

# Mitteilungen

## **Eine neue Planktoninvasion im Zürichsee: *Anabaena planctonica* Brunnthaler**

Von

G. HUBER-PESTALOZZI (Zürich)

(mit 3 Abbildungen im Text)

Während oligotrophe Seen in ihrem pflanzlichen und tierischen Planktonbestand im allgemeinen merkwürdig konstant bleiben, bieten Seen, die sich im Zustand beginnender Eutrophierung befinden oder schon einen gewissen Grad von Eutrophie angenommen haben, manche überraschende Änderungen in der Zusammensetzung ihrer Schwebewelt. Der seit bald sechs Dezennien regelmässig untersuchte Zürichsee ist hiefür ein klassisches Beispiel.

Das als Invasion bezeichnete, oft schlagartige Auftreten von dem See fremden Or-

ganismen wurde im Anfang nicht als das erkannt, was es eigentlich war: als ein Symptom sich verschlechternder Eigenschaften des Wassers. Hiefür war die Erscheinung, die man ja vorher nicht kannte, zu neu. Diese Invasionen wurden anfänglich nur als interessante biologische Phänomene gewertet. Allmählich aber erkannte man aus einer Reihe von Beobachtungen, dass diese Erscheinungen nicht so harmlos waren, sondern dass es sich hier um Dinge handelte, die in praktischer Hinsicht recht ernste, ja verhängnisvolle Folgen zeitigten. Die frü-

hesten Feststellungen dieser Art gingen von der fischereilichen Seite aus und mehrten sich zusehends, so dass sich bald auch die Biologen ernsthaft mit diesen Fragen zu beschäftigen begannen, wobei ihnen die Fortschritte in der Untersuchungstechnik, hauptsächlich auf chemischem Gebiete, sowie die zunehmende Erfahrung in der Wasserbiologie unschätzbare Dienste leisteten. Heute sind die komplizierten Zusammenhänge zwischen der Beschaffenheit des Seewassers und seiner planktischen Bewohner weitgehend bekannt, und die zuständigen Kreise sind eifrig damit beschäftigt, Methoden und Pläne auszuarbeiten, um der ganzen gegenwärtigen Misere zu begegnen, was bei der grossen Ausdehnung des Wasserbeckens und der Buntheit der ineinandergreifenden Teilprobleme sehr viel Zeit erfordert. Inzwischen geht aber die Verschmutzung immer weiter oder hält — falls sie zurzeit ein den gegebenen Verhältnissen entsprechendes Grenzmass erreicht haben sollte — hartnäckig an. Dass aber im inneren biologischen Geschehen dieses grossen Wasserkörpers kein Stillstand eintritt, zeigt das neuerliche Auftreten eines gewaltigen Maximums eines dem See bisher fremden Organismus in Form einer Blaualge, der *Anabaena planctonica* BRUNNTHALER, welche Erscheinung man gemäss den früheren Beobachtungen wiederum als eine Invasion bezeichnen kann.

Im Oktober 1950 fiel mir gelegentlich einer Exkursion auf dem Zürichsee zum erstenmal das Vorkommen einer von mir hier noch nie beobachteten *Anabaena* auf, die ich als *Anabaena planctonica* bestimmte, und anfangs September 1951 fand ich diesen Organismus wiederum im Plankton des Zürichsees. Auch von F. NIKOW wurde die genannte Alge im Sommer 1951 in unserem See beobachtet (mündliche Mitteilung). Die wichtigsten und bisher vollständigsten Angaben über das Neuaufreten von *Anabaena planctonica* (nebst Kontrollmaterial und Mikrophotos) verdanke ich aber Herrn HEINRICH KUHN (vom Gesundheitsinspektorat Zürich), der den Zürichsee schon seit Jahren regelmässig in kurzen Abständen besucht und seine Fangresultate protokolliert. Auch ihm war die Anwesenheit des neuen Planktonkonstituenten aufgefallen, und zwar schon zwei Jahre vor meiner Beobachtung, wie übrigens auch aus einer kurzen Notiz von H. KUHN in einem Aufsatz in «Leben

und Umwelt» (Verlag Sauerländer, Aarau, Juliheft 1949) hervorgeht, sowie aus seiner Übersicht «Das Netzplankton einiger Seen im Kanton Zürich von 1946 bis 1950» (im Bericht über das geobotanische Forschungsinstitut Rübel 1949, Zürich 1950), worin das erste Auftreten von *Anabaena planctonica* im Zürichsee gemeldet wird.

Folgende von H. KUHN beobachtete Daten beleuchten in grossen Zügen das bisherige Verhalten von *Anabaena planctonica* im Zürichsee.

Am 14. 10. 1948 konnte *A. pl.* zum erstenmal in geringer Menge festgestellt werden.

Am 1. 11. 1948 wurde der Organismus erneut in geringer Menge gefunden, am 6. 11. 1948 etwas zahlreicher.

Am 14. 12. 1948: *A. pl.* ist immer noch vorhanden und eher etwas zahlreicher als im Oktober.

Im Jahre 1949 war *A. pl.* wiederum festzustellen, und zwar zum erstenmal im Juli in geringer Anzahl; vom September 1949 an war sie in mässiger Menge bis zum Ende des Jahres 1949 zu beobachten.

Im Jahre 1950 war *A. pl.* erst wieder vom August an in mässiger Zahl nachweisbar und verharrte bis Ende des Jahres wiederum in mässigen Mengen im Plankton.

Am 15. 8. 1951 wurde *A. pl.* abermals in geringer Menge im Seeplankton gefunden. Am 4. 9. 1951 zeigte *A. pl.* im See zum erstenmal ein gewaltiges Maximum, das bis Mitte September sogar noch zunahm, so dass besonders in der Nähe der Ufer, aber auch in der freien Wasserfläche eine Wasserblüte z. T. in Form grosser zusammenhängender Fadenbüschel festzustellen war.

Dieses Maximum ist auch im Oktober 1951 (zur Zeit der Abfassung dieses Berichtes) vorhanden. Es liess sich nicht nur mit dem Planktonnetz sehr leicht nachweisen, sondern auch mit Glasflaschen ohne weiteres abschöpfen. Der See zeigte im unteren Teil eine schmutzig grüne Färbung, die sogar noch an der Limmat festzustellen war.

Es wird nun weiter beobachtet werden müssen, wie sich der «neue» Organismus in Zukunft verhält: ob er sich dauernd im See ansiedeln wird oder ob er plötzlich wieder verschwindet, was bei anderen Anabaenen, allerdings nicht im Zürichsee, auch schon festzustellen war. Ferner wird darauf geachtet werden müssen, ob bei dauernder Niederlassung sich regelmässig so hohe Ma-

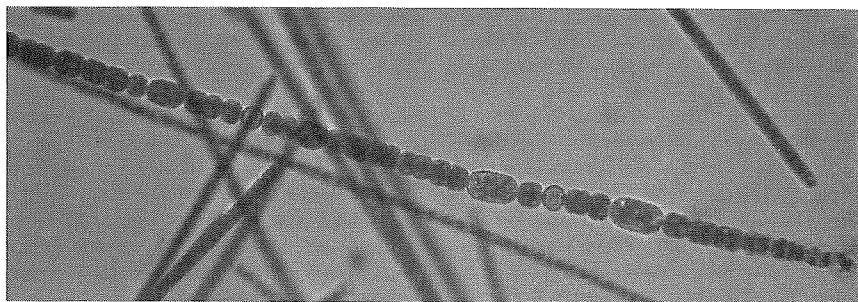


Abb. 1 Anabaenafaden mit kugeligen Heterozysten und länglichen Dauerzellen.  
Trichombreite 12 Mikron.

xima einstellen wie im Jahre 1951, und wie sich die beiden Blaualgen *Oscillatoria rubescens* und *Anabaena planctonica* zueinander verhalten. Es ist auffallend, dass *Anabaena planctonica* im Zürichsee bis jetzt erst gegen Ende des Sommers in mässiger Zahl aufgetreten ist und im Herbst noch an Menge zuzunehmen pflegte. Auch bleibt sie bis in den Winter hinein im Plankton nachweisbar. Vom Sommer bis zum Herbst 1951 war *Anabaena planctonica* auch im Bodenschlamm vor den Badeanstalten Tiefenbrunnen und Wollishofen zu finden. Über das Verhalten während der Monate Januar bis April scheinen noch keine Beobachtungen vorzuliegen. Ist die Massenentfaltung gegen den Herbst der Ausdruck für die Vorliebe für kaltes Wasser, also eine thermische Eigenschaft, oder spielt hier die durch die Zirkulation in den oberen Wasserschichten angereicherte Menge organischer Nährstoffe, in diesem Fall eine trophische Angelegenheit, eine bestimmende oder mitbestimmende Rolle? Und wo hält sich der Organismus in der Zeit vom frühen Frühling bis zu seinem Auftreten im Spätsommer auf? Vielleicht in den tieferen, kühleren Wasserschichten, ähnlich wie *Oscillatoria* oder an der Oberfläche des Grundschlammes? Das sind noch offene Fragen, die durch Stufenfänge — allenfalls verbunden mit Zählungen — leicht zu lösen wären. Ob oder inwiefern der neue Invasor ein Saprobienzeiger ist, wird ebenfalls noch festgestellt werden müssen.

*Anabaena planctonica* wurde zuerst in einem See Kleinasien (Abullonia-Göl, jetzt: Abulliond-Göl) durch J. BRUNNTHALER aus Material, das zu Anfang August 1900 in die-

sem See gesammelt worden war, festgestellt. (Publiziert in den Sitzungsberichten der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, I. Ab., Bd. 112, 1903, [«Phytoplankton aus Kleinasien»].) Der genannte See beherbergte reichlich Plankton. Über seinen Reinheitszustand verlautet nichts, doch können wir annehmen, dass derselbe offenbar nicht hervorragend war und ist, da an seinen Ufern eine morgenländische Stadt (Abulliond, das alte Apollonia) liegt. Die geraden, mit Gallerthüllen versehenen Trichome der erwähnten Blaualge kamen nach dem Entdecker nur vereinzelt in den Proben vor. Der Organismus ist in Europa verbreitet, auch ist er in Nordamerika (z. B. in Seen von Wisconsin) nachgewiesen worden.

Im Zürichsee kommt schon seit Jahren eine andere *Anabaena*, *Anabaena flos-aquae*, vor. Da diese Blaualge aber auch in unverschmutzten Seen zu finden ist, z. B. im Walensee, und auch nie ein Maximum von der Grösse der neu aufgetretenen Spezies gezeigt hat, sondern nur in geringen Mengen vorkam und neuerdings sogar einen Rückgang aufweist, ist sie für unseren See nicht als Schmutzwasserorganismus aufzufassen. Immerhin ist bekannt, dass alle Blaualgen für ihre Entwicklung organischer Nährstoffe bedürfen, nur sind ihre Ansprüche in dieser Hinsicht sehr verschieden.

Überblicken wir, von unserer letzten Planktoninvasion sprechend, zum Abschluss noch die früheren Organismeneinbrüche in den Zürichsee.

1895 trat mit einem grossen Maximum eine Volvoxart auf (vielleicht *Volvox globator*). Diese Grünalgenspezies verschwand

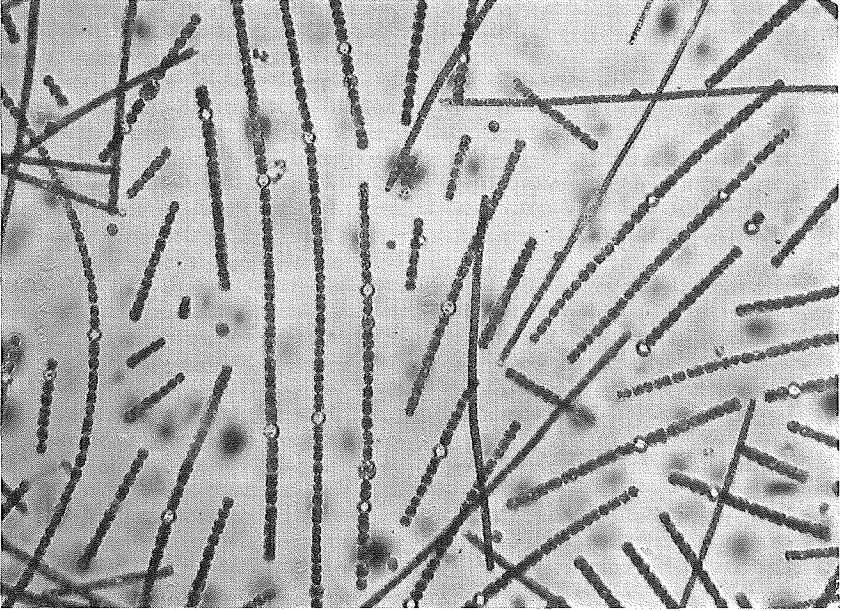


Abb. 2 Massenentwicklung von *Anabaena planctonica* am 13. September 1951.

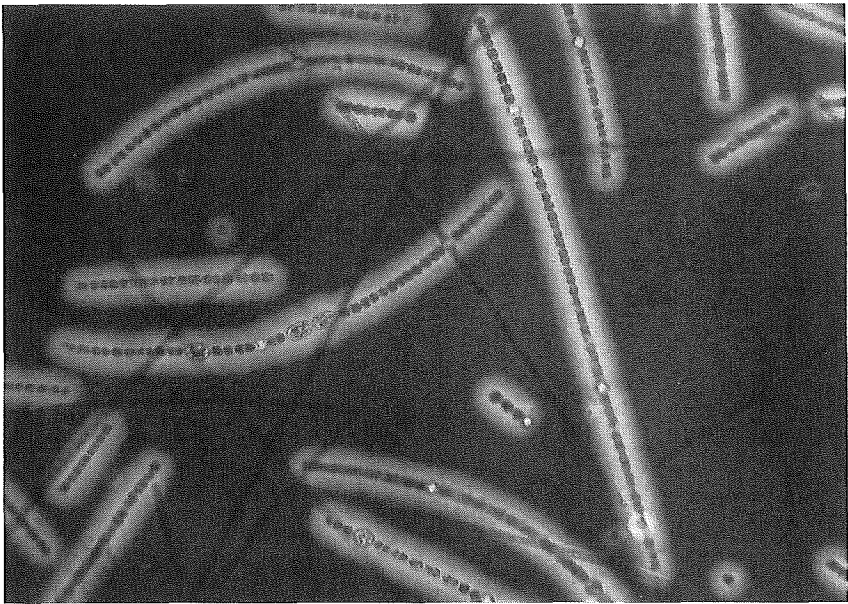


Abb. 3 *Anabaena*afäden im Tuschebild, dazwischen Fäden von *Oscillatoria rubescens*. Durchmesser der Gallerthülle 36 Mikron. — Mikroaufnahmen von H. KUHN, 17. Oktober 1951.

aber rasch wieder aus dem Zürichsee und fand sich seither nur noch gelegentlich in vereinzelt Exemplaren.

1896. Erstes grosses Maximum von *Tabellaria fenestrata*, welche Kieselalge seither zum Planktonbestand des Sees gehört.

1898. Erstmaliges grosses Maximum von *Oscillatoria rubescens* im November. Diese Blaualge bildet seither ebenfalls einen integrierenden Bestandteil des Zürichseep planktons.

1904/05. Erstes Maximum von *Melosira islandica* var. *helvetica*, nachdem schon in der Winterschlammsschicht von 1899 die Anwesenheit dieser Kieselalge zum erstenmal festgestellt werden konnte. *Melosira* ist ebenfalls ein wichtiger Planktonbestandteil geblieben.

1907. Von diesem Jahre an bildet *Staphanodiscus Hantzschii* regelmässig beträchtliche Maxima im Frühlingsplankton des Sees, ihr erstes Auftreten im Plankton konnte schon in der Frühjahrschlammsschicht 1900 beobachtet werden. Auch diese Kieselalge bildet seither einen bleibenden Bestandteil des Planktons.

1920. Mit Beginn der zwanziger Jahre stellten sich im Zürichseep plankton zwei sehr dünne Fadenalgen ein, eine *Ulothrix*, (cfr. *limnetica*, 4—5  $\mu$  dick) und eine *Mougeotia* spec., die nicht fruktifizierend war und deshalb nicht sicher bestimmt werden konnte (Fäden 3—5  $\mu$  breit); es sind Sommerorganismen. Von *Ulothrix* stellte ich nicht grosse, aber doch beträchtliche Maxima fest, 7. 1924, 7. 1927 und 23. 7. 1928 (sehr auffallend). Auch *Mougeotia* zeigte zuweilen ein bescheidenes Maximum, am 4. 6. 1940 z. B. war *Mougeotia* als häufig zu bezeichnen.

1940. Seit dem Anfang der vierziger Jahre

fiel mir eine beträchtliche sommerliche Beteiligung von *Phacotus lenticularis* im Plankton auf; besonders vermerkt finde ich in meinen Protokollen die Daten von Anfang Juli 1942 und August 1943.

1948. Erstes Auftreten von *Anabaena planctonica*, sehr grosses Maximum Herbst 1951 (Wasserblüte). Schon im Sommer 1942 fielen mir im Plankton ziemlich lange, gerade Fäden mit Schleimhüllen und runden Heterozysten auf, da aber keine Dauersporen vorhanden waren, liess sich diese Art damals nicht bestimmen. Ich vermute aber, dass es sich hier schon um das erste Auftreten von *Anabaena planctonica* gehandelt hat.

Da über die Invasion tierischer Plankter im Zürichsee nur wenig bekannt und auch das Wenige nur sehr dürftig beobachtet ist, und da das Auftreten dieser Organismen meist wenig auffällt, weil es nie in derartigen Massen zum Ausdruck kommt, wie wir dies für die pflanzlichen Invasenten kennen, mag von einer Besprechung zoologischer Invasionen abgesehen werden.

Über eine lokale Ursache, die wohl öfter für die Invasionen in Frage kommt, nämlich über Ufererrutschungen, macht F. NIPKOW in seiner Arbeit «Über das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen im geschichteten Tiefenschlamm des Zürich- und Baldeggersees (Promotionsarbeit E.T.H. 1927) interessante Angaben. Auch sind über die Auffassung vom Ursprung der Invasionen einige Gedanken in der Arbeit von G. HUBER und F. NIPKOW «*Dileptus tracheloides*-ZACHARIAS ein für den Zürichsee neues Planktoninfusorium» (in der Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich, Bd. 72, 1927) enthalten.