

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 9	3	513—527	Abb. 49—59	Freiburg im Breisgau 1. Oktober 1967
--	---------	---	---------	---------------	---

Über das jahreszeitliche Auftreten der Plankton-Rotatorien im Mindelsee*

von

ULRICH EINSLE, Konstanz*

Mit Abb. 49—59

Während eines nahezu zweijährigen Untersuchungsprogramms am Mindelsee wurden von April 1965 bis Juni 1966 auch die planktisch lebenden Rotatorien ausgezählt. Die ursprünglich gehegten Hoffnungen, etwaige Beziehungen zum intensiver studierten Crustaceenplankton zu finden, wurden nicht erfüllt, so daß eine gesonderte Besprechung der Rotatorien vorzuziehen ist. Wie schon bei der Darstellung der Ergebnisse über das Rotatorienplankton der Buchenseen (EINSLE 1966) vorausgeschickt wurde, sind die Artenlisten wegen meiner mangelhaften Kenntnisse auf dem Gebiet der Rotatoriensystematik wahrscheinlich unvollständig; während der Sommermonate traten in geringen Mengen einige kleinere Arten auf, für die übrigen Jahreszeiten dürfte hingegen das gesamte Rotatorienplankton erfaßt worden sein. Bei den notwendigerweise sehr summarischen Arbeiten war es mir außerdem nicht möglich, auf die Männchenbildung und die Art der Eier zu achten; lediglich im Frühjahr 1966 wurden die Eier mitgezählt, deren Zahl jedoch nur für einige der Arten zuverlässig ist, da sie bei der Fixierung zum Teil sehr leicht abfallen.

Über das jahreszeitliche Auftreten der Rotatorien des Bodenseegebietes liegen vergleichsweise nur wenige Arbeiten vor: Aus dem Bodensee selbst gab AUERBACH (1924) eine knappe Übersicht über das Auftreten und die räumliche Verteilung der wichtigsten vier Arten; in einer seit 1961 laufenden längerfristigen Untersuchung werden an unserem Institut in eingehender Weise die Rotatorien des Obersees gezählt (MUFFLER & MUCKLE, Limnologischer Monatsbericht, 6. Jg.). Außer diesen Arbeiten aus der Anstalt für Bodenseeforschung befindet sich eine Dissertation MEZGER's (Betriebslabor der Bodensee-Fernwasserversorgung Süßenmühle) vor ihrem Abschluß. Von den kleineren Gewässern in der Umgebung des Bodensees wurden bisher offenbar nur die Buchenseen bei Güttingen (EINSLE 1966) auf ihre Plankton-Rotatorien hin studiert. Auf diese Ergebnisse wird im folgenden immer wieder verwiesen werden, da gerade der Vergleich der mehr oder weniger meromiktischen Buchenseen mit dem holomiktischen Mindelsee von Interesse sein dürfte.

Die Bestimmung der Arten besorgte Fr. R. MUFFLER (Anstalt für Bodenseeforschung), der ich auch an dieser Stelle sehr zu danken habe, ebenso Herrn

* Aus der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz.

** Anschrift des Verfassers: Dr. ULRICH EINSLE, Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt, 775 Konstanz-Staad, Schiffstraße 56.

Fischermeister HAAS, Göttingen, mit dessen Boot ich die Untersuchungen bis November 1965 ausführen konnte.

Die Arbeiten am Mindelsee wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und das Landratsamt Konstanz unterstützt.

Zur Hydrographie des Mindelsees

Der auf dem Bodanrück zwischen Überlingersee und Untersee gelegene, etwa 1 km² große Mindelsee ist bei einer Länge von zwei Kilometern und einer Breite von 500 m in Ost—West-Richtung sehr den Einflüssen der im Gebiet vorherrschenden westlichen Winde ausgesetzt; lediglich am Südufer tritt der Wald bis an das Seeufer heran. Bei der relativ geringen Tiefe von 13,5 m sind insbesondere im Frühjahr immer wieder Störungen in der thermischen Schichtung zu beobachten; ebenso ist die Eisbildung gegenüber den Buchenseen weitaus geringer.

Das Jahr 1965 brachte für den Mindelsee ein außergewöhnliches Hochwasser, das die Oberfläche des Sees etwa 1,4 m über den normalen Wasserspiegel anhub. Dadurch wurden weite Fläche des Mindelseeriedes unter Wasser gesetzt, ebenso die Baumbestände am nördlichen Ufer des Sees. Auf den überschwemmten Wiesen entwickelten sich über den absterbenden Landpflanzen typische Tümpel-Biotope mit Massenentfaltungen verschiedener Fadenalgen, die zahlreichen Tümpel- und Uferorganismen gute Lebensbedingungen boten. Mit dem zurückgehenden Wasser gerieten einige dieser planktonfremden Formen in das Pelagial des Mindelsees, doch wirkte sich dieser Umstand gerade bei den Rotatorien kaum aus; sehr viel tiefergreifend war indessen die Wirkung der Nährstoffe, die aus den überschwemmten Gebieten in den See gebracht wurden und dort starke Phytoplankton-Entwicklungen verursachten.

Die übrigen Ergebnisse der Ende 1966 abgeschlossenen Arbeiten auf dem Mindelsee werden in einem anderen Zusammenhang ausführlich besprochen werden. An dieser Stelle soll eine Charakterisierung der Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse genügen.

Die Temperatur

Sehr deutlich spiegelt sich die Exponiertheit des Sees gegenüber Windeinflüssen im Jahresgang der Temperatur wider (Abb. 49). Durch die starken Turbulenzen wurden selbst die tieferen Wasserschichten rasch erwärmt, wie etwa an den Isothermen des Mai 1965 zu ersehen ist; mit einsetzender Schichtung änderten sich dann die Tiefentemperaturen nur noch geringfügig. Der nasse und kalte Sommer 1965 war wohl auch für die ausgesprochen geringen Oberflächentemperaturen verantwortlich, die nur für einigen Wochen die 20 -Grenze überschritten. Das herbstliche Absinken der Sprungschicht setzte ebenfalls recht früh ein, so daß bereits Ende Oktober die Vollzirkulation eingetreten war.

Die Eisbedeckung dauerte im Winter 1965/66 nur etwa vier Wochen, während derer keine Proben entnommen werden konnten. Die inverse Schichtung hielt sich noch einige Zeit nach dem Eisbruch, bis von Ende Februar an bei Vollzirkulation wieder eine leichte Erwärmung festzustellen war. Nach stürmischem Wetter Ende März folgte eine ruhige und sonnige Periode, in der bereits eine deutliche Schichtung aufgebaut wurde.

Der Sauerstoff

Wie die Temperaturen ist auch die Sauerstoffschichtung im Mindelsee stark

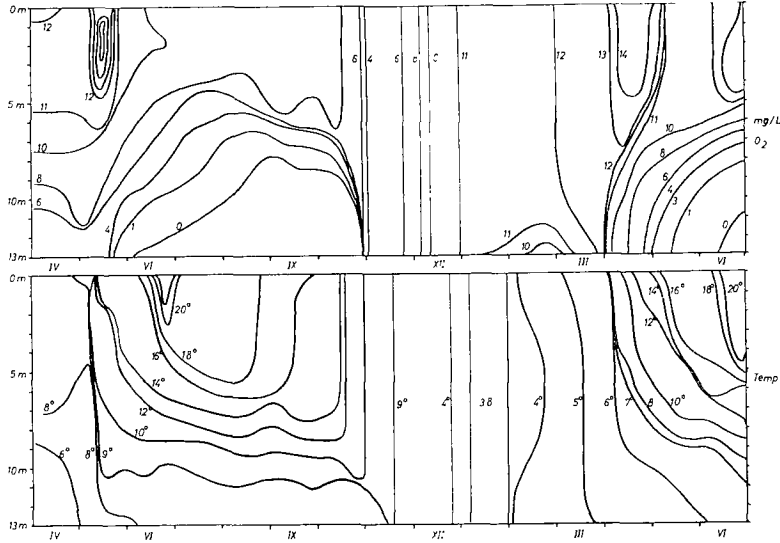


Abb. 49: Sauerstoff- und Temperaturschichtung im Mindelsee 1965/66.

vom Windeinfluß abhängig. Bei sehr hohen Phytoplanktondichten ist andererseits der Sauerstoffverbrauch in den tieferen Schichten des Sees sehr groß, so daß sich wenige Tage hoher Phytoplanktonproduktion bei ruhigem Wetter in einer raschen Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Hypolimnion äußern können. Ebenso lassen die stabilen Phasen im Frühjahr relativ starke Sauerstoffmaxima in der Hauptassimilationszone zwischen einem und drei Metern entstehen, die im Mai 1965 den bisher gefundenen Höchstwert von 14,4 mg O₂/l (163 ‰ Sättigung) erreichten (Abb. 49).

Die sauerstofffreie Zone stieg 1965 (wie übrigens auch 1966) bis zu einer Tiefe von 7,5 m herauf, wobei zu jener Zeit, durch das Hochwasser bedingt, die maximale Seetiefe nahezu 15 m betrug, so daß die Hälfte des Tiefenprofils keinen Sauerstoff mehr enthielt. Mit dem Einsetzen der herbstlichen Zirkulation sank der Sauerstoffgehalt rapide ab und erreichte anfangs November bei völliger Durchmischung des Sees ein Minimum von 4 mg/l (36 ‰), stieg jedoch mit der starken Turbulenz schnell wieder an. Die Eisbedeckung verursachte noch einmal eine geringe Zehrung über Grund, die rasch in die wiedereinschichtende Schichtung überging.

Die Ökologie der Planktonrotatorien

Im Mindelsee wurden in der Untersuchungszeit folgende Arten erfaßt:

- Fam. *Asplanchnidae*: *Asplanchna priodonta* GOSSE, 1850
 Fam. *Brachionidae*: *Brachionus angularis* GOSSE, 1851
Keratella cochlearis (GOSSE), 1851
Keratella quadrata (O. F. MÜLLER), 1786
Kellicottia longispina (KELLICOTT), 1879
Anuraeopsis fissa (GOSSL) 1851

- Fam. *Trichocercidae*: *Trichocerca birostris* (MINKIEWICZ), 1900
Trichocerca capucina (WIERZEJSKI und ZACHARIAS), 1893
Trichocerca porcellus (GOSSE), 1886
- Fam. *Gastropidae*: *Ascomorpha saltans* BARTSCH, 1870
- Fam. *Synchaetidae*: *Polyarthra* spec.
Synchaeta spec.
Ploesoma hudsoni (IMHOF), 1891
- Fam. *Testudinellidae*: *Pompholyx sulcata* HUDSON, 1885
Pedalia mira (HUDSON), 1871
Filinia maior (COLDITZ), 1924
- Fam. *Conochilidae*: *Conochilus unicornis* ROUSSELET 1892
- Fam. *Collothecaceae*: *Collotheca* spec.

Asplanchna priodonta.

Die Art ließ im Mindelsee deutlich zwei Maxima erkennen; während das herbstliche Auftreten mit dem Eintritt der Vollzirkulation weitgehend abbrach, fiel der Frühjahrshöchstwert ziemlich genau mit der Ausbildung der epilimnischen Sauerstoffmaxima zusammen (Abb. 50).

Wie jedoch die Tiefenverteilung insbesondere vom Juni 1965 zeigte, hat *Asplanchna* eine große Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel. Die Tiere gingen bis zu einem Gehalt von ca. 2 mg/l, wenn auch unter diesen Verhältnissen keine großen Dichtezahlen mehr erreicht wurden. Die Tatsache, daß die Frühjahrsentwicklung bereits kurz nach dem Eisbruch begann, deutet darüber hinaus auch auf einen weiten Bereich der zu ertragenden Temperatur hin, so daß die Art als durchaus euryök bezeichnet werden kann.

Diese Feststellungen entsprechen in etwa jenen, die an den Buchenseen gemacht werden konnten; auch dort zeigten die Tiere eine gewisse Bevorzugung der metalimnischen Sauerstoffmaxima, ertrugen andererseits auch O₂-Gehalte um 2 mg/l.

Im Gegensatz zum Mindelsee entwickelte die Buchensee-Population winterliche Maxima, die erst im Februar auf ein Minimum abfielen.

Brachionus angularis.

Wie in den Buchenseen trat *Brachionus* auch im Mindelsee nur während weniger Frühjahrs- und Frühsommerwochen auf, doch war die Zahl der Tiere hier weitaus geringer. Bei maximal 10 Individuen pro Liter fanden sich höchstens 360 Tiere unter einem Quadratdezimeter, während in den Buchenseen immerhin 1880 bzw. 1420 Tiere/dm² erreicht wurden (Abb. 55).

Keratella cochlearis.

Das weitaus häufigste Rädertier in der Untersuchungszeit im Mindelsee war *Keratella cochlearis*, die mit 163 600 Tieren pro Quadratdezimeter (5000 Tiere pro Liter) auch die absolut höchsten Einzelwerte erreichte (Abb. 50). Den beiden starken Frühjahrsmaxima Mitte April der beiden Jahre stand ein zweiter Höchstwert Ende September gegenüber, der sich allerdings nur aus 31 700 Tieren/dm² zusammensetzte; zwischen diesen beiden Maxima sanken die Zahlen jedoch nie unter 4000/dm², die untere Grenze der Literwerte blieb ebenfalls in der Größenordnung zwischen 50 und 100 Tieren/l.

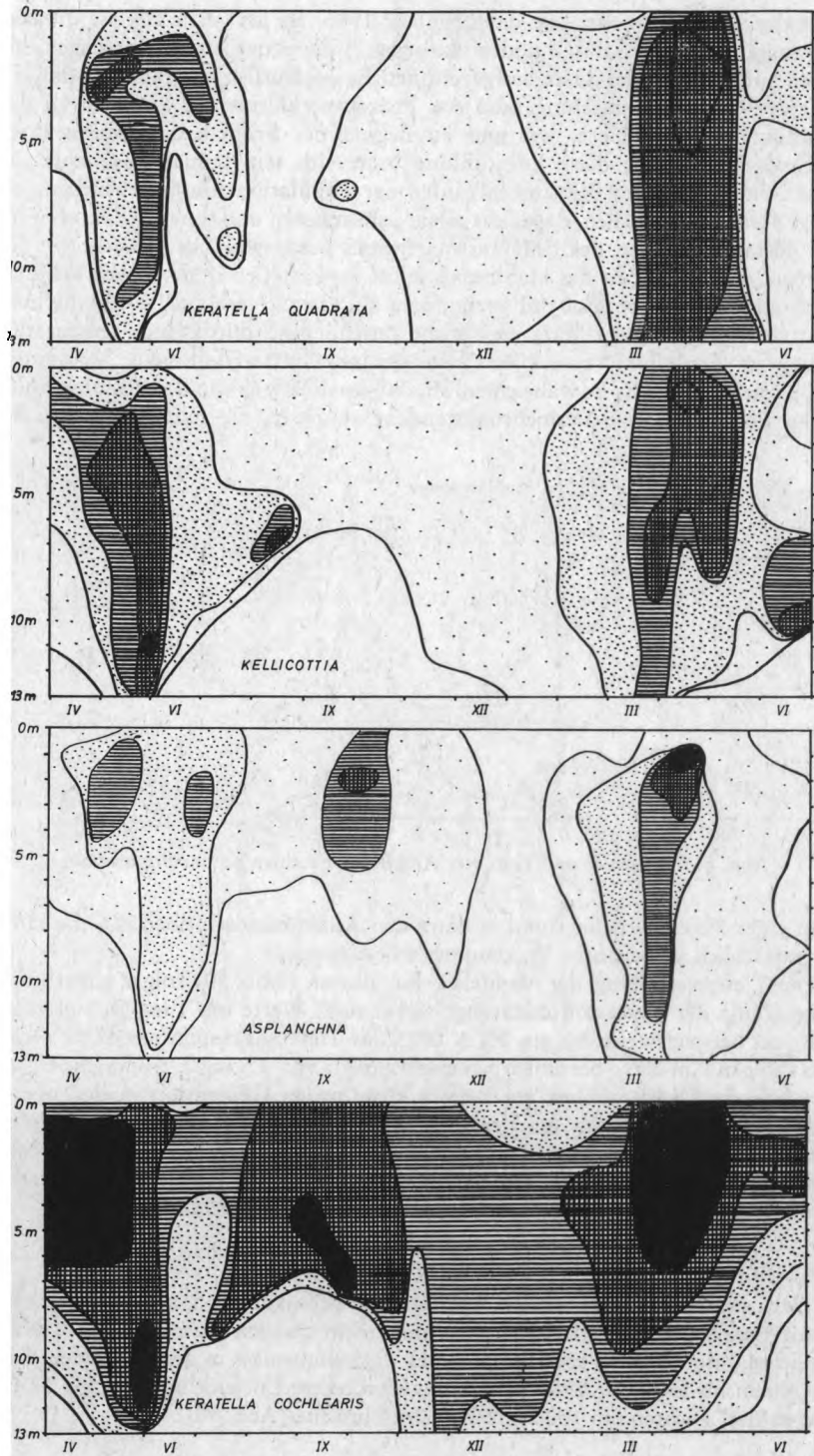


Abb. 50.

In der Abb. 51 wurden für das Frühjahr 1966, als ich versuchsweise die Eier mit auszählte, die absoluten und (- darunter -) die prozentualen Eimengen, bezogen auf die Zahl der Tiere, aufgezeichnet. Es ist deutlich zu erkennen, daß die relative Vermehrungsleistung, also das Prozentverhältnis der Eizahlen zu den Absolutzahlen der Tiere, vor und zu Beginn des Frühjahrsmaximums ihren Höchstwert aufwies; diese Entwicklung hatte sich seit Januar angebahnt, zu einer Zeit also, in der die Absolutzahlen der Population ständig zurückgingen. Es ist daraus zu schließen, daß nicht allein jene äußeren und inneren Faktoren für das Zustandekommen des Frühjahrsmaximums verantwortlich gemacht werden können, die in der Zeit des Maximums selbst festzustellen sind; da sich bis Ende März auch die Temperatur nur geringfügig um etwa 2° erhöhte, dürfte die hohe relative Eizahl anfangs März auch nicht ausschließlich durch einen temperaturbedingten „Stau-effekt“ zu erklären sein, der indessen zweifellos eine bedeutende Rolle spielen wird. Es ist wahrscheinlich, daß unabhängig von den Absolutzahlen in der Population eine Vermehrungstendenz zunimmt, die zeitlich vor dem Be-

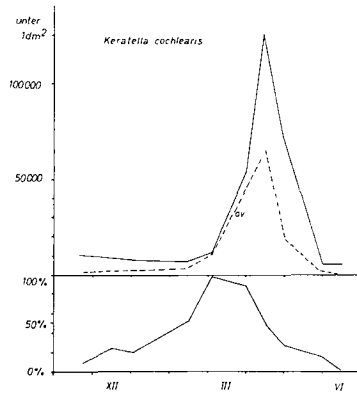


Abb. 51: Relativer und absoluter Anteil der Eizahlen an der Population.

ginn eines Maximums liegt und es dann den Außenfaktoren überläßt, die Höhe des tatsächlich aufgebauten Maximums zu bestimmen.

Die Tiefenverteilung der Mindelsee-Population (Abb. 50) folgte natürlich in erster Linie der Sauerstoffsichtung, wobei noch Werte um 1 mg O₂/l ertragen wurden; beispielsweise lag am 25. 9. 1965 das Tiefenmaximum mit 1040 Tieren pro Liter in 7 m Tiefe bei einem Sauerstoffgehalt von 1,5 mg/l. Andererseits fanden sich die Dichtemaxima am Beginn einer neuen Generation in den oberen Wasserschichten, um sich im Verlaufe ihrer Lebensdauer allmählich in tiefere Schichten zu verlagern. Dieser typische Ablauf der Tiefenzonierung in Abhängigkeit vom Lebensalter war übrigens auch bei den Crustaceen des Mindelsees (EINSLER 1964) und einige Rotatorien der Buchenseen beobachtet worden.

Keratella quadrata.

Nach einem relativ schwachen Auftreten im Frühjahr 1965, als die Population einen Maximalwert von 7400 Tieren unter einem Quadratdezimeter (330 Tiere/l) erreichte, folgte auf ein sehr sporadisches Vorkommen bis in den folgenden Winter hinein im Frühjahr 1966 eine sehr viel stärkere Entwicklung, die bei 57 400 Tieren/dm² Dichten um 1000—1600 Tiere/l brachte (Abb. 50).

Auch für diese Art wurden im Frühjahr 1966 die Eier ausgezählt; da bei *Keratella quadrata* öfter als bei *cochlearis* zwei oder gar drei Eier pro Tier gefunden werden, stieg der Prozentanteil der Eier an der Zahl der Tiere gelegentlich über die 100-0/0-Grenze hinaus (Abb. 52).

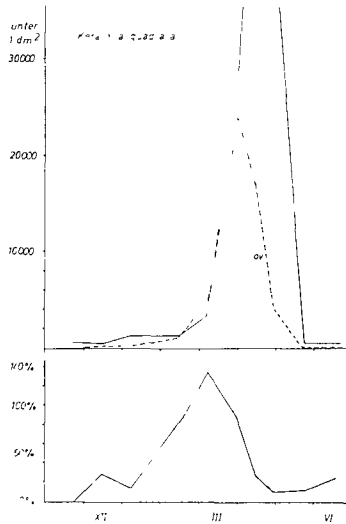


Abb. 52: Relativer und absoluter Anteil der Eizahlen an der Population.

Der Anstieg der relativen Eizahlen im Winter fiel wiederum mit einem leichten Rückgang der Tiere zusammen; die absoluten Eizahlen überstiegen bald jene der Population, bis mit dem Emporschnellen der Absolutwerte der prozentuale Anteil der Eier zurückging; die absoluten Eimengen im See erreichten ihren Höchstwert etwa zwei Wochen vor jenem der entwickelten Tiere, der den bereits genannten Wert von 57 400 Tieren/dm² zeigte.

Die Tiefenverteilung der Population (Abb. 50) ließ kaum irgendwelche Einzelheiten erkennen, die auf besondere ökologische Ansprüche deuten würden. Immerhin scheint die Art höhere Temperaturen nicht zu schätzen, wie sich auch im stabiler geschichteten Buchensee erwies, wo die Tiere in nur dezimeterstarken, sehr engen Zonierungen im untersten Bereich des Metalimnions noch Temperaturen zwischen 8 und 10° bei Sauerstoffgehalten um 2 mg/l vorfanden; im stärker durchmischten und dadurch hypolimnisch wärmeren Mindelsee hätten die Tiere während des Sommers bei entsprechenden Sauerstoffbedingungen Temperaturen von etwa 14—16° ertragen müssen. Man darf deshalb vermuten, daß die obere Grenze der optimalen Temperaturbereiche bei *Keratella quadrata* offenbar niedriger liegt als bei *cochlearis*, während die Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel ebenfalls recht groß ist und bei Minimalwerten von 1—2 mg/l liegen dürfte.

Kellicottia longispina.

Wie in den Bucheseen zeigte *Kellicottia* auch im Mindelsee in ihrem jahreszeitlichen Auftreten enge Anlehnung an die beiden *Keratella*-Spezies, insbesondere an *Keratella quadrata*. Deutlich zu erkennen sind in Abb. 50 die in diesem

Fall auf das Frühjahrsmaximum folgenden kleineren Maxima, die offenbar die Restbestände der Frühjahrs- generation darstellen, die der Temperaturerhöhung ausweichend mit dem aufsteigenden Sauerstoffschwund zu kämpfen hatten und schließlich weitgehend aus dem Pelagial verschwanden.

Die Kurven der absoluten und relativen Eimengen (Abb. 53) zeigen die gleichen Verhältnisse, die schon für *Keratella* besprochen wurden: Die relative Vermehrungsleistung erreichte ihren Höchstwert etwa einen Monat vor jenem der absoluten Eizahlen; die zahlenmäßige Differenz zwischen den beiden Maxima dürfte auf die verschieden lange Dauer der beiden Entwicklungsphasen zurückzuführen sein, auf die Tatsache also, daß die Eizahlen eine höhere Erneuerungsrate als die fertig ausgebildeten Tiere besitzen.

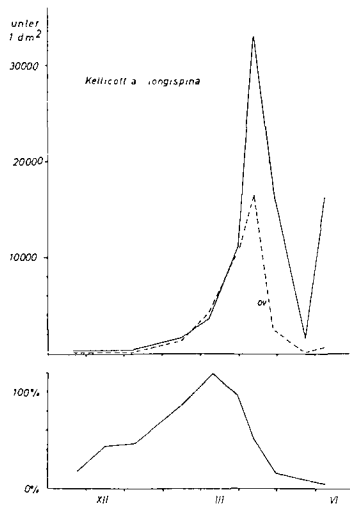


Abb. 53: Relativer und absoluter Anteil der Eizahlen an der Population.

Der neuerliche Anstieg der Zahlenwerte anfangs Juni 1966 dürfte auf eine geringe Produktion der Frühjahrs- generation an Subitaneiern zurückgehen, die jedoch offenbar in erster Linie Dauereier hervorbrachte. Es erscheint unwahrscheinlich, daß die wenigen Tiere, die während des Spätsommers im Plankton zu finden waren (20—30 Tiere/dm²) den Fortbestand der Population hätten gewährleisten können. Die erwähnten, aus den Subitaneiern hervorgegangenen Tiere bauten das tief gelegene Juni-Maximum auf, das bezeichnenderweise kaum Eier produzierte (4 %); dies deutet darauf hin, daß sich die Lebensbedingungen bereits vom Optimum entfernt hatten.

Auch für diese Art darf also eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber erhöhten Temperaturen angenommen werden, welche die Mindesee-Population zu einem im Prinzip offenbar monozyklischen Auftreten zwingt.

Anuraeopsis fissa.

Im September 1965 entwickelte sich zwischen einem und fünf Metern eine zahlenmäßig recht starke Population von *Anuraeopsis* (Abb. 58), die bei einem

Höchstwert von 21 750 Tieren/dm³ eine maximale Dichte von 800 Tieren pro Liter aufwies.

Die *Trichocerca*-Arten.

Die wie in den Buchenseen epilimnisch lebenden Sommerformen der Gattung *Trichocerca* umfassen die drei Arten *birostris*, *capucina* und *porcellus*, die in ihren Maximalwerten in etwa der gleichen Größenordnung lagen (Abb. 54). Die Arten

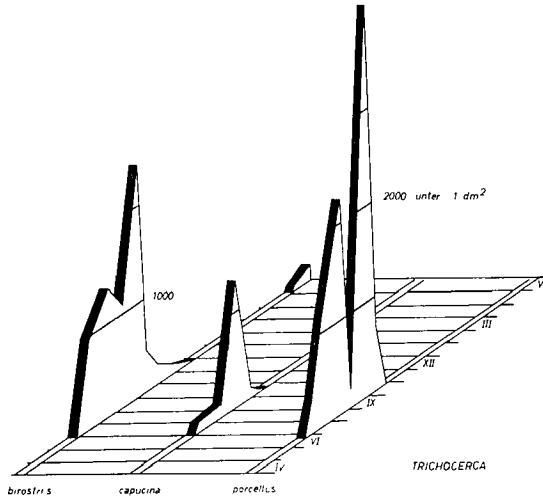


Abb. 54.

erschieden nahezu gleichzeitig im Juni und bauten rasch ihre Populationen auf, die durchschnittlich etwa 30—60, nur in wenigen Einzelfällen über 100 Tiere/l erreichten; während *capucina* und *porcellus* bereits im Oktober wieder verschwanden, hielt sich *Trichocerca birostris* bis Ende Dezember, um dann 1966 als erste der drei Spezies im Juni wieder zu erscheinen.

Ascomorpha saltans.

Von einem kurzfristigen Maximum Ende Juni 1965 abgesehen, wo etwa 2000 Tiere/dm³ gezählt werden konnten, trat *Ascomorpha* im Mindelsee nur sehr spärlich auf; nachdem die Art von Juli bis September fehlte, erschien sie noch einmal Ende September mit 500 Tieren/dm³ und hielt sich in einer Dichte von wenigen Tieren pro Liter bis in den November hinein.

Polyarthra.

Diese auch für Spezialisten schwierige Gattung wurde als Einheit gezählt und ausgewertet; ebenso wurde darauf verzichtet, die Eizahlen anzugeben, da die Eier von *Polyarthra* erfahrungsgemäß bei der Fixierung teilweise abfallen.

Nach *Keratella cochlearis* war *Polyarthra* die zweithäufigste Gruppe; beim Frühjahrsmaximum 1965 (Abb. 56) mit 101 800 Tieren/dm³ fanden sich bis zu 2000 Individuen im Liter, die geringste Zahl lag bei 100 Tieren/dm³ während der Wintermonate. Die Frühjahrsentwicklung 1966 setzte verspätet ein, so daß

der gefundene Höchstwert von 20 500 Tieren/dm³ später wohl noch überschritten worden sein dürfte.

Schon bei der Buchensee-Population fiel auf, daß *Polyarthra* oft zwei Maxima in der Vertikalverteilung zeigt, die in diesem Fall zwar ebenso mit Generationsunterschieden erklärt werden könnten; möglicherweise gibt diese Schichtungsfolge jedoch auch einen Hinweis auf systematische Unterschiede, also auf das Vorkommen zweier oder mehrerer Arten.

Bemerkenswert ist die hohe Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel: Selbst bei Gehalten um 1 mg O₂/l wurden noch Maxima (etwa am 13. 8. 65) von 1000 Tieren/l gefunden, kleiner Dichtewerte (um 100 Tiere/l) sogar noch bei 0,5 mg/l.

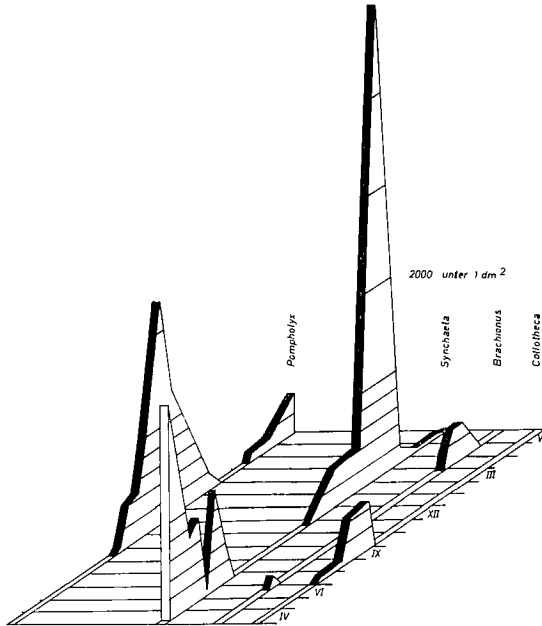


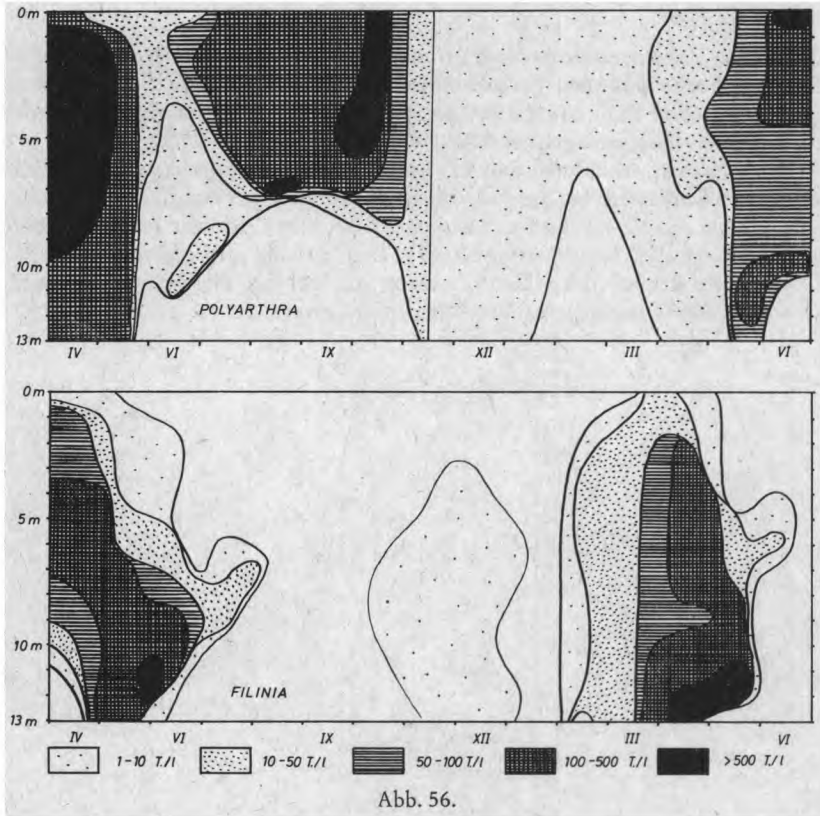
Abb. 55.

Synchaeta.

Wie bei *Polyarthra* mußte ich auch bei *Synchaeta* auf die Artbestimmung verzichten; die hier besprochenen Formen gehörten alle einer relativ großen Art an; daneben fanden sich gelegentlich Tiere einer kleineren *Synchaeta*-Art, die unter der Rubrik „übrige Rotatorien“ aufgeführt wurden.

Synchaeta trat in beiden Jahren bereits sehr früh in Erscheinung (Abb. 55), so daß 1965 das eigentliche Maximum sicher nicht getroffen worden war. An diese erste Phase des Auftretens schloß sich noch ein zahlenmäßig geringes Vorkommen bis in den Frühsommer hinein an, das allerdings nur für 1965 belegt werden kann.

Während des Auftretens im Frühjahr 1965 versammelte sich ein Großteil der Population in den oberen Wasserschichten, im Juni etwa in den oberen vier Metern. Im Frühjahr 1966 war die Population im März mit Dichtewerten zwischen



20 und 60 Tieren/l gleichmäßig über die gesamte Wassersäule verteilt, um sich dann anfangs April auf die oberen drei Meter zu beschränken.

Ploesoma hudsoni.

In wenigen Exemplaren fanden sich einige Tiere dieser in den Buchenseen sehr viel häufigeren Art; hier wie dort handelte es sich um eine epilimnisch lebende Sommerform.

Pompholyx sulcata.

Ein etwas eigenartiges Vorkommen zeigte *Pompholyx* (Abb. 55), die von September 1965 bis Februar 1966 mit einem Ende November verzeichneten Höchstwert von 2300 Tieren/dm² (30 Tieren/l) auftrat und offenbar als sehr eurhythm bezeichnet werden muß; nachdem sie im März 1966 fehlte, begann Mitte April ein neuerlicher Anstieg, dessen Fortgang leider nicht weiter verfolgt werden konnte. In den Buchenseen war *Pompholyx* vor allem im Sommer im unteren Metalimnion sehr zahlreich zu finden.

Pedalia mira.

Wie *Ploesoma* trat auch die in den Buchenseen häufige *Pedalia* im Mindelsee nur sehr vereinzelt auf.

Filinia maior.

Sehr hohe Zahlen erreichte auch *Filinia* (Abb. 56), deren Auftreten in beiden Jahren einen sehr ähnlichen Verlauf nahm, wobei mit 22 000 Mitte Mai 1965 und 38 000 Tieren/dm² Ende März 1966 die jeweiligen Höchstwerte erreicht wurden; die maximalen Dichten lagen bei 800—900 Tieren/l.

Selbst unter der Annahme, daß die Eier von *Filinia* (worauf einige Beobachtungen schließen lassen) bei der Fixierung eher abfallen als jene der *Brachionidae*, ergibt sich bei *Filinia* ein durchaus analoges Bild, wenn man die relative und absolute Zahl der Eier betrachtet (Abb. 57): Dem Anstieg der Absolutzahlen ging ein Maximum der relativen Eizahl voraus, die meisten Tiere der zahlenmäßig noch schwachen Wintergeneration trugen ein bis zwei Eier.

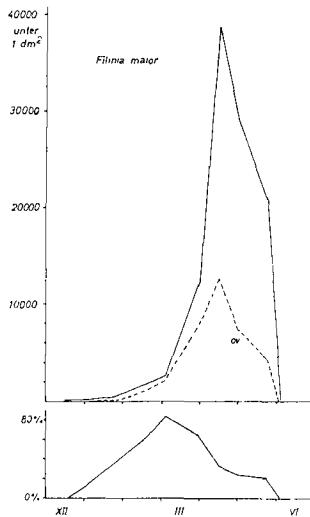


Abb. 57: Relativer und absoluter Anteil der Eizahlen an der Population.

Die hieraus entstehende Frühjahrsgeneration zeigte nun in ihrer Vertikalverteilung eine deutliche Tendenz, sich so tief als möglich im See einzuschichten; in beiden Jahren lag dann auch das Maximum in 11—13 m Tiefe, bis mit dem Höhersteigen der sauerstofffreien Zone die Population nach oben gedrängt wurde und nach und nach verschwand. Die untere Grenze des Vorkommens reichte dabei ebenfalls in Sauerstoffgehalte um 1 mg/l hinein.

Auch in den Buchenseen war die Bevorzugung tieferer Wasserschichten deutlich zu erkennen, durch die extrem stabile Schichtung mit sehr hohen Temperatur- und Sauerstoffgradienten jedoch noch viel stärker ausgeprägt.

Conochilus unicornis.

Diese in den Buchenseen nicht vertretene Art entwickelte im Mai 1965 ein sehr kurzdauerndes, relativ hohes Maximum (Abb. 58). Während am 15. 5. noch 800 Tiere/dm² gefunden wurden, schnellte ihre Zahl bis zum 29. 5. auf 51 100/dm² hinauf; schon am 12. 6. war indessen die gesamte Population aus dem See verschwunden. Während des Maximums waren die Tiere zwischen zwei und neun Metern mit einem Höchstwert von 1400 Tieren/l in 5 m Tiefe anzutreffen.

Collotheca sp.

Von Juni bis September 1965 trat eine nicht näher bestimmte *Collotheca*-Art auf (Abb. 55), die, auf die oberen 4 m begrenzt, einen Höchstwert von 460 Tieren/dm² oder 15 Tieren pro Liter erreichte.

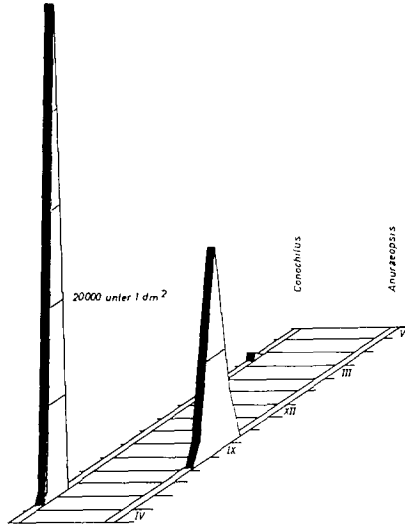


Abb. 58.

Übrige Rotatorien.

Hier wurden die für mich nicht bestimmbareren Tiere berücksichtigt, die indessen einen verschwindenden Teil der Gesamtrotatorien umfaßten: Nur in zwei Untersuchungsprofilen im Frühjahr und Spätsommer 1965 wies diese Gruppe Zahlen von etwa 20 Tieren/l und einigen hundert Tieren unter einem Quadratdezimeter auf. In der übrigen Zeit mußten nur gelegentlich unbekannte Arten in den einzelnen Individuen registriert werden.

Die Gesamtzahl der Planktonrotatorien.

Um einen Gesamteindruck über die Rolle der Rotatorien im Stoffwechsel des Mindelsees zu erhalten, wurden für jede Tiefenstufe der einzelnen Untersuchungsprofile die Summen der ausgezählten Tiere ermittelt. Da die meisten Arten im Frühjahr ein Maximum ausbildeten, ist in dieser Zeit auch bei den Summenwerten mit Höchstzahlen zu rechnen (Abb. 59).

In der Tat lagen die Maxima in beiden Jahren im April mit 298 360 Tieren/dm² (1965) und 273 700 Tieren/dm² im Jahre 1966; das dazwischenliegende Herbstmaximum erreichte 90 000 Tiere/dm², das Minimum anfangs November bestand immer noch aus 10 000 Tieren/dm². Die höchste gefundene Dichte pro Liter am 12. 4. 66 mit 8700 Rotatorien ging im wesentlichen auf *Keratella cochlearis* zurück, die in dieser Probe allein 5000 Tiere/l stellte.

Da bisher nur von wenigen Seen des näheren Gebietes derartige Zusammenstellungen vorliegen, ist es verfrüht, aus den Dichtewerten weitergehende Schlußfolgerungen über die Lebensbedingungen der Mindelsee-Rotatorien zu ziehen.

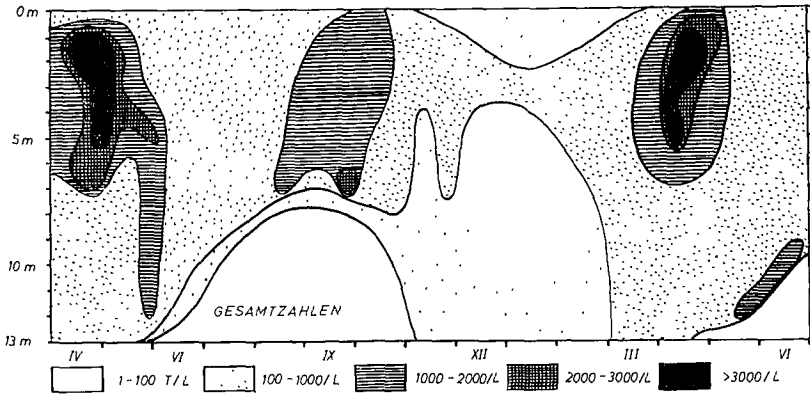


Abb. 59.

Mit Sicherheit lassen die gefundenen Absolutzahlen keinen Rückschluß auf die tatsächlich erfolgte Produktion der Populationen zu, da diese Werte lediglich als deren Restbestände anzusehen sind.

Schlußbemerkung

Wie in der Einleitung bereits vermerkt wurde, sollte mit der vorliegenden Arbeit eine Ergänzung zu den Studien am Crustaceenplankton gesucht werden, um auf diesem Wege etwas über die Rolle der Rotatorien als Nahrungsquelle für die Copepoden zu erfahren. Diese Hoffnungen wurden weitgehend enttäuscht; die isolierte Darstellung der Rotatorien-Untersuchungen wirft nun einige grundsätzliche Fragen über den Wert derartigen Arbeiten auf, die mit einem hohen zeitlichen Aufwand lediglich die Beschreibung statischer Zustände bieten können, ohne indessen tiefer in die ökologischen Beziehungen einzudringen.

Die erste und grundlegende Forderung gilt den systematischen Kenntnissen des Bearbeiters: Es genügt für eine dem Aufwand entsprechende Darstellung nicht, nur die etwa 95 % der häufigsten und wichtigsten Arten zu kennen und zu bestimmen. Gerade die gelegentlich auftretenden selteneren Formen geben oft deutlichere Hinweise auf limnologische und ökologische Eigenheiten eines Biotops als die weitverbreiteten Arten mit großer ökologischer Valenz.

Weiterhin scheint es nicht ausreichend zu sein, nur die Absolutzahlen der Population und der Eier festzuhalten, da hiermit über die Dynamik der Entwicklung im See wenig gesagt werden kann. Es ist also nötig, zumindest die Art der Eier (Subitan- oder Dauereier) zu identifizieren, auf das Vorkommen der Männchen zu achten und vor allem auf experimentellem Wege die Entwicklungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Temperatur zu ermitteln. Auf diese Weise wird es möglich gemacht, konkrete Einzelheiten über die wirkliche Produktion und deren Erfolg zu erfahren, die ganz allgemein zu der Erkenntnis führen werden, daß die Bestände im See nur selten auf die Produktion der Population schließen lassen. Eine derartige Analyse wird übrigens derzeit für das gleichzeitig gesammelte Crustaceenplankton des Mindelsees ausgearbeitet.

Nach diesen kritischen Bemerkungen sei als positives Ergebnis festgehalten, daß beim heutigen Stand der Rotatorien-Ökologie jede einigermaßen ausführ-

liche Studie über das jahreszeitliche Auftreten, die Vertikalverteilung und die begrenzenden Außenfaktoren willkommen sein muß, um auf diese Weise die Grundsituation und Fragestellung für eingehendere monographische Arbeiten zu finden.

Zusammenfassung

In der Zeit von April 1965 bis Juni 1966 wurden am Mindelsee in 23 Untersuchungsprofilen mit etwa 300 Einzelproben neben anderen Daten auch Schöpfproben zum Studium des jahreszeitlichen Auftretens und der Vertikalverteilung der wichtigsten Plankton-Rotatorien entnommen. Der Vergleich mit den Temperatur- und Sauerstoffwerten gab Hinweise auf verschiedene ökologische Valenzen der einzelnen Arten, die zeitweise Auszählung der Eier deutete auf die zu erwartenden endogenen Faktoren beim Zustandekommen eines Fortpflanzungsmaximums hin, da die relative Eizahl (Prozentanteil der Eier an der Population) ihren Höchstwert oft mehrere Wochen vor dem Anstieg der Absolutwerte erreichte.

Schrifttum:

Anstalt für Bodenseeforschung: Limnologischer Monatsbericht, 6, 1962/63.

AUERBACH, M., MAERKER, W. & SCHMALZ, J.: Hydrographisch-biologische Bodensee-Untersuchungen I. — Arch. Hydrobiol., Suppl., 3, S. 598—738, 1924.

EINSLE, U.: Das Crustaceenplankton des Mindelsees. — Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., 23, S. 53—70, 1964.

— Die Buchenseen bei Radolfzell (Bodensee) und ihr Zooplankton. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N. F., 9, S. 27—63, 1966.

(Am 9. 12. 1966 bei der Schriftleitung eingegangen.)