JOST, Pflanzenphysiol. 1913, S. 206. - GLIKIN, Untersuchungen zur Methode der Fettbestimmung im tierischen Material. Pflüger's Archiv 1903, S. 95. - HARDER, Morphologie und Physiologie von Hyalopus heterosporus, in Bakt. Zentralbl. 2. Abt. XLII (1914) S. 42 ff. - HÖBER, Physikal. Chemie d. Zelle I (1922) S. 208 ff. - JOST, Pflanzenphysiologie, 1913, S. 206, 228. - Kaiser, Chem. Unters. d. Agaricus muscarius, Diss. Göttingen 1862. - KRUSE, Mikrobiologie, 1910, S. 8, 49, 58. - MARGLEWICZ, zit. in Just, Jahresber. 1885, I, S. 85. - MEYER, A. Analyse der Zelle I. (1920) S. 17, 21. - NAEGELI und LOEW, Fettbildung bei niederen Pilzen. Kgl. Bayr. Akad. Mai 1879. - NOLL, Fettsynthese im Darmepithel d. Frosches, Engelmann-Archiv d. Physiol. 1908, II, S. 145 ff. - SCHMIDT, R., Über Aufnahme und Verbreitung von Fetten und Ölen durch Pflanzen. Flora XLVII (1891) S. 300 ff. - SCHEUNERT, Artikel "Verdauung" im Handwörterb. d. Naturw. X (1915) S. 239. - SPIEKERMANN, Die Zersetzung der Fette durch höhere Pilze, in Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- und Genussmittel 1912, S. 307 ff, 318, 327. - TEICHMANN, Über Formenreichtum der Monilia varians. Zeitschr. f. techn. Biolog. IX (1921) Heft 1-2, S. 18, 48. - TWITSCHELL: Methode zum Harznachweis in BENEDIKT-ULZER, Analyse d. Fette und Wachsarten, 1908, S. 274. - ZELLNER, Chemie der höheren Pilze. 1907. - ZELLNER, Über Maisbrand. Sitzungsber. Math.-naturw. Klasse Akad. Wien CXIX (1910) S. 441. - ZOPF, Die Pilze in Schenck's Handbuch 1890, IV, S. 375.

Ueber das regionale Auftreten roter Organismen in Süsswasserseen.

Von A. PASCHER (Prag).

Bei der Untersuchung der Algenflora der tieferen Bodenzonen einiger Alpenseen in früheren Jahren sowie der einiger holsteinischer Seen im Jahre 1922 fielen mir einige wenig bekannte Erscheinungen auf, von denen ich eine hier kurz behandeln möchte.

Vergleicht man in Stufen zunehmender Tiefe die Uferalgen im weitesten Sinn des Wortes in quantitativer wie qualitativer Hinsicht, so ergibt sich, dass sich die Algenflora in den verschiedenen Tiefen-Regionen nicht gleichbleibend zusammensetzt, sich auch nicht in der gleichen Weise aus denselben Algengruppen zusammenschliesst, wie in den oberflächlichen Schichten, sondern dass eine ausgesprochene systematische Umgruppierung stattfindet, die sich kurz in die Formel fassen lässt, dass die Chlorophyceen qualitativ wie quantitativ abnehmen, bis schliesslich in einer Zone von 7 - 12 m die Diatomeen und die Blaualgen neben Flagellaten (im weitesten Sinne des Wortes) immer mehr charakterisierend wirken.

Das wurde ja auch bereits von anderen Autoren bemerkt.

Von Bedeutung aber scheint mir der Umstand zu sein, dass in dieser Zone, die auch einen charakteristischen Moosgürtel einschliesst, förmlich reciprok zur Abnahme der Chlorophyceen ein auffallendes Zunehmen roter Formen stattfindet. Rötliche Organismen, deren Farbenton von einem ausgesprochenen rotstichigen Olivgrün über zart rosa, pfirsichfarben, lila sich bis zu einem kräftigen Rosarot, Bordeaurot bis Tiefrot steigert.

Es sind dies vor allem die Blaualgen, unter denen n e b e n den blaugrünen, olivgrünen und blauen Formen sich die roten Formen an Arter wie Individuenzahl steigern. Rötliche bis rote Blaualgen aller Familien finden sich hier; eine rötliche bis rote *Aphanocapsa*-artige Chroococcoacee (die vielleicht mehrere Arten enthält), lila bis rote *Gloeotheca*-Arten (?), rotstishige bis braunrot und rötliche Oscillarien (eine ausgesprochen rot), eine sehr auffallende fast rote Tafelchen bildende Cyanophycee (*Merismopedia*), andere systematisch unsichere Chroococcaceen, speziell aus der grossen Menge der kleinzelligen, unbestimmte Gallertlager bildenden Formen, vielleicht auch Entwickelungsstadien anderer Blaualgen rotviolette Chamaesiphonten und noch andere Typen, die bei der so künstlichen und sub-

jektiven Blaualgen-Systematik noch ein näheres Studium erfordern und gewiss teilweise noch völlig unbekannt sind. Es sei aber betont, dass nicht alle Blaualgen dieser Tiefe rötliche Töne haben, sondern dass diese neben blaugrünen und blauen vorkommen, aber auf diese Zone beschränkt sind oder doch nur vereinzelt hochkommen.

Doch nicht nur Blaualgen sind an der Zusammensetzung dieser roten Algenflora beteiligt. Hier leben auch rote Organismen ganz anderer Zugehörigkeit. Eine auffallend rote Flagellate: *Rhodomonas* (Cryptomonaden), von KARSTEN und LOHMANN aus dem Meer, von PASCHER und RUTTNER aus dem Süsswasser in anderen Arten beschrieben, die ebenfalls in dieser Region häufig vorkommt. Hier leben auch, wie ich vermute, rötliche Chrysomonaden, die allerdings sehr labil sind und nur selten bis zur Untersuchung aushalten. Ferner Peridineen: speziell kleine, zarte Gymnodinien zeigen ebenfalls rotbraune bis rötliche Töne.

Doch auch hier sei betont, dass neben den braunen reich entwickelten Diatomeen auch andere braune Organismen vorkommen: Cryptomonaden, Peridineen, Chrysomonaden; allerdings in sehr oft olivgrünen, nach rötlich neigenden Tönen. In dieser Zone finden sich auch b l a u e Flagellaten speziell aus der Cryptomonaden-Reihe (mit ungeteilten Chromatophoren *Chroomonas*), blaugrüne bis bläuliche Cryptomonaden, ferner blaugrüne Peridineen, allerdings auch in gelblichen bis hochgelben Formen. Doch ist, abgesehen von den blauen Cryptomonaden, das Auftreten der andern blauen Flagellaten sehr fluktuierend.

Betont sei nochmals, dass es sich in dieser Region um ein auffallendes Z u n e h m e n der roten Formen handelt, das sich bis zum Überwiegen steigern kann. Von einem roten Algengürtel zu sprechen wäre übertrieben. Diese Region liegt um 10 m herum (6 - 12); ihre Lage ist wohl auch von rein lokalen Faktoren bestimmt, denn ich erinnere mich an schattenreichen Felsufern die gleichen roten Formen weniger tief gefunden zu haben, vielleicht deshalb, weil hier die roten Formen höher aufsteigen konnten.

War diese Zone in den Voralpenseen deutlich festzustellen, so war sie nicht so deutlich in den Holsteinischen Seen, die ich allerdings nur gelegnetlich darauf ansehen konnte. Es wäre auch hier ein etwas anderes Verhalten nicht auffallend, da ja die Sichtigkeitsverhältnisse in den norddeutschen Seen viel ungünstiger sind und sich diese zu den Alpenseen wie ein trüber Glasblock zu einem klaren verhalten.

In biologischer Hinsicht scheint zuzutreffen, dass alle diese erwähnten roten Organismen oligotherm und stenotherm zu sein scheinen. Ich möchte erwähnen, dass im ersten Frühjahr während und kurz nach der Eisschmelze auch in flachen Gewässern rote Flagellaten zu finden sind und ich fand dann die bereits erwähnte alpine *Rhodomonas* auch in flachen, hochgelegenen Teiches des Böhmerwaldes[1]

Es liegt nahe anzunehmen, dass in der beschriebenen Erscheinung des regionalen Vortretens rötlicher bis roter Formen in grösseren Tiefen unserer Süsswasserseen eine Erscheinung der regionalen, chromatischen Adaptation vorliegt, und hier im kleinen die gleichen Verhältnisse auftreten, wie sie im Meere in weit grösserer Weise ausgebildet sind. Im Gegensatz zum Meere sind es hier aber vorherrschend die Blaualgen, die diese Erscheinung zeigen. Durch die bekannten glänzenden Untersuchungen BORESCH's wurden die seinerzeitigen Beobachtungen GAIDUKOW's gesichert und ausgebaut, wie einwandfrei nachgewiesen, dass bei manchen Blaualgen eine sol-

---

1) Das zeitlich auf die ersten Frühlingsmonate begrenzte Vorkommen von *Rhodomonas* in oberflächlichen Schichten und in flachen Gewässern höherer Lagen hängt wohl mit den Beleuchtungs- und Wärmeverhältnissen unserer Gewässer zu dieser Zeit zusammen. Möglicherweise tritt *Rhodomonas* in gedämpftem Lichte unter der Eisdecke reichlicher auf und ist dann zur Zeit der Schmelze noch mobil. Möglicherweise ist er aber kein Bestandteil der Untereis-Flora.

Bemerkenswert ist, dass LOHMANN in den Tabellen zu seiner "Bevölkerung des Oceans" Rhodomonaden und andere rote Flagellaten"ebenfalls nur in höheren Breiten ausgesprochen fand.

che chromatische Verschiebung tatsächlich experimentell erzielt werden kann. Eine solche Verschiebung scheint sich in grossartiger Weise bei manchen Blaualgen unserer Seen in grösserer Tiefe vollzogen zu haben.

Dabei scheint es mir, als hätten von den erwähnten Blaualgen einige ihre rote Färbung bereits fixiert, während andere den Eindruck machten, als seien sie nur in dieser Tiefe rot und in höheren Regionen mit hier blaugrünen Formen identisch. Andererseits finden sich auch mit den roten Blaualgen zusammen blaugrüne Formen. Diese würden in den Experimenten BORESCH's denen entsprechen, bei denen experimentell eine Farbenverschiebung nach rot nicht hervorgerufen werden konnte. Endgiltiges kann hier nur die Kultur und das Experiment mit den Tiefenformen zeigen. Auch schon deshalb, weil gerade bei den Blaualgen morphologische Ähnlichkeit oder annähernde Übereinstimmung die Identität nicht gewährleistet.

Ich vermute aber, dass eine solche chromatische Verschiebung nicht nur bei den Blaualgen, sondern auch bei andern Algen stattfinden kann, speziell bei einzelnen Flagellaten, vor allem aus der Reihe der Cryptomonaden und Peridineen. Am auffallendsten ist ja die weinrote bis hochrote *Rhodomonas* (Cryptomonade), zu deren rotem Farbenton viele Varianten unter den Cryptomonaden hinleiten. Auch Grünalgen scheinen ähnliche Tatsachen zu zeigen: LAUTERBORN's *Gongrosira* aus den Tiefen des Bodensees wie NADSONs *Ostreobium* waren ganz oder zellenweise rot gefärbt.[1]

Bei den Blaualgen ist es, wie BORESCH gezeigt hat, ein Phycoerythrin, das die Verfärbung hervorruft.

Bei *Rhodomonas* ist es ebenfalls ein wasserlöslicher Farbstoff, der die auffallende Rotfärbung dieser Monade bewirkt. Nach dem Tode tritt er aus und umgibt in Form roter Höfe die Leichen. Wahrscheinlich handelt es sich hier ebenfalls um ein Phycoerythrin; ich behalte mir hier die genauere Prüfung am marinen Material vor, wo diese roten Monaden reichlicher auftreten als im Süsswasser. Einen ebenfalls wasserlöslichen roten Farbstoff findet man auch bei rötlichen Peridineen, der die gleichen Höfe bildet. Hier liegt wohl schon wegen der nahen Verwandtschaft der Peridineen und Cryptomonaden der gleiche Farbstoff vor. Inwieweit er an der Bildung des Peridinins beteiligt ist, wäre noch zu prüfen. Fast scheint es, als wäre das Peridinin ein Gemisch verschiedener wasserlöslicher Farbstoffe. Da die Phycoerythrine nicht systematisch begrenzt sind - sie wurden bis jetzt ausser bei Rotalgen auch bei Grünalgen (*Bryopsis*, *Palmellococcus*, vielleicht auch bei *Gongrosira*) wie auch bei Braunalgen und Blaualgen nachgewiesen, so hätte die noch weitere Verbreitung phycoerythrin-artiger Farbstoffe, und das wenige, das ich bislang über den wasserlöslichen Farbstoff bei *Rhodomonas* feststellen konnte, spricht für Phycoerythrin und sein Vorkommen bei Flagellaten, nichts befremdendes.

Das gleiche scheint mir auch für die Phycocyane zuzutreffen. Dass sie bei den Rhodophyceen vorkommen, ist sicher gestellt. Es sei hier aber auf eine viel zu wenig gewürdigte Tatsache hingewiesen. Blaue Formen kommen nicht nur unter den Blaualgen und Rotalgen vor, wir kennen auch blaue bis blaugrüne Flagellaten aus den verschiedensten Gruppen: blaue bis blaugrüne Chrysomonaden, blaugrüne bis kornblumenblaue Cryptomonaden (*Cyanomonas*, *Chroomonas*) und ferner blaugrüne bis stahlblaue Peridineen (*Glenodinien*, *Gymnodinien*), und auch die bekannte auffallend blaugrüne bis stahlblaue *Glaucocystis nostochinearum*, die so lange als Blaualge gieng, wurde von CHODAT zu den Dinoflagellaten[2] gehörig erwiesen. Auch hier handelt es sich um einen wasserlöslichen blaugrünen, vielleicht nicht ganz einheitlichen Farbstoff, der dem Phycocyan gewiss sehr nahe steht.

Bei den genannten Falgellatenreihen lägen also dieselben Färbungsvariationen vor wie bei den Blaualgen: reinblaue, blaugrüne, reingrüne, olivgrüne, rötliche

---

1) Es sei hier erwähnt, dass auch sonst blaue Rotalgen in grösseren Tiefen rötlich oder rot werden können. Die rote Varietät des *Batrachospermum moniliforme* (var. *pulcherrima Bory*) fand ich meist nur in tieferen Gewässern.

2) Bei einzelnen oligothermen Dinoflagellaten kommen auch auffallend gelbe Farbstoffe vor, die allem Anschein nach mit den Karotinen nicht näher verwandt sind und den betreffenden Monaden ganz eigene Töne geben.

bis rote Formen, hervorgerufen - abgesehen von den Karotinen und dem Chlorophyll - von wasserlöslichen blauen oder roten Farbstoffen, die einzeln auftreten oder ganz fehlen, zusammen doch in wechselnder Menge vorzukommen scheinen und dann, abgesehen von dem wechselnden Gehalt an braunen Farbstoffen, die auffällige Schwankung in der Färbung der genannten Flagellatenreihen bewirken, von denen speziell die Cryptomonaden direkt als polychrom bezeichnet wurden. Nach meinen Erfahrungen scheinen einzelne dieser Flagellaten die roten und blauen Farbstoffe nur gelegentlich zu bilden, bei andern scheint ihre Bildung bereits mehr fixiert zu sein. Speziell einzelne Cryptomonaden (*Cryptomonas*, *Cryptochrysis*) schwanken sehr.

Nachdem durch die Untersuchungen BORESCH's die Erscheinung der chromatischen Adaptation bei den Blaualgen in ihren Bedingungen wie in ihren substantiellen Grundlagen eine völlige Aufhellung gefunden hat, so liegt bei der Tatsache, dass bei den genannten Flagellaten ebenfalls rote und blaue Farbstoffe in wechselnden Verhältnissen auftreten, die Annahme nahe, dass hier und wohl auch bei andern Algen die gleichen Verhältnisse vorliegen wie bei den chromatisch sich adaptierenden Blaualgen. Weder das Auftreten des Phycocyans noch des Phycoerythrins wäre auf Rot- und Blaualgen beschränkt, noch erschiene die chromatische Adaptation als ein auf die Blau- (und Rot-)algen beschränkter Sonderfall. Sie wäre hier nur am sinnfäälligsten und verbreitetsten, stellte aber doch eine anscheinend allgemein und gleichsinnig, vielleicht bei allen Algen incl. der Flagellaten verbreitete Erscheinung dar, die in den verschiedenen Gruppen der Algen verschieden stark und verschieden häufig vorkommt, deren Bedingungen wie substantiellen Grundlagen aber bei allen Algen und Flagellatenreihen die gleichen zu sein scheinen.

So ergibt sich aus der Tatsache des regionalen Vortretens roter Organismen in unsern Seen, aus der Tatsache des Vorkommens deutlich rotgefärbter Blaualgen, roter und blauer Flagellaten in grösserer Tief eine Reihe von Fragen, die in der von mir angedeuteten Richtung geprüft werden sollen. Mir selber fehlen die Möglichkeiten dazu, ich möchte nur dazu anregen. Natürlich ist dazu eine grössere Vertiefung in hydrobiologische Studien nötig, als sie meist statthat. Die Hydrobiologie ist ja in vielen Fällen eine Schönwetter- und Saison-Disziplin geworden, die ja oft nur Material für Laboratorien zu liefern hat. Und viele der wichtigsten Untersuchungen, die uns zum Verständnis der in der Natur realisierten biologischen Bedingungen verhelfen sollten, stehen deshalb noch aus, weil sie zu ungelegenen Zeiten gemacht werden müssen und vielleicht eine grössere Vertrautheit mit der Natur erfordern, als sie durchschnittlich zu finden ist.

Kurzer Beitrag zur Kenntnis der Gattung Tetraspora.

Von PAUL SCHULZ (Danzig-Neufahrwasser).

In einer Algen-Aufsammlung aus dem Zigelnomoor bei Karthaus beobachtete ich vor kurzem eine Alge, die unzweifelhaft zur Gattung *Tetraspora* gehört. Herr Dr. STEINECKE-Königsberg machte mich darauf aufmerksam, dass anscheinend eine neue Species vorliege, wodurch ich veranlasst wurde, mich mit der Form näher zu beschäftigen.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen ist in den beigegebenen Figuren niedergelegt. Danach scheint die Alge der *Tetraspora lacustris Lemm.* nahe zu stehen. Es ist eine ausgesprochene Plankton-Alge. Die Gallertlager sind stets mehr oder weniger kugelig, in der Jugend scharf begrenzt, 60 - 360 μ gross, farblos und erst nach Färbung mit Fuchsin oder Gentiana-Violett deutlich sichtbar. Jede Gallertblase enthält 2, 4, 8 oder zahlreiche kugelige Zellen von 4 - 8 μ Durchmesser. Je 2, 4 oder 8 Zellen sind wieder noch in eine derbere Spezialgallerthülle eingeschlossen, die durch Gentianaviolett lebhaft karminrot gefärbt wird, während die Haupthülle ungefärbt bleibt und nur an ihrer Grenzlinie scharf hervortritt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Pascher Adolf

Artikel/Article: Ueber das regionale Auftreten roter Organismen in Süsswasserseen. 311-314