebenes Relikt handelt, sondern um ein zusätzliches Formelement.

Beim hypertrophierten Typus inflatus sind sowohl Längen- als auch Breitenmittelwert größer als beim normalen Typus modicus. Seine Halbzellen nähern sich der Kugelgestalt, die bei relativ kleinster Oberfläche von allen Körpern den größten Inhalt hat. Die vorerwähnten Plasmolyseversuche haben gezeigt, daß dieser Typus wasserreicher ist als die andern. Sein Hervorgang aus dem Typus modicus ist also wohl zu erklären aus einer weniger straffen und an der jungen Halbzelle vielleicht auch längere Zeit wachstumsfähig bleibenden Membran, die sich vom lebhaft größer werdenden Halbprotoplasten verhältnismäßig leicht passiv dehnen läßt. Dafür spricht insbesondere auch der allein bei diesem Typ manchmal auftretende, schon vom Isthmus an weit offene Sinus (vgl. Abb. 1 der Fig. 1).

Die Lateralansicht lehrt, daß sich die Halbzellen dieses Typs relativ kürzer ausnehmen als jene der anderen, also tatsächlich mehr der Kugelform genähert sind (Abb. 22 der Fig. 1).

9. **Scheitel-Ausbildung.** Auch die Scheitelausbildung, auf die bei der Untersuchung überall genau geachtet worden war, zeigt ein interessantes statistisches Verhalten, das indessen in die Tabelle nicht aufgenommen wurde. Der in den Diagnosen erwähnte „gestutzte, oft etwas eingebogene“ Scheitel ist durchaus *kein konstantes Merkmal*. Während er beim hypertrophierten Typus inflatus immer fehlt, zeigt er sich bei den anderen Typen deutlich abhängig von der Gunst oder Ungunst der Standortsverhältnisse. Er tritt im benachteiligten Hochsommermaterial unter den zusammengefaßten Modicus- und Angustus-Fällen durchschnittlich mit 35% auf, dagegen im begünstigten Frühherbstmaterial nur mit rund 15%. Dies Tatsachen legen es nahe, ihn als „Kümmererscheinung“ zu betrachten (vgl. die Abbildungen 6, 9, 11—13 und 19—21 der Fig. 1).

10. **Artmerkmale im Gegensatz zu Typenmerkmalen.** Zunächst sollen jene Merkmale hier zusammengefaßt werden, welche bei sämtlichen im Material vorhandenen Individuen sich zeigten, demnach als *artkonstant* zu betrachten sind:

A. **Die Membranstruktur.** In allen Ansichten ist die Zelle, d. h. die Zellwand, außen von einer glatten, durch nichts unterbrochenen Linie umgrenzt (Abb. 14). Innerhalb der Wand selbst sind dabei schwache Strukturen zu erkennen. An inhaltsleeren Zellen hat die Fläche der Membran das Aussehen der Abb. 14 und 24. Bei tieferer optischer Einstellung gilt 24 A: es sind helle, kleine Kreisflächen im Innern kleiner, dunkler, meist etwas unregelmäßig 5strahliger Sternlein zu sehen. Höhere Einstellung wandelt das Bild im Sinne der Abbildung 24 B: es entstehen an Stelle der dunklen Sterne auffällig helle Höfe, nach außen ebenfalls etwas gezackt und im Zentrum mit je einem feinen

schwarzen Punkt ausgestattet. (Die Vergrößerung der Abb. 24 beträgt das Dreifache des Maßstabes von Fig. 1.) Ursache dieser Erscheinungen sind flache, in die Membran eingesenkte Grübchen (scrobiculae) mit je einem Mittelporus. Diese Grübchen liegen nicht in einer geometrisch bestimmten Anordnung, sondern sind regellos, aber überall gleich dicht über die Wandfläche verteilt; auf der Längs- und Quermittellinie jeder Halbzelle pflegen je etwa 16 Stück von ihnen zu liegen.

Zur Beobachtung der Wandstruktur wurde ein Zeißsches apochromatisches Olimmersions-System 2,0 mm mit der Apertur 1,30 verwendet, während die Objekte jedoch in Wasserlagen, das System also nicht voll ausgenutzt war.

Glatte Membranen, oder überhaupt Abweichungen von der geschilderten Membranstruktur, sind niemals gefunden worden. Auch Eiseneinlagerungen waren nicht festzustellen.

Behandlung mit Javellescher Lauge zwecks Zellinhaltsbeseitigung machten die Membranstruktur nach kurzer Zeit ganz undeutlich; am besten ließ sie sich ungefährbt an frischem Material in Wasser bei zufällig inhaltsleeren Zellen studieren.

B. Chromatophorenbau und Pyrenoide. Jede Halbzelle enthält ein Chromatophor mit einem zentralen Pyrenoid. Die Hauptmasse des Chromatophors ist um die Längsachse der Halbzelle zusammengedrängt. Von hier aus reichen achsenparallele, in Scheitelansicht radialgestellte, meist etwas verkrümmte grüne Platten bis zur Zellwand. Ihre Anordnung ist nicht regelmäßig. Sie erscheinen jedoch oft als zu Dreiergruppen an ihrer Wurzel zusammengefaßt (Abb. 28 und 29). Bei Individuen, die gesund und frei von Stromastärke sind, erkennt man auf der Frontseite in jeder Halbzelle meist 4—5 dieser Chromatophorenplatten (Abb. 2). Die Pyrenoide selbst sind relativ klein (Abb. 4). Sie können sich aber mit dicken Mänteln von Pyrenoidstärke umgeben, deren einzelne Körnchen meist gegeneinander abgekantet sind (Abb. 8). In der lebenden Zelle erscheinen die von Stärke umgebenen Pyrenoide als große, hellere Höfe, besonders dann, wenn die Zelle reichlich Stromastärke enthält (Abb. 16 und 21). Verdoppelung der Pyrenoide in den Halbzellen habe ich trotz der Masse beobachteter Individuen nur ein einziges Mal bei einem großen, etwas unregelmäßig gebauten Vertreter unseres inflaten Typs gesehen (Abb. 26). Diese Pyrenoidenverdoppelung ist als anormal zu betrachten.

C. Die Isthmusweite. Wir stellen sie mit einer gewissen Willkür hier in die Reihe der artkonstanten Merkmale. Sie differiert zwar nur relativ wenig, aber immerhin deutlich, und zwar in dem Sinne, daß sie bei größeren Formen größer, bei kleineren etwas kleiner ist. An den meisten bearbeiteten Individuen ist die Isthmusweite gemessen worden; darunter ist nur das Lumen des die beiden Halbzellen verbindenden Kanals zu verstehen, die beiderseitige Wanddicke ist also ausgeschlossen. Der Mittelwert dieses Maßes im Gesamtmaterial betrug $9,9\mu$. Für die Typendiagnose sind die kleinen Abweichungen nicht mit Nutzen zu verwenden, auch sind die Meßfehler bei einer so kleinen Strecke relativ groß. Im allgemeinen kann die Isthmusweite daher als annähernd artkonstant gelten.

D. Die Vertikalansicht. Sie ist stets elliptisch, ohne irgendwelche Unregelmäßigkeit in der glatt gezogenen Umrißlinie. Das Achsenverhältnis 2 : 3 wird im allgemeinen gut eingehalten.

E. Die Lateralansicht. Die Eiform der Halbzellen wird bei allen Typen gewahrt. Beim Typus inflatus ist sie dabei deutlich breiter und stumpfer und nähert sich damit etwas mehr der Kreisform, die sie indessen auch nicht annähernd erreicht. Dieser Unterschied ist aus einem Vergleich der Abb. 27 und 22 zu erkennen. Ein weiterer hierbei zu bemerkender Unterschied ist eine zusätzliche Linie in der Abb. 27. Sie zieht bei jeder Halbzelle in kurzem Abstände parallel der Einschnürringsspalte, um dann nach einer Aufkrümmung an beiden Seiten in Richtung nach dem Apex auszulaufen. Man bemerkt sie

leicht bei richtigem Gebrauch der Mikrometerschraube. Sie rührt von den seitlichen basalen Ausstülpungen her und fehlt dementsprechend beim Typus inflatus.

Die bis hierher im vorliegenden Abschnitt 10 genannten Merkmale kommen der Art als solcher zu, kehren bei allen Vertretern unterschiedslos wieder (abgesehen von unwesentlichen kleinen Zügen) und eignen sich daher nicht zur Unterscheidung unserer drei Typen.

Sie sind indessen gute Artmerkmale, welche die Species von allen benachbarten deutlich abgrenzen. Ferner erlaubt uns ihre Kombination, selbst noch solch außerordentliche Varianten wie die beiden auf Abb. 23 ineinandergezeichneten als einwandfrei artzugehörig anzusprechen. Diese beiden extremen Individuen wurden in sehr gesundem Zustande bei freudig grünem Aussehen gefunden und stellen die äußersten in unserem Riesenmaterial entdeckten Form- und Größenabwandlungen dar; sie sind maßstäblich getreu mit dem Planimeterokular übertragen. — Auch bei allen übrigen teratologischen Fällen erhebt sich dementsprechend kein Zweifel über die Artzugehörigkeit.

Es gibt nun in unserem Material eine zweite, wichtige Gruppe von Merkmalen, teils gestaltlicher, teils quantitativer Art, die in bestimmter, charakteristischer Ausprägung immer nur einem Teil der Artvertreter, nämlich unseren Typen zukommen. Als solche Typenmerkmale sind anzusehen:

A. Die Form der Zellumrisse in Frontalansicht. Das Umrißbild wechselt von Typus zu Typus in außerordentlich auffälliger Weise. Ein Vergleich der Abb. 1, 6 und 11 zeigt diese ungewöhnliche Formvariabilität sehr deutlich. Bei vereinzeltem Vorkommen solcher extrem verschiedener Wuchsformen ist ihre Zugehörigkeit zu ein- und derselben Art aus den Umrißlinien nicht zu erkennen. Dieser Umstand erfordert eine besondere Betonung, weil gerade bei den Desmidiaceen der Frontalumriß der ganzen Zelle im allgemeinen als höchst bezeichnend für die Art gilt und deshalb als hervorragendes diagnostisches Merkmal verwendet wird.

So geben z. B. die beiden WEST (1905, Bd. II, pg. 128—132) in ihrem für die Gattung Cosmarium auch heute noch fast allein brauchbaren Bestimmungshandbuch (KRIEGER'S Bearbeitung ist noch nicht bis zu dieser Gattung fortgeschritten) einen Bestimmungsschlüssel. Darin ist die I. Cosmarienabteilung fast ausschließlich nach dem frontalen Zellumriß in 8 Sektionen eingeteilt. Unser Cosmarium subquadratum wird nur einmal, und zwar unter Nr. 80 in der 5. Sektion (E) genannt, in welche aber nur Gestalten ähnlich unseren Abb. 12—14 und äußerstenfalls noch Formen wie Abb. 9 hineinpassen. Mit dem weitaus größten Teile der im vorliegenden mitgeteilten und früher wohl ganz unbekanntenen Formen gerät man von vornherein in irgend eine der 7 anderen Sektionen und damit auf hoffnungslose Irrwege.

Die Frontal-Umrißlinie ist also bei unserer Cosmarienspezies durchaus kein artkonstantes Merkmal. Sie darf vor allem nicht in irgend einer mehr oder weniger eng definierten, zufälligen Einzelausbildung als artdiagnostisches Charakteristikum eingesetzt werden. Hieran gerade krankt die bisherige Diagnose besonders stark.

B. Grenzgrößen und Mittelwerte. Die Größenangaben in nicht wenigen Algendiagnosen haben geringeren Wert, als man meist anzunehmen geneigt ist. Das fällt durchaus nicht immer den Autoren zur Last. Niedrige Individuenzahlen in den Funden schließen zwangsläufig die Anwendung jener feineren Methoden aus, über die man zu präziseren Werten mit allgemeinerer Geltung kommen könnte. Es wird dann oft so verfahren, daß entweder die Durchschnittsmaße der noch in einiger Anzahl beobachteten größten und kleinsten Individuen gefühlsmäßig erwogen, dann aber apodiktisch etwa in der Form mit-

geteilt werden: „Länge 52—56 μ “. Oder man veröffentlicht als allgemeingültige Größengrenze der Art einfach die Länge des einzigen kleinsten und des einzigen größten Individuums, das man zufällig beobachtet hatte; diese scheinbar exakte Aussage über die Art würde dann noch weniger sinnvoll sein. Hätten wir im Vorliegenden so verfahren wollen, dann müßte in der Diagnose die Feststellung erscheinen: „Länge 38—70 μ “ Eine solche Auskunft wäre aber diagnostisch wertlos (vgl. Abb. 23).

Geeigneter wäre schon eine Angabe etwa in dieser Form: „Seltene Extreme 38 und 70 μ lang, Häufung zwischen 51 und 55 μ , Häufigkeitsspitze um 53 μ “ Selbst wenn es sich hierbei nur um eine (einigermaßen sorgfältige) schätzungsweise Zusammenstellung der gefundenen Maße handelte, wären diese Daten diagnostisch viel bedeutsamer als noch so genau gemessene Grenzgrößen der oben geschilderten Art.

Wirklich charakteristisch für einen Typus sind eben immer nur seine vom Zufall gereinigten Mittelwerte; sind diese dann noch von den zugehörigen Variabilitätsmaßen (Streuungsangaben) begleitet, dann ist die Größendiagnose vollkommen. Freilich lassen sich diese Forderungen nur beim Vorhandensein reichlichen Materials erfüllen und werden deshalb keine allgemeine Gültigkeit erlangen können. Anzustreben ist die Erfüllung aber in jedem Falle.

Doch selbst solche aus großem Material sorgfältig errechnete Mittelwerte samt ihren Streuungsangaben können unter bestimmten Umständen recht wenig aussagen. So gibt es z. B. für die gesamte hier behandelte Cosmarien-Massenentwicklung einen Längen-Mittelwert von 53,06 μ und einen solchen für die Breite von 28,82 μ . Diese generellen Mittelwerte haben aber, weil sie Messungen an ganz verschiedenen Formtypen mit stark wechselnden Längen/Breiten-Indices wahllos zusammenfassen, auch keine rechte diagnostische Bedeutung.

Alles Messen ist überhaupt nur dann systematisch sinnvoll, wenn es sich jeweils ausschließlich auf eine einheitliche Gestaltengruppe bezieht. Unsere Mittelwerte sind für die hier ermittelten drei Formtypen stark verschieden und eben in dieser Verschiedenheit charakteristisch; sie müssen demgemäß unvermischt, jeder für sich, angegeben werden.

In diesem Sinne ist für den vorliegenden Fall die „Größe“ nicht artkonstant, sondern ist jeweils bezeichnendes Typenmerkmal.

C. Längen/Breiten-Indices. Die in der Tabelle S. 99 aufgeführten „mittleren Schlankheitszahlen“, wie man sie nennen könnte, sind aus den Mittelwerten der einzelnen Typen derart gewonnen, daß die mittlere Länge gleich 100 gesetzt wurde und die mittlere Breite in Prozenten hiervon angegeben ist. Diese Zahlen geben ein anschauliches Maß für die durchschnittliche relative Breite jeden Typs und sind als solche wiederum nicht artkonstant, sondern Typenmerkmale. Es läßt sich aus ihnen u. a. ersehen, daß die Artbezeichnung „subquadratisch“ am meisten berechtigt ist für den Typus *angustus*, für den sie ja auch von NORDSTEDT geschaffen wurde. Natürlich kommen auch in der Formenreihe des *angustus*-Typs, genau wie bei den anderen Typen, schlankere und plumpere Exemplare vor. Die Korrelation zwischen Länge und Breite ist im gesamten Material relativ niedrig, die „Schlankheits-Streuung“ also groß.

11. Besondere Erscheinungen. Zur Abrundung des Artbildes noch zwei zusätzliche Bemerkungen:

A. Gallert-Produktion. Die Gallerte, in die unsere Cosmarien am Standorte stets vollkommen eingeschlossen waren und die bedeutende makroskopische Massen bildet, erscheint im frischen Zustande immer völlig struktur- und farblos sowie außerordentlich wasserreich.

Wurde zur Fixierung der Algen Formalin benützt, dann ging die Gallerte nach kurzer Zeit vom Gelzustand in den Solzustand über. Verwendung von PFEIFFERschem Gemisch brachte sie dagegen zum Gerinnen und verfestigte sie nach leichter Schrumpfung in der ursprünglichen Form. Dadurch zeigte sich, daß die Cosmarienzellen zunächst einen Hof von Gallerte in Ellipsoidform um sich herum bilden (Abb. 22). Dieses Ellipsoid wird bald größer und erscheint dann als mehr oder weniger unregelmäßiges Klümpchen (Abb. 27). Nach einiger Zeit scheint die Gallerte der benachbarten Algen zusammenzufließen, so daß sich auch nach der Gerinnung keine individuellen Strukturen mehr erkennen lassen. Nun erst findet man vereinzelt in den Gallertmassen auch die erwähnten Kalkkristalle eingeschlossen, die indessen nur ganz allmählich entstehen und sich langsam vermehren, möglicherweise unter Mitwirkung von Bakterien; solche sind mehrfach in der Gallerte beobachtet worden.

Die Gallertbildung ist hier auf den nackten Felsflächen *conditio sine qua non* für die Existenz unserer Art. In den Cratoneuron-Moosrasen der nächsten Umgebung kommen aber stets auch vereinzelt Individuen vor, welche keine Spur von Gallertproduktion zeigen.

B. Häutung. In etwa 15 Fällen konnte ich in meinem Material eine Erscheinung beobachten, welche, nach KRIEGER (1937, pg. 62/63), von ungefähr 40 Vertretern verschiedener Desmidiaceengattungen her bekannt, immer nur selten gesehen worden ist.

Meist bei paarweise in der Gallerte nebeneinanderliegenden, also nicht lange zuvor geteilten Individuen löste sich an je einer, offenbar der jüngeren, Zelhälfte eine äußere Membranschicht ab, hing an irgendeiner Stelle noch lose mit der Zelle zusammen oder hatte sich in der Gallerte, scheinbar von neuentstandenen Gallertmassen abgedrängt, ein kleines Stück von ihr entfernt. Diese abgeworfene Haut besaß in allen Fällen recht genau die Form der Halbzelle, von der sie herstammte, scheint also relativ fest und starr zu sein. KRIEGER bezeichnet diesen Vorgang als Häutung, die damit also nun auch für *Cosmarium subquadratum* nachgewiesen ist.

12. Vergleich unseres Formenkreises mit nahestehenden, vor allem im Zellumriß ähnlichen Arten. Aus allem Bisherigen geht hervor, daß die NORDSTEDT'sche Erstdiagnose (1876), welche mit geringen Änderungen von DE TONI (1889), WEST (1908) und MIGULA (o. J.) übernommen worden ist, zwar in keinem Punkte aufgehoben zu werden braucht, aber sehr wesentlich erweitert werden muß. Dasselbe gilt von der kleinen, fünfteiligen Originalabbildung (NORDSTEDT 1876, Taf. 12, Fig. 7), welche verschiedene Autoren in mehr oder weniger glücklicher Auswahl und Wiedergabe neu darboten.

Betrachten wir die diagnostisch wichtigen Frontalummrisse der vollständigen Zellen, dann läßt sich unser wesentlich erweiterter Formenkreis *Cosmarium subquadratum* (Nordstedt) von einem ansehnlichen Kranze nahestehender Formen und Formenkreise umstellen, welche er berührt oder in die er mehr oder weniger weit eingreift. Es kommen in Frage:

Cosm. cucumis (Corda) Ralfs; *C. cucumis* var. *helveticum* Nordst.; *C. subcucumis* Schmidle; *C. constrictum* Delp.; *C. pseudopyramidatum* Lund. *C. granatum* Bréb.; *C. hammeri* Reinsch; *C. quadratum* Ralfs; *C. quadratum* var. *punctulatum* Schröd.; *C. variolatum* Lund.

Cosmarium cucumis (Corda) Ralfs zeigt im Umriß große Ähnlichkeit mit manchen Vertretern unseres inflaten Typs, besonders mit seiner durch unsere Fig. 1, Abb. 3, wiedergegebenen Abwandlung. — Indessen erlauben die meist glatte, höchstens fein punktierte, aber nicht grubige Membran, die

parietalen Chromatophoren, die in diesen verteilten zahlreicheren Pyrenoide und die größeren Ausmaße (Länge 62—102 μ) eine sichere Unterscheidung.

C. cucumis var. *helveticum* Nordst. (1880) müßte nach der Diagnose bis auf die parietalen Chromatophoren nahezu völlig mit Formen unserer Art übereinstimmen. Identität scheint aber ausgeschlossen, da ein und derselbe Autor für beide verantwortlich zeichnet.

C. subcucumis Schmidle stimmt im Umriß mit einem Teil meiner inflatus Formen überein, vor allem mit solchen ähnlich meiner Abb. 3. Es unterscheidet sich aber durch den etwas weiteren Sinus, die glatte Zellwand, die 2 Pyrenoide pro Halbzelle und die durchschnittlich größeren Ausmaße (Länge 54—78 μ).

C. constrictum Delp. unterscheidet sich durch die glatte Membran und die durchschnittlich breitere, gedrücktere Form der Halbzellen vom Typus inflatus unseres Formenkreises.

C. pseudopyramidatum Lund. nähert sich mit einigen seiner Formausprägungen sehr stark unserer Art, insbesondere wiederum unserem Typus inflatus. Vertikalbild, Frontalumriß, Wandstruktur und Größe (Länge 43—50 μ) könnten leicht zu Verwechslungen Anlaß geben, während in Lateralansicht die Halbzellen nicht wie bei unseren Formen eiförmig mit nach den Pole gerichteter Spitze aussehen, sondern gerade nach den Polen hin plump und kolbig sind⁴⁾.

Cosmarium granatum Bréb., eine von sehr vielen Fundplätzen her bekannte Art mit weltweiter Verbreitung und ziemlich großer Variabilität, zeigt in manchen seiner Varianten Ähnlichkeit mit Abwandlungen unseres Typus modicus. Die Maße sind im Durchschnitt aber viel kleiner (Länge 26—47 μ) und die Halbzellen haben noch ausgesprochener dreieckige Form, d. h. ihre Seiten beginnen schon bald oberhalb der Basis stark nach der Spitze hin zu konvergieren. Bemerkenswert ist, daß bei *C. granatum* Formen bekannt sind, die mit unserem Typus inflatus korrespondieren.

C. hammeri Reinsch zeigt Ähnlichkeit mit dem Typus modicus. Indessen sind die Seiten nicht nach außen geknickt und die basalen seitlichen Anschwellungen sind größer, d. h. vor allem in der Längsrichtung der Halbzellen breiter. Die glatte Membran und auch die im Durchschnitt kleineren Ausmaße (Länge 40—50 μ) erleichtern die Unterscheidung.

C. quadratum Ralfs vertrat Patenstelle bei der NORDSTEDT'schen Benennung unserer Art. Die beiden WEST (1908) geben eine RALF'sche Originalabbildung mit relativ geschlossenem und tiefem Sinus unter Nr. 6 ihrer Tafel 70 wieder, bezeichnen sie aber als „nicht gut“. Ihre eigenen Abbildungen zeigen alle einen mehr offenen, weniger tiefen Sinus, vor allem jene der zweiten Abbildungsreihe auf Taf. 87. Im übrigen ähneln aber die Umrißform und ihre vielfältigen Abwandlungen sehr weitgehend jenen unseres Modicus-Typs. — Die 2 Pyrenoide pro Halbzelle und die durchschnittlich größeren Maße (Länge 50—64 μ) zusammen mit dem meist weniger tiefen Sinus können aber eine Verwechslung verhindern, trotzdem aus dem Riesengebirge eine var. *punctulatum* Schröd. beschrieben worden ist, welche auch in der Membranstruktur bei schwächeren Vergrößerungen Ähnlichkeit mit unserer Art hat. — Es sind aber wohl recht starke ökologische Unterschiede vorhanden. Nach den Literaturangaben zu schließen, lebt unser Formenkreis ganz vorwiegend atmophytisch auf feuchtem, kalkhaltigem Gestein, während *C. quadratum*

⁴⁾ Es ist sehr wahrscheinlich, daß jene Cosmarienform, die Jaag an mehreren Stellen des schweizerischen Mittellandes auf Molasse fand und als „*Cosm. pseudopyramidatum* fa. maior“ bezeichnete, unser „Typus inflatus“ war. (Vgl. Lit. 1945, S. 360 u. 367). Nach den gängigen Bestimmungswerken war die Form bisher nicht richtig unterzubringen.

Ralfs außerordentlich häufig für mäßig saure bis neutrale Gewässer angegeben wird. Nur ausnahmsweise wird es von feuchten Felsen genannt und ferner als leicht sphagnophil bezeichnet.

C. variolatum Lund. ist wohl mit einzelnen Formen unserer Art am ehesten zu verwechseln. Unterscheidend ist aber die relativ gröbere Scrobiculierung der Membran (hier nur meist 9 Grübchen quer und längs, über die Mitte der Halbzelle gezählt, bei unserem *C. subquadratum* dagegen 16) und die durchschnittlich geringere Größe (Länge 32—35 μ)⁵⁾.

Als Ergebnis aus allen in diesem Abschnitt erörterten Tatsachen dürfen wir also feststellen, daß die Abgrenzung unseres erweiterten Formenkreises zwar erhöhte Aufmerksamkeit erfordert, daß sie aber dennoch meist widerspruchslos durchzuführen ist.

13. **Diagnosis secundum materiam relectam in rupibus umidis calcemque in se habentibus, statistico modo peracta:**

Cosmarium subquadratum (Nordstedt) est species *Cosmarii* mediocris, plerumque prope bis longa quam lata, cum sinu alte insecto. Amplitudo isthmi media (amplitudo interior) 9,9 μ . Extrema lineamenta frontalia maxime variabili forma. Imago lateralis semicellulas ostendit ovales aut graciliores aut crasiores. Imago verticalis semicellulas ostendit ellipticas; relatio axis plerumque 2/3. Canalis isthmi in sectione transversali plurimum circulosus, raro leviter ellipticus. Chromatophoros in axe longa emittit tabulas curvatas et gibberas ad membranam semicellulae, ex vertice visae radialiter positas. Visae ex fronte maxime istae tabulae 4—5 pro semicellula videnda sunt. Pyrenoidum singulum in centro semicellulae. Membrana cellularum in extremis lineamentis in latere externo linea finita non aspera sed glabra. Membrana ubique scrobiculata, scrobiculae irregulariter, sed in aequali densitate dispersae, 16 prope in lineis transversalibus et longitudinalibus semicellulae. In centro cuiusque scrobiculae punctum.

Secundum magnitudinem mediam et imaginem frontalem formas habemus tres:

I. **Forma modica:** Forma in comperatione frequentissima. Semicellulae ex fronte visae cum tumoribus basalibus lateralibus magis vel minus magnis, semper maxime conspicuis. Semicellulae aut prope triangulae cum acie late

5) Es wäre zu prüfen, ob nach der vorliegenden Erweiterung des Formenkreises „*Cosmarium subquadratum*“ sich *Cosmarium variolatum* Lundell im heutigen Umfange mit allen ihm inzwischen zugeschriebenen Variationen und Formen noch halten läßt. — Die Lundellschen Abbildungen (vgl. z. B. West & West, II, 1905, Taf. 64, Abb. 14—16) zeigen eine relativ sehr abständige, grobe Scrobiculierung und die Längenvarianten dieser Art scheinen die Amplitude zwischen 32 und 35 μ nicht zu überschreiten. Ich glaube daß wir in diesen beiden Daten die einzigen sicheren Unterscheidungsmerkmale gegenüber unserem Formenkreis *Cosm. subquadratum* haben. Alle zweifelhaften Formen, die relativ feinere (dichtere) Scrobiculierung aufweisen und größere, d. h. etwa über 40 μ hinausgehende Längen zeigen, müssen nun wohl dem Formenkreis von *Cosm. subquadratum* zugewiesen werden. Als sicher hinlänglich sind alle jene Zuordnungen zu *Cosm. variolatum* zu betrachten, die hauptsächlich deswegen geschehen sind, weil die Form der frontalen Zellumrißlinie nicht zu der von Nordstedt für *Cosm. subquadratum* angegebenen paßt. Dabei ist zu bedenken, daß es bei der bisherigen, sehr beschränkten Kenntnis unseres Formenkreises auch dem gewissenhaftesten Autor nicht möglich gewesen sein dürfte, Einzelfunde richtig einzuordnen. Wie sehr klärungsbedürftig die Grenzziehung aber auch jetzt noch bleibt, zeigen zwei hochinteressante, seltene Funde Messikommers (1927 und 1942, siehe unten), deren einer fossil in Seekreide, der andere rezente in der Uferzone eines kalkreichen Hochgebirgssees gemacht worden ist. Beide würde man nun ohne Bedenken unseren erweiterten Formenkreis *Cosm. subquadratum* einordnen können, und zwar nach Zellumriß, Scrobiculierung und Größe, wenn nicht, wenigstens beim fossilen Fund, die Lateralansicht der Halbzelle doch mehr für *Cosm. variolatum* spräche.

Messikommer E., Biol. Studien im Torfmoor v. Robenhausen. Diss. Univ. Zürich, 1927. — Taf. I, Abb. 2. — Messikommer E., Beitr. z. Kenntn. d. Algenflora u. d. Algenvegetation des Hochgebirges um Davos Bern (Huber) 1942. Taf. VI, Abb. 2.

curvata et lateribus in externum ruptis, aut cum lateribus parallelis et in polis late curvatae. Nonnumquam apex truncatus, raro leviter incurvatus. Sinus angustus et linearis, nil nisi in tumoribus lateralibus leviter apertus. Formae graciliores vel crassiores in omnibus variationibus.

Longitudo media $53,21 \mu$ (deviatio typica $\pm 2,00 \mu$).

Intervallum variationum prope $49-58 \mu$.

Latitudo media $29,56 \mu$ (deviatio typica $\pm 1,83 \mu$).

Intervallum variationum prope $25-34 \mu$.

Forma modica secundum materiam inquisitam speciem repraesentans typica esse videtur.

II. Forma inflata: Sub conditionibus loci prohibitiis cum aliis comparata non rara. Semicellulae ex fronte semiellipticae usque ad formam circuli. Apex numquam truncatus. Sinus sive semi spatio angustus et linearis late in externum apertus, sive rarius late apertus ab isthmo.

Longitudo media $54,75 \mu^6$ (deviatio typica $\pm 2,65 \mu$).

Intervallum variationum prope $46-62 \mu$.

Latitudo media $30,86 \mu$ (deviatio typica $\pm 1,81 \mu$).

Intervallum variationum prope $28-38 \mu$.

Forma inflata in loco forma hypertrophica esse videtur.

II. Forma angusta: Forma cum aliis comparata rara. Semicellulae ex fronte ad apicem usque ad medium corpus cum lateribus parallelis vel rarissime lateribus leviter divergentibus; prope in quadratum inclusibiles vel latiores, pleraeque sine tumoribus vel raro cum tumoribus leviter significatis basalibus lateralibus. Fines poli in forma tecti late prostrati usque ad formam semicirculi, Apex saepe magis vel minus late truncatus, rarius leviter incurvatus. Sinus angustus et linearis, in extremis finibus interdum levissime extensus.

Longitudo media $51,22 \mu$ (deviatio typica $\pm 1,85 \mu$).

Intervallum variationum prope $46-55 \mu$.

Latitudo media $26,05 \mu$ (deviatio typica $\pm 0,45 \mu$).

Intervallum variationum prope $23-31 \mu$.

Forma angusta in loco ubi alga nostra reperta est forma videtur atrophata ac degenerata (parum profecta).

Haec species in tribus formis habitat atmophytico modo in rupibus sabulosis verticalibus umidis et calcem in se habentibus in ripa septendronali lacus Brigantini. Producit magnas colonias gelati, in qua cellulae iuxta cristallos calcis inclusae sunt. Locus superfluctus est aqua pura, pauper nutrimenti, opulenta calcis, cum valore pH de $7,8$ usque $8,2$. Temperatura oscillat quotidie prope inter 10° et 24° , rupes enim soli expositae sunt.

14. Bisher bekanntgewordene Fundorte. Für unsere Art in der engeren NORDSTEDT'schen Definition habe ich eine Reihe von Fundorten aus der Literatur entnommen bzw. freundlicherweise von Herrn Dr. W. KRIEGER in Berlin brieflich mitgeteilt erhalten. Daraus ist auch einiges über das mutmaßliche ökologische Verhalten der Art zu entnehmen.

NORDSTEDT et WITTROCK (1876) nennen in der Originalarbeit „Tyrolia in rupibus ad Bad Comana“ Diese Angabe ist übernommen worden von DE TONI (1889) und MIGULA (o. J.). Überall blieb offenbar ein Druckfehler stehen: gemeint dürfte sein Bad Comano in Südtirol im Tale Giudicaria, dessen Fluß, die Sarca, in den Gardasee mündet. Comano liegt in Luftlinie etwa 60 km südwestlich von Bozen.

6) Erhöht sich unter Rücksicht auf das Sondermaterial von nachträglich gefundenem schattig-kühlem Standort auf rund $56,5 \mu$; vgl. Fußnote S 101.

HANSGIRG (1892) meldet aus der Nähe weitere Fundorte. Sie liegen auf feuchten Felsen bei Auer im Eisacktale, 16 km südlich von Bozen, und an einer Stelle etwa 6 km ostwärts Bozen zwischen Blumau und Kardaun. Der letztgenannte Fundplatz liegt ebenfalls im Eisacktale, nur rund 10 km westlich vom Schlern-Massiv.

Obwohl nirgends nähere Aufschlüsse zu finden sind, handelt es sich bei diesen 3 Standorten doch ohne Zweifel um kalkhaltiges Gestein und dauernd alkalisches Sickerwasser.

Weiterhin werden Funde genannt von

LEMAIRE (1883) aus den Vogesen,

GUTWINSKI (1890) aus Galizien,

WEST u. WEST (1908) ohne Präzisierung aus Frankreich, Italien, Brasilien sowie aus England bei Ingleton in Westyorkshire nahe beim 723 m hohen Ingleborough-Hill, rund 80 km nördlich Liverpool, an „überrieselten Felsen“ (dripping rocks). Die Gesteinsart ist leider nicht genannt.

GREGER (1914) aus der Gegend von Komotau (Böhmen, am Erzgebirge),

KAISER (1924) aus dem Berchtesgadener Gebiet an überrieselten Felsen (Kalk!),

SAMPAIRO (1924) aus Portugal,

WORONICHIN (1926) aus dem Kaukasus (Kalk!),

EGGERT (1929) aus dem westlichen Bodenseegebiet von 6 Mooren; die ganze diluviale Gegend ist \pm kalkhaltig.

PETERSEN (1932) von Hammer Bakker (Skandinavien) aus einem Quellmoor. Dazu kommt nun noch (1943) mein eigener Fundort auf kalkhaltigem Molasse-Sandstein am Nordwestufer des Bodensees bei Überlingen⁷⁾.

Die Liste könnte den Eindruck erwecken, als handele es sich um eine relativ seltene, formenreiche, vielleicht „nordisch-alpine“ Spezies, die ein atmosphärisches Leben auf kalkhaltiger Gesteinsunterlage im Bereich dauernd alkalischer Sickerwässer deutlich bevorzugt. Weitere Beobachtungen in dieser Richtung wären sehr wertvoll.

15. Zusammenfassung.

1. Funde einiger zunächst nicht sicher bestimmbarer Cosmarienformen führten bei späterem Nachsuchen am Standort zur Entdeckung eines großen Massenvorkommens in Gallerte eingeschlossener Desmidiaceen, aus deren sehr mannigfaltigen Formabwandlungen vereinzelte Individuen der bisherigen Diagnose für *Cosmarium subquadratum* Nordstedt (1876) entsprachen.

2. Dieses Massenvorkommen der im übrigen seltenen Desmidiacee sprengte mit seiner Formenfülle den Rahmen der NORDSTEDT'schen, mehrfach in die Bestimmungsliteratur übernommenen Beschreibung.

3. Eine vorsichtige Schätzung über die durchschnittliche Siedlungsdichte der Cosmarien in ihrer Gallerte und über das Gesamtvolumen der Gallerte am Standort ergab die Anwesenheit von mindestens 30 Milliarden Individuen in diesem genetisch ziemlich einheitlichen Reinmaterial.

4. Der Fundort liegt in einer 24 m hohen, senkrechten Felswand aus weichem, hell graugelbem, kalkhaltigem Molassesandstein auf dem Nordufer des Überlinger Sees (Bodensee). Ein dauernd ergiebiger Quellhorizont durchzieht die Wand. Die in seinem Bereich liegenden Siedlungsplätze der Desmidiaceen-Gallerten sind auch im trockensten Sommer von reinem, immer alkalischem nährstoffarmem Sickerwasser stets völlig benetzt, während sie gleichzeitig durchschnittlich 5 Stunden am Tage direkter Besonnung ausgesetzt sind.

⁷⁾ Jaag (1945) fand die Art später auch an mehreren Stellen des schweizerischen Mittellandes.

Oberhalb des Standortes befinden sich an einem Überhang der Wand zahlreiche Tropfsteingebilde, während unterhalb desselben das Kalkmoos Cratoneuron commutatum mächtige, in der Gegenwart noch lebhaft wachsende Tuffe aufbaut.

5. Wasseranalysen geben Aufschluß über einige ökologisch wichtige Standortsfaktoren.

6. Die wichtigsten mit unserer Spezies gemeinsam vorkommenden Begleit-
algen werden aufgezählt.

7. Die für die Neufassung der Diagnose notwendigen Unterlagen konnten dank dem massenhaften Material auf variationsstatistischem Wege gewonnen werden.

8. Die reiche vorgefundene Formenmannigfaltigkeit ließ sich in 3 Gruppen einteilen. Aus diesen ergaben sich 3 repräsentative Form-
typen.

9. Der relative Anteil der 3 Formgruppen am Gesamtmaterial und die jahreszeitlich bedingten Anteilsverschiebungen sind für das Hochsommer- und Frühherbst-Material quantitativ festgestellt worden.

10. Der nach Individuenzahl, Formgliederung und Konstanz bestfundierte, am deutlichsten die Art repräsentierende Mitteltyp ist ein anderer als der in der bisherigen Artdiagnose beschriebene. Letzterer erwies sich dagegen als relativ seltene Kümmerform.

11. Die 3 ermittelten Formtypen sind mit guter Korrelation gleichzeitig Größentypen und haben als solche verschiedene und charakteristische Mittelwerte. Das beweist die Richtigkeit der Aufstellung vorgenannter Form-
typen. Es kommt ihnen mindestens der Rang wohlunterscheidbarer Phäno-
typen unseres genetisch sehr einheitlichen Materials zu.

12. In einer Tabelle sind die Ergebnisse der variationsstatistischen Berechnungen synoptisch zusammengefaßt. Sie enthält die Längen- und Breiten-
mittelwerte, deren Streuungen (Variabilitätsmaße), jeweils getrennt für Hoch-
sommer- und Frühherbstmaterial, ferner Variationskoeffizienten, Variations-
breiten, mittlere Längen/Breiten-Indices und Individuenzahlen sowie die errech-
neten mittleren Fehler (Zuverlässigkeitsmaße) für Mittelwerte und Streuungen.

13. Die bedeutenderen artkonstanten Merkmale sind nach-
geprüft und von den in der früheren Diagnose enthaltenen Einzeltypen-
Merkmalen abgesondert worden.

14. Grenzfälle und eine Reihe teratologischer Beobach-
tungen klären Richtung und Umfang der Variabilität wie auch die geno-
typische Zusammengehörigkeit.

15. Den erweiterten Formenkreis gibt eine Tafel mit einer
Auswahl von 31 Abbildungen wieder.

16. Gallertbildung und Häutung werden, soweit sie sich ge-
legentlich beobachten ließen, beschrieben.

17. Ein besonderer Abschnitt zählt die Unterscheidungsmerkmale unseres
neumgrenzten Formenkreises gegenüber den nächstbenachbarten auf. Auf
irrtümliche Überschneidungen in der Literatur wird hingewiesen.

18. Die Artdiagnose erhält eine erweiterte Fassung. Darin sind
zunächst die artkonstanten Merkmale aufgeführt, dann werden die drei
verschiedenen Typen als Formen unterschieden:

1. forma inflata
2. forma modica
3. forma angusta

Die von der früheren Diagnose stark abweichende forma modica muß auf Grund
des untersuchten Massmaterials als der die Art repräsentierende Typus
gelten.

19. Die Aufstellung der genannten 3 Formen ist trotz des Vorhandenseins lückenloser Form- und Größenübergänge im Material erfolgt, weil ihre drastische Form- und Mittelwertverschiedenheit weit über das bei Desmidiaceen gewohnte Maß hinausgeht und weil ihre genaue Kenntnis für die sichere Bestimmung der Art ganz unerlässlich ist. — Auch sind, entgegen sonstiger Gepflogenheit, ökologische Angaben in beschränktem Umfange in die Diagnose aufgenommen, da sich nicht nur die Größen-, sondern in besonders auffälliger Weise auch die Formausprägung des vorliegenden Genotyps von den ökologischen Umständen abhängig gezeigt hat.

20. Der Schlußabschnitt stellt die bisher bekanntgewordenen Fundorte unserer seltenen Art zusammen und erörtert, soweit möglich, ihre ökologischen Daten.

Veranlaßt durch einen Zufall — den unerwarteten Fund einer seltenen Cosmarien-Massenentwicklung — erhoffe ich von dieser Arbeit doch auch Allgemeineres: Sie könnte zur Erschütterung des Dogmas von der absoluten Formkonstanz auch der kleinsten systematischen Desmidiaceen-Einheiten beitragen, könnte die fortgesetzten Neubennungen geringfügiger phänotypischer Abweichungen bekämpfen helfen und vermag vielleicht am Beispiel einer Einzeluntersuchung wiederum nachzuweisen, daß eine auf genauer Kenntnis der Genotypen, ihrer Plastizität und ihrer z. T. umweltbedingten Formenkreise gegründete Systematik ein geeigneteres Mittel sein würde, um Lebendiges sinngemäß darzustellen.

Ich möchte auch an dieser Stelle für freundlich gewährte Hilfe danken. Die Herren Dr. Krieger und Direktor Dr. Christ haben sich sehr bemüht um die heute noch so schwierige Beschaffung der Literatur. Direktor Dr. Peter und Prof. Honsell haben mich durch wertvolle Überprüfungen vor der Drucklegung unterstützt und mein Bruder Dr. H. Wehrle hat mir bei der Abfassung geholfen.

Literaturverzeichnis

- DeTONI, G. B.: Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum. Bd. I, Chlorophyceae. Patavii 1889.
- EGGERT, F.: Die Desmidiaceen des badischen Bodenseegebietes. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Breisgau **29**, 244—308. 1929.
- GEITLER, L.: Cyanophyceae. In Rabenhorsts Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. 14. Leipzig (Akadem. Verlagsgesellsch.) 1932.
- GREGER, J.: Die Algenflora der Komotau-Udwitzer Teichgruppe. I. Lotos **62**, 1914.
- GUTWINSKI, R.: Materyaly do flory glonow Galicyi. II. Sprawozd. Komis. fizyogr. Akad. Umiej. **25**, 1890.
- Flora glonow okolic Lwowa. Sprawozd. Komis. fizyogr. Akad. Umiej. **25**, 1891.
- HANSGIRG, A.: Beiträge zur Kenntnis der Süßwasser-Algen und Bakterienflora von Tirol und Böhmen. Sitzgsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss., math.-nat. Kl., 105—156. 1892.

- HELLIGE, F.: (Herausgeber), Kolorimetrische Wasseranalyse mit Hellige-Komparatoren. Druckschrift 1034 D/A F 1 der Fa. F. Hellige & Co., Fabrik wissenschaftl. Apparate, Freiburg i. Br. (o. J.).
- JAAG, O.: Die Zellgröße als Artmerkmal bei den Blaualgen. Zeitschr. f. Hydrologie **9**, 1—33. 1941.
- Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, **9**, Heft 3. Bern (Bühler & Co.) 1945.
- JOHANNSEN, W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 3. Aufl., Jena (G. Fischer) 1926.
- KAISER, P. E.: Desmidiaceen des Berchtesgadener Landes. II. Kryptog. Forschg. **1**, (6) 1924.
- KLUT, H.: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 7. Aufl., Berlin (Springer) 1938.
- KRIEGER, W.: Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der außereuropäischen Arten. In Rabenhorsts Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. 13, I. Abt., Teil 1. Leipzig (Akadem. Verlagsges.) 1937.
- KUNTZE, O.: Revisio generum plantarum ect. secundum leges nomenclaturae internationales. Bd. I/II, Würzburg 1891.
- LEMAIRE, A.: Liste des Desmidiées, observées dans les Vosges jusqu'en 1882 ect. Bull. Soc. Sc. Nancy (Sér. II) **6**, 1883.
- MAUCHA, R.: Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer, Bd. **12**, Stuttgart (Schweizerbart) 1932.
- MIGULA, W.: Algen. Teil Ia, Cyanophyceae, Diatomaceae, Chlorophyceae. In Thomés Kryptogamenflora, Bd. II. Berlin-Lichterfelde (Bermühler) o. J.
- NORDSTEDT, O., et WITTRÖCK, V.: Desmidiaceae et Oedogoniaeae ab O. Nordstedt in Italia et Tyrolia collectae. Översigt af Kgl. Svensk. Vet. Akad. Förhandl. **33**, 6. 1876.
- SAMPAIO, J.: Subsídios para o estudo das Desmidiáceas Portuguesas. Bol. Soc. Broteriana, 2. er II. 1924.
- THIENEMANN A.: Leben und Umwelt. Bios, Bd. 12, Leipzig (J. A. Barth) 1941.
- Die Grundlagen der Biozönotik und Monards faunistische Prinzipien. Zschokke-Festschrift, Basel 1920.
- WEBER, E.: Variations- und Erblichkeitsstatistik. München (J. P. Lehmann) 1935.
- WEST, W., and WEST, G. S.: A Monograph of the British Desmidiaceae. Bd. II/III, London (Ray-Society) 1905 u. 1908.
- WOLF, L., u. TROLL, W. Goethes morphologischer Auftrag. Die Gestalt, Heft I. Halle a. d. S. (Niemeyer) 1942.
- WORONICHIN, N. N.: Beitr. z. Kenntnis d. Süßwasser-algen des Kaukasus VII, Desmidiaceae. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung). Journ. Soc. Bot. Russ. **11**, 1926.

Tafel I
(WEHRLE, Schmuckalge)



Der Haupt-Standort. — In der senkrechten Molassefelswand, etwas unterhalb der Bildmitte (links von Strauchwerk verdeckt) der Quellhorizont; er ist von einem Überhang überwölbt. Der Pfeil weist auf eine Stelle, die von Cosmariengallerten dicht besiedelt ist. Darunter einige Polster von *Cratoneuron commutatum*.
phot. Dr. E. Wehrle 1943

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Wehrle Emil

Artikel/Article: [Die Schmuckalge *Cosmarium subquadratum* \(Nordstedt\) und deren kaum bekannter Formenkreis 90-115](#)