Besondere Körperformen und Ausgestaltungen der Oberfläche.

Wie Schütt[1]) und andere Forscher gezeigt haben, bildet die Ausgestaltung von allerlei Anhängen in der Form von Borsten (z. B. bei Golenkinia, Lagerheimia, Richteriella und Chodatella) und die Annahme eigenartiger Körperformen (z. B. bei Ceratium) eine besondere Art der Anpassung an die Schwebfähigkeit der Planktonorganismen. Die Fortsätze der Membran werden vielfach zur Festigung von Algenkolonien, welche oft wenig standhaft sind, verwendet. Die Borsten, Stacheln und Dornen ermöglichen ferner ein rasches und festes Anhaften an fremde Gegenstände, besonders an den Tarsen von Wasserkäfern und an dem Gefieder oder den Füssen der Vögel, und begünstigen dadurch passive Wanderungen von Uferbewohnern und pelagischen Organismen.[2])

Auf die weitere Bedeutung des häufigen Auftretens von Borstenhaaren bei Algen, z. B. bei den Gattungen Coleochaete, Bulbochaete, Oedogonium, sowie bei zahlreichen einzelligen Algen, spez. Desmidiaceae, Pediastrum, Scenedesmus usw. als Verteidigungsorgane gegen Tierfrass ist von Stahl[3]) hingewiesen worden. Den mannigfachen spitzen

[1]) Schütt, F., Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel und Leipzig. 1893.

[2]) Vgl. Migula, W., Biologie der Pflanzen. In Naturw. Wochenschr. N. F. 8. Bd. Leipzig, Quelle und Meyer, 1909.

[3]) Stahl, l. c., p. 56.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Körperformen und Ausgestaltungen der Oberfläche (Stacheln, Dornen, Hörner) bei Diatomeen und Peridineen, z. B. bei Attheya, Rhizosolenia und Ceratium, dürfte die gleiche Bedeutung als Schutzmittel gegen Tiere zukommen.

Versuche mit Wasserschnecken und den oben erwähnten mehrzelligen Algen zeigten deutlich, dass die Borsten auf die Weichteile einwirken, indem sie feindliche Tiere vom Fressen abhalten und auch das Ankriechen von Schnecken erschweren. Die Wasserschnecken (Physa fontinalis, Limnaea auricularia, Limnaea stagnalis) hatten besonders auf den behaarten Polstern von Coleochaete scutata mit Schwierigkeiten zu kämpfen; sie bewegten sich recht unbeholfen und verliessen, ohne zu fressen, meist sehr bald das unbehagliche Zellenlager.

Häufig geht bei Algen die Ausbildung von Strukturen, deren Wirkung auf der Härte von Zellwänden beruht, im besondern von spitzen Fortsätzen, Hand in Hand mit der Inkrustation der Membran. In solchen Fällen kann der Inkrustation eine hohe Bedeutung als Schutzmittel gegen Tierfrass auch bei einzelligen Algen nicht abgesprochen werden, denn die Schutzwirkung der Spitzen wird zweifellos durch eine Verhärtung der Membran wesentlich erhöht. Im Darm von Schnecken und Muscheln findet sich trotz seiner vier spitzen Seitenhörner Scenedesmus quadricauda, niemals dagegen das ebenfalls mit spitzen Hörnern versehene und zugleich inkrustierte Ceratium hirundinella.

Meine weiteren Bestrebungen gingen dahin, festzustellen, wie sich die für die Fischproduktion wichtigen niederen Kruster, Copepoden und Cladoceren, den durch Borsten und Stacheln geschützten einzelligen Algen gegenüber verhalten. Durch genaue mikroskopische Untersuchung einer grossen Zahl Crustaceen auf ihren Darminhalt konnte über die Art der pflanzlichen Organismen, die diesen Tieren zur Nahrung dienen, hinreichende

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aufklärung verschafft werden. Der Körper der Copepoden und Cladoceren ist ziemlich durchsichtig, der Verdauungstraktus samt seinem Inhalt daher ohne weiteres sichtbar; bessere Erfolge erzielte ich aber durch die Untersuchung von gefärbten und mit Kreosot aufgehellten Präparaten.[1])

Aus den Beobachtungen ging mit Sicherheit hervor, dass die mit den besprochenen Organen versehenen einzelligen Algen nicht schutzlos der umgebenden Tierwelt preisgegeben sind. Formen wie Attheya, Rhizosolenia, Staurastrum, Micrasterias, Pediastrum, Chodatella, Richteriella, Golenkinia, Lagerheimia und das nadelförmige Raphidium waren im Darm der genannten Crustaceen nicht anzutreffen, auch nicht nach Fütterungsversuchen im Laboratorium. Dies Ergebnis wird nicht durch die Tatsache beeinträchtigt, dass Branchipus den Scenedesmus trotz der Borsten verschlingt. Absolut wirkende Schutzmittel sind bei keiner Pflanze bekannt, auch die hier besprochenen Verteidigungsorgane sind nur von beschränkter Wirkung. Es gibt Feinde, welche selbst das durch spitze Hörner vorzüglich geschützte Ceratium hirundinella verschlingen. Hierzu gehört Asplanchna periodonta, ein Rädertier, welches ausser kleinen Algen und Volvocineen auch grosse Rotatorien, stachelige Anuraeen und Branchionen, ja Cyclopen und Branchiopoden, auch Junge der eigenen Art zu sich nimmt; den Magen von Asplanchnen aus dem Grossen Plöner See fand ich angefüllt mit Ceratium hirundinella. In einem Falle erblickte ich im Darm einer Daphnella brachyura aus dem Pluss-See bei Plön neben Anabaena und Botryococcus ebenfalls Ceratium hirundinella.

Animalische Nahrung war bei den Cladoceren nur in höchst seltenen Fällen nachzuweisen; ich fand z. B.

---

[1]) Über die Konservierungsmethoden vgl. Zacharias, O., Das Süsswasserplankton. II. Aufl. Leipzig 1911, p. 12.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

im Darm einer Daphnia longispina aus dem Stadthaider Moor bei Plön ein Rädertier (Anuraea cochlearis). Eine Ausnahme bildet Leptodora hyalina, welche, wie schon bekannt, sich räuberisch von anderen Tieren nährt; im Darm einer Leptodora hyalina aus dem grossen Plöner See glaube ich übrigens mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit Anabaena-Zellen erblickt zu haben. Bei den Bosminen habe ich keine anderen festen Nahrungskörper antreffen können als Diatomeen; im Darminhalt der Daphniden spielten Anabaena, Botryococcus, Protococcus und Cosmarium eine gewisse Rolle, doch überwogen die Diatomeen bei weitem. Wir haben es bei den Bosminen und Daphnien offenbar mit einer Vorliebe für fetthaltige Nahrung zu tun, wie wir sie auch bei Rädertieren und Würmern, für welche die Diatomeen die Urnahrung bilden, wiederfinden können.

Die Darminhaltsanalysen der Cladoceren ergaben weiterhin, dass die kleine, scheibenförmige Cyclotella, welche jeglicher Spitzenbildung entbehrt, als die bevorzugte Nahrung dieser Kruster zu bezeichnen ist; andere Diatomeen (Gomphonema, Asterionella, Fragilaria) scheinen nur von Daphniden, nicht von Bosminen und auch von den ersteren weniger häufig aufgenommen zu werden. Dies stimmt mit den Beobachtungen von Zacharias[1]) überein, dass in den ausgestossenen Kotballen von Daphnia galeata, Daphnia galeata, var. obtusifrons und Hyalodaphnia kahlbergensis aus dem Arendsee in der Altmark sehr viele Cyclotellen enthalten waren.

Wie ich an meinen gefärbten und aufgehellten Präparaten bei Daphnia longispina, Daphnella brachyura, Hyalodaphnia kahlbergensis, besonders schön aber bei Bosmina coregoni

---

[1]) Zacharias, O., Das Plankton des Arendsees. Sonderabdruck aus dem Biol. Centr.-Bl., XIX. 1899.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

feststellen konnte, werden die Cyclotellen im Darmrohr dieser Crustaceen in Gestalt einer Geldrolle aufgespeichert. Es entsteht dadurch eine biegsame Säule, die während des Verdauungsvorganges in dem verhältnismässig kurzen Darmrohr unangenehme mechanische Wirkungen nicht auszuüben vermag. Von diesem Gesichtspunkt aus dürfte der langen Körperform vieler Diatomeen und Desmidiaceen, besonders von Pleurosigma, Synedra und Closterium eine gewisse Bedeutung als Schutzeinrichtung gegen Tierfrass nicht abgesprochen werden. Pleurosigma habe ich im Darm von Rädertieren, Schnecken und Krustern niemals, Synedra nur bei grösseren Wasserschnecken (Limnaea stagnalis, Planorbis corneus, Paludina vivipara) und Closterium nur in wenigen Fällen bei Muscheln nachweisen können. Der zu den Oligochaeten gehörende Chaetogaster diaphanus sitzt gewöhnlich voller kleiner Diatomeen der Gattungen Encyonema und Navicula, im Magen der Rädertiere Synchaeta pectinata und Anuraea aculeata fand ich wiederum fast ausschliesslich Cyclotellen.

Im Darm der Cyclopiden und Centropagiden scheinen die Diatomeen als Nahrungskörper nicht die beträchtliche Rolle zu spielen, wie bei den Cladoceren. Dies gilt nicht nur von den Süsswasserformen, sondern wie Klaus[1]) beobachtet hat, ernähren sich die marinen Copepoden entweder von Teilen abgestorbener, grösserer Tiere oder von kleineren Geschöpfen, Infusorien, Rotiferen, Turbellarien, welche sie sich zur Beute machen. Pflanzliche Körper, kleinere Diatomeen, scheinen nur gelegentlich als Nahrung aufgenommen zu werden. Am häufigsten von den Diatomeen konnte ich bei den Süsswasserformen, z. B. bei Cyclops oithonoides und Diaptomus graciloides, ebenfalls Cyclotellen,

---

[1]) Klaus, C, Die freilebenden Copepoden. Leipzig 1863, p. 83.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

seltener Gomphonema, Asterionella und Fragilaria nachweisen.

Wie schon Zacharias[1]) hervorhob, fressen die Larven (Nauplien) der ruderfüssigen Krebschen vielfach Cyanophyzeen; ich kann diese Angabe dahin ergänzen, dass auch gern Cyclotellen aufgenommen werden.

Nach diesen Untersuchungen scheinen die Cyclotellen mehr als andere Diatomeen der Gefahr der Vernichtung seitens feindlicher Tiere ausgesetzt zu sein. Ein solcher Mangel an besonders energisch und vielseitig wirksamen Schutzmitteln kann bei Pflanzen durch Raschwüchsigkeit, ergiebiges Regenerations- und Reproduktionsvermögen ausgeglichen werden. Die stark sich vermehrenden Chlorosporeenformen werden z. B. trotz ihrer Schutzwaffen von grossen Wasserschnecken in Unzahl vertilgt, ohne der Vernichtung anheimzufallen. In der Tat treten die Cyclotellen im Verein mit der nahe verwandten Gattung Melosira in den Plöner Seen ausserordentlich zahlreich auf, es waren unter den Diatomeen auch namentlich die Cyclotellen, welche durch die Zentrifuge in noch weit grösserer Zahl nachgewiesen wurden, als es die Netzfänge vermochten. Dies stimmt mit den Ergebnissen der Studien von Ruthner[2]) und Pascher[3]) über das Nannoplankton anderer Seen überein. Ruthner konstatierte in 10 cm^3 Wasser aus dem Lunzer Obersee nach 10 Minuten langem Zentrifugieren unter 2190 Algen 1320 Cyclotellen.

Auch andere einzellige Algen ohne energisch wirkende Schutzmittel, die darauf angewiesen sind, durch ein grosses

---

[1]) Zacharias, O., Planktonalgen als Molluskennahrung. Archiv für Hydrob. u. Planktonk. Bd. II, 1907, p. 358.

[2]) Ruthner, Über die Anwendung von Filtration und Zentrifugierung bei den planktologischen Arbeiten an den Lunzer Seen. Internat. Revue 1909.

[3]) Pascher, Versuche zur Methode des Zentrifugierens bei der Gewinnung des Planktons. Internat. Revue 1909.

— —, Über Nannoplankton des Süsswassers. Deutsche bot. Ges. 1911.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Reproduktionsvermögen die ihnen von den Tieren verursachten Verluste zu ersetzen, treten im Nannoplankton bedeutend zahlreicher auf, als aus den Resultaten von Netzproben hervorgeht. Die Scenedesmen sind im Nannoplankton namentlich durch den stachellosen Scenedesmus bijugatus, die Peridineen durch die meist nackte Gattung Gymnodinium, die Desmidiaceen durch die abgerundeten, stachellosen Cosmarien vertreten. Das Gleiche geht aus dem Überblick hervor, den Bachmann[1]) auf Grund der bisher vorliegenden Nannoplanktonuntersuchungen über die Organismen gibt, welche durch die Zentrifuge aus dem Süsswasser erhalten werden.

Da die Wassertiere, besonders niedere Kruster, die weniger geschützten Formen der einzelligen Algen bevorzugen, und diese im Nannoplankton zahlreich auftreten, so kann die hohe Bedeutung des letzteren als Nahrung der Planktonfauna keinem Zweifel mehr unterliegen. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen der neuesten Untersuchungen von Lantzsch[2]) und Colditz[3]) über die Beziehungen des Zentrifugenplanktons zum Zooplankton. Von dem Pütter'schen Ernährungsmodus[4]), nach welchem die im Wasser gelösten Kohlenstoffverbindungen für die Ernährung der Wassertiere viel wichtiger wären, als die geformten Substanzen, sehen die genannten Forscher ab; nach Colditz ist das

---

[1]) Bachmann, H., Das Nannoplankton. Naturw. Wochenschr. Jena 1914, N. F., Bd. XIII, p. 389.

[2]) Lantzsch, Studien über das Nannoplankton des Zugersees und seine Beziehung zum Zooplankton. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1914.

[3]) Colditz, Beiträge zur Biologie des Mansfeldersees. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1914.

[4]) Pütter, A., Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt des Meeres. Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 7, p. 283ff.

— —, Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels. Abhandl. d. Kgl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen. N. F., Bd. 6, Nr. 1.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gesamte tierische Plankton der pelagischen Zone eines Sees an das Vorhandensein geformter Nahrung gebunden.

Auch die wenig geschützten einzelligen Algen sind also infolge ihres grossen Reproduktionsvermögens und dadurch begründeten massenhaften Auftretens im Netz- und im Nannoplankton den Ansprüchen der umgebenden Tierwelt gewachsen. Selbst solche Verwüstungen, wie sie durch Spezialisten, z. B. Bosminen, hervorgerufen werden, können nur selten zur Vernichtung der als Nahrung dienenden Algen, hier Cyclotellen, führen, da in derartigen Fällen von selbst aus leicht einzusehenden Gründen eine Regulierung des Verhältnisses zwischen Tier und Pflanze eintritt. Welch reiche Fauna sich unter diesen Bedingungen entwickeln kann, lehrt die Tatsache, dass in Gebirgsseen häufig ein äusserst zahlreiches Crustaceenmaterial vorhanden ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf