

## **Bedeutung von Chironomidenlarven für den Stoffumsatz in einem eutrophen Stadtrandgewässer**

Christian Frank

Production and respiration of a chironomid fauna in an eutrophic suburban lake were determined. The production amounts to 2-25% of the primary production. Respiration of chironomid larvae showed a negligible influence of oxygen depletion and nutrient release from the sediments during the stagnation periods. Greatest production was highest between October and December and between March and May.

*Chironomid larvae, eutrophic lake, Heiligensee, respiration, secondary production.*

### 1. Einführung

1977 wurde von Prof. Dr. H. Tilzer (jetzt Konstanz) in Berlin das Heiligensee-Projekt ins Leben gerufen. Ziel dieses Unternehmens war eine Beschreibung der wichtigsten Parameter und Prozesse in einem eutrophen Stadtrandgewässer. Der Heiligensee (Abb. 1) war auf Grund seiner Lage und Form, gleichmäßiges Seebecken, geschützte Lage, für eine Untersuchung besonders geeignet. Als Teil dieses Projektes gibt diese Arbeit Bestimmungen der Produktion und Respiration von Chironomidenlarven in Beziehung zu Stoffkreisläufen im See wieder.

Chironomidenlarven gehören zu den häufigsten Süßwassertieren. Sie stellen in Seen zwischen 60-90% der gesamten Biomasse und Arten. Als Herbivore und Detritivore spielen sie eine wichtige Rolle in Nahrungsketten und im Stoffkreislauf von Seen (CHARLES et al. 1972, KAJAK et al. 1972, JONASSON 1972, 1979). Durch die Anlage von Wohnröhren in und auf dem Sediment beeinflussen die Larven den Chemismus eines Sees durch verstärkte O<sub>2</sub>-Zehrung (GRANELI 1979) und Freisetzung von Nährsalzen (ROSSOLIMO 1939, TESSENOW 1964). Um den Einfluß der Chironomidenlarven auf ein Gewässer zu verstehen, müssen die wichtigsten Umweltparameter und ihr rhythmischer Wechsel bekannt sein.

### 2. Das Untersuchungsgebiet

Der Heiligensee ist ein 32 ha großer, durchschnittlich 5,8, maximal 9,0 m tiefer See im Nord-Westen Berlins mit einem Wasservolumen von 1,9 Mill. m<sup>3</sup>. Sein Ufer ist 2,3 km lang. Der Seeboden gliedert sich in das Litoral (33%) und unterhalb der Schalenzone (8%) in 4 m Tiefe in das Profundal (59%) (FRANKE 1973). Das Sediment besteht im Litoral aus Sanden, im Profundal aus einer siltreichen Kalkmulde.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Sammeln und Aufarbeitung der Benthosproben

Die Lage der Meßstationen ist aus Abb. 1 zu ersehen. Über der tiefsten Stelle befindet sich eine Boje, an der Wasserproben für physikalisch-chemische Messungen entnommen wurden. Die Larven wurden mit einem Ekman-Birge-Bodengreifer (Fa. Hydrobios) herausgenommen, und zwar pro Station 3 Proben. Die Benthos-Probenahme erfolgte je nach Jahreszeit im 14-tägigen bis 4-wöchigen Turnus. Alle Proben wurden spätestens nach 3 Tagen aufgearbeitet. Sie wurden durch Siebe mit 1 mm und 0,5 mm Maschenweite ausgesiebt; die Tiere bei heller Beleuchtung mit einer Lupe (2 x) ausgelesen. Die Larven wurden in 4% Formalin konserviert.

#### 3.2 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Es wurden - während der Vegetationsperiode wöchentlich, im Winter 4-wöchentlich - in 1 m Abstand Wasserproben aus jeder Tiefe mit einem Van-Dorn-Schöpfer entnommen. Die chemisch-physikalischen Bestimmungen - außer Temperatur und Strahlung - wurden unmittelbar danach im Labor von den Mitarbeitern des Heiligensee-Projektes gemeinschaftlich durchgeführt (DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN 1975; STRICKLAND, PARSON 1968). Die Globalstrahlung wurde vom Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin bestimmt. Der Untersuchungsraum reichte von 1978-1980.

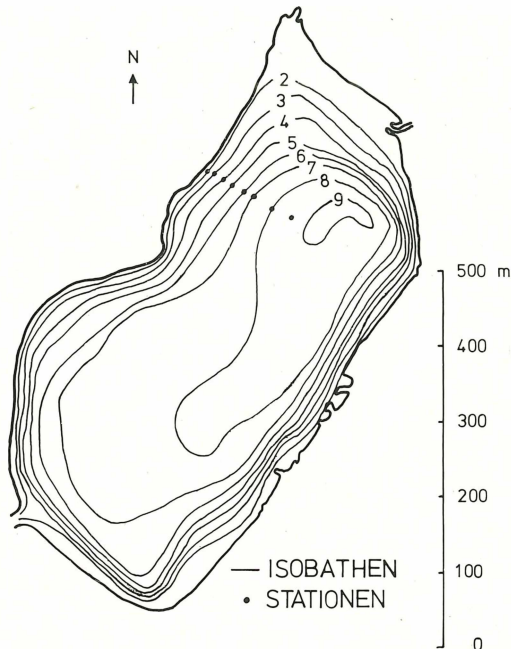


Abb. 1: Tiefenkarte des Heiligensees und limnologische Untersuchungspunkte.

### 3.3 Produktions- und Respirationsbestimmungen

Die Larven wurden 2 Stunden bei 60 °C getrocknet und bis zur Gewichtskonstanz im Exsikkator über  $\text{CaCl}_2$  aufbewahrt (ca. 12 h). Das Gewicht wurde auf 1.0  $\mu\text{g}$  genau bestimmt und auf g Trockengewicht/ $\text{m}^2$  umgerechnet. Die Produktion wurde nach der Kohortenmethode und nach Allen-Kurven bestimmt (EDMONDSON, WINBERG 1971). Für die Umrechnung auf KJ wurde ein Wert von 23.46 KJ/gTG für Larven von *Chironomus plumosus* und von 22.70 KJ/gTG für die übrigen Chironomiden benützt (CUMMINS, WUYCHECK 1971). FRANKE (1973) verwendete die Methoden zur Produktionsabschätzung von EDMONDSON, WINBERG (1971). Es wurde ein P/B Koeffizient von 5 verwendet.

Die Respiration wurde nach McFARLANE, McLUSKY (1972) ermittelt. Aus monatlichen Durchschnittstemperaturen, Durchschnittsgewichten und Abundanzen konnten dann der  $\text{O}_2$ -Verbrauch pro Monat und  $\text{m}^2$  bestimmt werden. Für die Umrechnung von  $\text{O}_2$ -Verbrauch/ $\text{m}^2/\text{h}$  in  $\text{KJ}/\text{m}^2/\text{h}$  bzw.  $\text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{Monat}$  wurde ein  $1 \text{ O}_2$  mit 4.825 Kcal (1 Kcal = 4.184 KJ) veranschlagt. Kennt man nur die Produktion, so kann die Respiration mit einem Faktor 1.5 geschätzt werden (JONASSON 1972). Wenn für einzelne Monate keine Biomassenwerte vorlagen, so wurden die Werte der angrenzenden Monate extrapoliert. Ergebnisse der Benthosuntersuchungen von FRANKE (1973) aus dem Jahr 1972 wurden zum Vergleich mit-hinzugezogen.

### 4. Allgemeine Charakterisierung des Heiligensees

Der See zeigt zwischen Mai und Mitte bis Ende September eine stabile Temperaturschichtung. Die stets gut durchmischte Schicht des Epilimnions nimmt im Laufe des Sommers von 4.5 auf 6 m zu. Die Erwärmung setzt bereits während der Vollzirkulation im März/April ein und bewirkt hohe Tiefentemperaturen (8 °C), die sich im Laufe des Sommers auf über 12 °C erhöhen. Zwischen Ende September und Anfang November kommt es zur herbstlichen Vollzirkulation. Zwischen Ende Dezember und Ende März friert der See periodenweise zu. Der  $\text{O}_2$ -Gehalt liegt während des Phytoplankton-Frühjahrsmaximums zwischen 120-280% Sättigung. Im August kommt es erneut zu einem Phytoplanktonmaximum mit  $\text{O}_2$ -Sättigungswerten bis zu 180%. Ab Mai entwickelt sich eine hypolimnische sauerstofffreie Zone, deren obere Grenze im Hochsommer bis 5 m ansteigt. Das Tiefenwasser reichert sich mit  $\text{H}_2\text{S}$  an (18.6 mg/l). Die Nährstoffsituation wird durch die Verhältnisse bei Ammonium und Ortho-Phosphat dargestellt. Ihre Beeinflussung durch Chironomidenlarven soll später diskutiert werden.

Die Konzentrationen für  $\text{NH}_4$  liegen zu Beginn der Zirkulation bei 1 mg/l. Im Hypolimnion steigen die Werte während der Sommerstagnation auf 8 mg/l an, im Epilimnion nehmen die Werte auf 0.1 mg/l ab.

Der Gehalt an  $\text{PO}_4\text{-P}$  ist während der Phytoplanktonmaxima an der Nachweisgrenze. Im Hypolimnion steigen die Konzentrationen auf 2 mg/l an. Nach der Herbstzirkulation liegen die Werte bei 150  $\mu\text{g/l}$ .

Tab. 1: Chemische Eigenschaften des Wasserkörpers des Heiligensees (tiefste Stelle) nach Analysen der Heiligensee-Projektgruppe.

Parameter	max.	min.	Bemerkungen
Epilimnion Temperatur	24 °C	0.2 °C	Sommerschichtung von Mitte/ Ende Mai bis Mitte September Winterschichtung Januar - Februar 1979. Frühjahrs- und Herbstzirkulation
Temperatur Hypolimnion	12 °C	2 °C	
Sichttiefe	4 m	0.6 m	Maximum Juni 1977, Minimum September 1977
$\text{O}_2$	280 %	0 %	Mitte Mai bis Ende September 1977/78 kein $\text{O}_2$ ab ca. 6 m
pH	10.2	6.9	
$\text{H}_2\text{S-S}$	18.6 mg/l	0	ab ca. 6 m bis Grund
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.8 mg/l	0.03 mg/l	Minimalwerte im Epilimnion während des Sommers
$\text{NH}_4\text{-N}$	8 mg/l	0.1 mg/l	Während der meisten Zeit vor- herrschende Form des anorg. N.
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.02 mg/l	0.001 mg/l	Maximalwerte nach Zirkulation (Nitrifikation von $\text{NH}_4$ )
$\text{PO}_4\text{-P}$	2 mg/l	0.001 mg/l	Maximalwerte im August 1978 in 8.4 m Tiefe; Minimalwerte Juni und Septem- ber 1978
Chlorophyll a	237 $\text{mg/m}^3$	2 $\text{mg/m}^3$	Maximalwerte nach Herbstzirkulation 1977; Minimalwerte im November, Dezember, Januar.

Die Biomasse des Phytoplanktons läßt sich an Hand des Chlorophyll-a-Gehaltes berechnen. Frühjahrsmaxima erreichen Werte von 50-90  $\text{mg/m}^3$  Chlorophyll-a, im Sommer können Werte bis zu 200  $\text{mg/m}^3$  auftreten; auch ein Herbstmaximum kommt vor. Das Phytoplankton ist als Nahrung für planktische Filtrierer und Bodentiere die wichtigste organische Energiequelle. Die Maxima im Auftreten der Phytoplankter werden später in Beziehung zum Wachstum der Chironomiden diskutiert.

## 5. Ergebnisse der Benthosuntersuchungen

### 5.1 Artenspektrum und Verteilung

Es wurden 26 Arten bestimmt (NEUBERT 1980). Die dominanten Arten waren *Chironomus plumosus* L.; *Glyptotendipes paripes* EDW., *Polypedilum nubeculosum* MG, *Endochironomus intextus* WALK. und *Dicrotendipes nervosus* STAEG.

Es ließen sich zwei Verteilungsschwerpunkte der dominanten Arten feststellen. Das Häufigkeitsmaximum der litoralen Arten *Glyptotendipes paripes*, *Polypedilum nubeculosum*, *Endochironomus intextus* und *Dicrotendipes nervosus* lag in 1-3 m Tiefe. Die Larven von *C. plumosus* dominierten in 4-5 m Tiefe.

Tab. 2: Vertikale Verteilung der dominanten Chironomidenarten im Heiligensee  
Individuen/m<sup>2</sup>, Durchschnittswerte von 14 Proben.

Tiefe	<i>Endochironomus intertextus</i>	<i>Glyptotendipes paripes</i>	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	<i>Chironomus plumosus</i>
0.5	77.9	70	57	14
1	1039	207	221	48
2	267	181	141	133
3	11.5	26	20	470
4	1.5	7	36	755
5	1	1	10	330
6	-	-	13	179.5
7	-	-	-	33

Die Chironomiden stellen mit 73-87% der Biomasse den größten Anteil im Benthos. Bei den meisten Arten treten mindestens 2 Generationen auf. Die Sommergeneration ist dabei zahlenmäßig und gewichtsmäßig kleiner als die Wintergeneration. Die Larven von *C. plumosus* zeigen nach Herbstzirkulation und Phytoplankton-Frühjahrsmaximum ihren größten Zuwachs (September bis Dezember von 5-6 mg auf 20 mg, im März bis Mai von 20 auf 45 mg Frischgewicht).

## 5.2 Produktion und Respiration

Die Ergebnisse zeigen eine unterschiedliche Beteiligung von *C. plumosus* an der Gesamt-Produktion der Chironomiden in den untersuchten Jahren: 17% 1972, 35% 1978 und (geschätzt, da hier nur das 1. Halbjahr berücksichtigt wurde) 50% für 1980. Die Produktion der untersuchten Jahre schwankt bis zum ca. 10-fachen. Ähnliche Werte und Schwankungen wurden in Gewässern Englands und Polens beobachtet (KAJAK et al. 1972; MAITLAND et al. 1972; POTTER, LEARNER 1974; MANSON 1977). Diese Werte sind sicherlich nur als Minimalwerte anzusehen, da in den meisten Fällen wegen der schwierigen Berücksichtigung der 1. Larvenstadien eine Unterbestimmung der Produktion erfolgt (BRINKHURST 1974).

Tab. 3: Produktion und Respiration der Chironomidengesellschaft im Heiligensee

		Respiration KJ/m <sup>2</sup> /Jahr	Produktion KJ/m <sup>2</sup> /Jahr	Assimilation KJ/m <sup>2</sup> /Jahr
<i>Chironomus plumosus</i>	1972	46.83	39.35	86.18
	1978	950.00**	656.02	1606.02**
	1980	86.40	57.65	144.05
Andere Chironomiden	1972	437.96	186.00	623.96
	1978	1800.00**	1200.00	3000.00
	1980	83.62	55.72	139.34
Total	1972	484.79	225.35	710.14
	1978	2750.00**	1856.02	4606.02**
	1/2 1980	170.02	113.37	283.39

\*\* kalkuliert nach KAJAK et al. (1972) und EDMONDSON, WINBERG (1971).

## 6. Bilanz für den Heiligensee

Die durchschnittliche Globalstrahlung beträgt für Berlin  $3.562 \times 10^6$  KJ/m<sup>2</sup>/Jahr. Die photosynthetisch aktive Strahlung beträgt davon nach MONTHEITH (1965) etwa 45%, d.h.  $1.6029 \times 10^6$  KJ/m<sup>2</sup>/Jahr. Bei einer Nutzungsrate der Primärproduktion von 0.2% der Globalstrahlung (Esrom-See; Loch Leven 0.35) ergibt sich für den Heiligensee folgendes:

Tab. 4: Teil-Energiebilanz des Heiligensees

Globalstrahlung (GS)	$3.562 \times 10^6$ KJ/m <sup>2</sup> /Jahr
PhaR	$1.6029 \times 10^6$ KJ/m <sup>2</sup> /Jahr (45 % GS)
Primärproduktion	$0.703 \times 10^6$ KJ/m <sup>2</sup> /Jahr (0.25 % GS)
Chironomiden	113 - 1856 KJ/m <sup>2</sup> /Jahr
	1.6 - 26 % der Primärproduktion

Im Heiligensee ist die Primärproduktion möglicherweise noch größer als hier angenommen, da die Nährstoffkonzentrationen für das Phytoplankton nur selten begrenzend sind (FRANK et al. 1980). Die Produktion der Chironomiden beträgt 2-26% der Primärproduktion. Diese Werte stimmen gut mit vergleichbaren Seen in Dänemark (13%) (JONASSON 1972), England (3.8%) (MAITLAND et al. 1972) sowie den Masurischen Seen (8.7 - 25.5%) (KAJAK et al. 1972) überein. Da der Heiligensee durch Fallaub beträchtliche Mengen an organischer Substanz erhält und im Hypolimnion 7-17 x 10<sup>6</sup> Zellen/ml Bakterien auftreten (BEITZ 1980), ist hier mit einer zusätzlichen Nahrungsquelle zu rechnen. Die Ausnutzung des Phytoplanktons dürfte daher geringer sein, als in Tab. 4 angegeben. Die Larven nutzen andere Futterquellen, da die sedimentierenden Algen zu  $\frac{2}{3}$  abgebaut sind (JONASSON 1972).

### 6.1 Respiration und Auswirkung auf den O<sub>2</sub>-Haushalt

Die Respiration des gesamten Benthos inklusive der Bakterien ist nicht nur unter dem Aspekt des Energieflusses wichtig, sondern auch für das Auftreten der O<sub>2</sub>-Zehrung während der Stagnationsperioden. Die Respirationswerte liegen für die Larven von *C. plumosus* zwischen 107.17 und 500.15 mg O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/Monat und zwischen 314.38 und 2572.2 mg O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/Monat für die gesamte Chironomidenpopulation. Die höchsten Werte werden in den Sommermonaten, die niedrigsten im späten Winter erreicht. In der Schicht von 5 m Tiefe mit einem Maximum an Larven bis 800 Ind/m<sup>2</sup> zu Beginn der Stagnationsphase konnte kein O<sub>2</sub>-Mangel festgestellt werden, weder infolge Respiration der Larven noch infolge von Aktivierung von Bakterien oder Exkretion. Dieser Befund steht im Gegensatz zu experimentell erarbeiteten Werten von GRANELI (1979), der eine 50%ige Erhöhung der O<sub>2</sub>-Aufnahme durch das Sediment bei 250 Ind/m<sup>2</sup> feststellte.

Der O<sub>2</sub>-Verbrauch im Heiligensee läßt sich sehr viel besser durch Dekompositionsprozesse des wärend und nach dem Phytoplanktonmaximum sedimentierenden Phytoplanktons erklären; die Zellzahlen sind im Hypolimnion mit 7-17 x 10<sup>6</sup>/ml deutlich höher als im Epilimnion mit 2-6 x 10<sup>6</sup> Zellen/ml (BEITZ 1980).

### 6.2 Bedeutung der Larven für den Nährstoffhaushalt

Im Hypolimnion findet während der Stagnationsphasen eine Anreicherung der Nährstoffe PO<sub>4</sub>-P und NH<sub>4</sub> statt. Aus Experimenten von ROSSOLIMO (1939), GALEPP et al. (1978) und TESSENOW (1974) ergeben sich für den Heiligensee Anreicherungs-faktoren von 6 mg/m<sup>2</sup>/d für PO<sub>4</sub>-P und 2.9 mg/m<sup>2</sup>/d für NH<sub>4</sub> bei 800 Ind/m<sup>2</sup>. Untersuchungen der Heiligensee-Projekt-Gruppe zeigen eine Anreicherung von PO<sub>4</sub>-P und NH<sub>4</sub>-N nur in den tiefsten Seeteilen. Die dabei gemessenen Werte von 2.0 mg PO<sub>4</sub>-P und 8 mg NH<sub>4</sub>-N am Ende der Stagnationsphase sowie das Fehlen erhöhter Werte im Bereich von 5 m Tiefe weisen auf eine langsame Freisetzung durch Diffusions- und Strömungsvorgänge hin.

## 7. Schlußbetrachtung

Suchen wir nach möglichen Fehlerquellen, so birgt die Probenentnahme die größten Gefahren. Auf sandigem Grund können in einzelnen Probensets Abundanzschwankungen bis zu 50% auftreten. Im schlammigen Bereich sind die Abweichungen geringer. Auf Grund einer allgemeinen Fehlerbetrachtung wird angenommen, daß die Konfidenzintervalle für die Produktion  $\pm 25\%$  sind (CHARLES et al. 1972).

Die Globalstrahlung lag 1978 und 1979 12-14% unter dem 10jährigen Strahlungsmittel. Es lassen sich aber keine Einflüsse auf Veränderungen in der Benthosproduktion erkennen. JONASSON (1972) stellte am Esrom-See einen Trend zur höheren Produktion bei höherer Globalstrahlung fest. Da für den Heiligensee nur kalkulierte Werte für die Primärproduktion vorliegen, kann darüber nichts ausgesagt werden.

Die Produktionseffizienz ist mit 2-25% der Primärproduktion im Normalbereich des Energietransfers zwischen zwei trophischen Ebenen. HUMPHREYS (1979) gibt Werte von 38-47% für Herbivore und Detritivore an. Der Heiligensee zeigt also einen hohen Wirkungsgrad bei der Umwandlung der Energie in verschiedenen trophischen Stufen. Es stehen den Fischen als letzter Komponente dieses Ökosystems beträchtliche Energiemengen in Form der benthischen Chironomidenlarven zur Verfügung.

Mitarbeiter des Heiligensee-Projektes: E. Beitz: Bakterien; C. Berger: Strahlungsklima; I. Chorus: Respiration bei *Daphnia*; W. Dohle: *Leptodora kindtii*; S. Ewald: Diptomiden; C. Frank: Benthos; M. Kretzschmar: Sedimentation; P. Maerker: Phytoplankton; S. Rodiger: Phytoplankton; M. Schubert: Pelagische Copepoden; G. Siebold: Daphnien; E. Szymanski-Bucarey: Rotatorien; R. Thiel: Copepoden im Sediment.

#### Literatur

- BEITZ E., 1980: Bestimmungen der Gesamtbakterienzahl und ihre vertikale Verteilung im Heiligensee. Diplomarbeit FU Berlin.
- BRINKHURST R.O., 1974: The benthos of lakes. London (MacMillan Press.): 190 p.
- CHARLES W.N., EAST K., BROWN D., GRAY M.C., MURRAY Th.D., 1972: The population of larval Chironomidae in the mud at Loch Leven, Kinross. Proc. R. Soc. Edinb. 74: 241-258.
- CUMMINS K.W., WUYCHECK J.C., 1971: Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. Mitt. Int. Ver. theor. angew. Limnol. 18: 1-158.
- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. 1975, 3. Aufl., Weinheim (Verlag Chemie).
- EDMONDSON W.T., WINBERG G.G., 1971: A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. IBP Handbook 17, Oxford/London (Blackwell).
- FRANK C., SCHUBERT M., THIEL R., SZYMANSKI-BUCAREY E., 1980: Gewässer Heiligensee. In: Landschaftsentwicklung u. Umweltforschung (TU Berlin) 3: 76-93.
- FRANKE C., 1973: Limnologische Untersuchungen am Makrobenthos des Heiligensees und Tegler Sees. Diplomarbeit FU Berlin (FB Biologie).
- GALEPP G.W., KITCHELL J.F., BARTELL S.M., 1978: Phosphorus release from lake sediment as affected by chironomids. Verh. int. Ver. Limnol. 20: 458-465.
- GRANELI W., 1979: The influence of Chironomus plumosus larvae on the oxygen uptake of sediment. Arch. Hydrobiol. 87: 385-403.
- HUMPHREYS W.F., 1979: Production and respiration in animal populations. J. anim. Ecol.
- JONASSON P.M., 1972: Ecology and production of the profundal benthos in relation to phytoplankton in Lake Esrom. Oikos Suppl. 14: 1-148.
- JONASSON P.M., 1979: Lake Myvatn. Oikos 32: 1-308.
- KAJAK Z., HILLBRICHT-ILKOWSKA A., PIECZYNSKA E., 1972: The production processes in several polish lakes. In: Proc. IBP-UNESCO Symp. 'Productivity problems of freshwaters' Warszawa: 129-147.
- McFARLANE A., McLUSKY D.S., 1972: The oxygen consumption of Chironomid Larvae from Loch Leven in relation to temperature. Comp. Biochem. Physiol. 43 A: 991-1001.
- MAITLAND P.S., CHARLES W.N., MORGAN N.C., EAST K., GRAY M.C., 1972: Preliminary research on the production of chironomidae in Loch Leven, Scotland. In: Proc. IBP-UNESCO Symp. 'Productivity problems of freshwaters' Warszawa: 795-812.
- MANSON C.F., 1977: Populations and production of benthic animals in two contrasting shallow lakes in Norfolk. J. anim. Ecol. 46: 147-172.
- MONTHHEITH J.L., 1965: Radiation and crops. Exp. Agric. 1: 241-251.
- NEUBERT I., 1980: Einfluß der Herbstzirkulation auf die limnische Bodenfauna am Beispiel der Chironomidengesellschaft im Heiligensee. Staatsexamensarbeit FU Berlin (FB Biologie).

- POTTER D.W., LEARNER M.A., 1974: A study of the benthic macroinvertebrates of a shallow eutrophic reservoir in South Wales with emphasis on the Chironomidae (Diptera), their life histories and production. Arch. Hydrobiol. 74: 186-226.
- ROSSOLIMO L.L., 1939: Rollichino Chironomus plumosus v obmene veshchestvom mezhd u iloy mi otlozheniyami i vodai ozera. (The role of Chironomus plumosus larvae in the exchange of substances between the deposits and the water in a lake). Trudy limnol. Sta. Kosine 22: 35-52.
- STRICKLAND J.D., PARSONS T.R., 1968: A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada 167: 1-311.
- TESSENOW U., 1964: Experimentaluntersuchungen zur Kieselsäurerückführung aus dem Schlamm der Seen durch Chironomidenlarven. Arch. Hydrobiol. 60: 497-504.

Adresse

Dr. Christian Frank  
Institut f. Tierphysiologie u. Angewandte Zoologie  
Freie Universität Berlin  
Haderslebener Straße 9  
D-1000 Berlin 41

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [9\\_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Frank Christian

Artikel/Article: [Bedeutung von Chironomidenlarven für den Stoffumsatz in einem eutrophen Stadtrandgewässer 87-93](#)