Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Wien 1975.

DER NEUSIEDLERSEE – CHARAKTERISTISCHE EIGENSCHAFTEN UND DEREN AUSWIRKUNGEN AUF DAS ZOOPLANKTON.

A. HERZIG

Abstract

In the case of Neusiedlersee – a shallow, alkaline lake – the impact of several abiotic factors on the zooplankton community is rather strong. Changes in salinity are reflected by the species composition. The influences of temperature, wind and turbidity differ seasonally and are depending on the population structure as it is shown for *Diaphanosoma brachyurum*.

Der Neusiedlersee ist seit dem Ende des 19.Jahrhundert Objekt limnologischer Forschungsaktivitäten, quantitative Planktonanalysen gibt es jedoch nur ganz wenige (ZAKOVSEK 1961). Es rückten erst in der Zeit des IBP (1967–1974) solche Fragen wieder in den Vordergrund (DOKULIL in Vorber., HERZIG 1973, 1974). Während dieser Periode hat man sich nun in erster Linie mit produktionsbiologischen Fragen beschäftigt, damit aber auch Daten über mehrere Jahre gewonnen, die es nun ermöglichen Bestand, Biomasse, Produktion und Dynamik der einzelnen Arten mit abiotischen und biotischen Faktoren zu vergleichen. Welche Faktoren in diesem extremen Binnensee als die steuernden anzusehen sind sollte sich mit Hilfe der Faktorenanalyse darstellen lassen. Ein erster, einfacher Versuch am Beispiel der abiotischen Faktoren soll hier dargestellt werden.

Charakteristik des Sees

Die Form des Seebeckens gleicht einer riesigen, flachen Pfanne von ca 320 km^2, wovon allerdings 140 km^2 auf einen dichten Schilfgürtel entfallen. Die große freie Seefläche, die geringe durchschnittliche Wassertiefe von 1,3 m, sowie die windexponierte Lage bedingen eine ständige, intensive Durchmischung des gesamten Wasserkörpers. Dadurch wird jede ausgeprägte Vertikalschichtung verhindert, ein Verfrachten von Bodenmaterial und eine starke Trübung des Sees sind die Folge.

Windstille Perioden sind eine Seltenheit, Windgeschwindigkeiten von 30–50 km/h treten dagegen recht häufig auf.

Die geringe Meereshöhe (115 m) und das pannonische Klima bewirken bereits im April Temperaturen um 15°C, im Sommer 5-Tagesmittelwerte von 25–30°C und ein Absinken der Temperatur unter 5°C erst im November. Der See friert frühestens Ende November, meist aber erst Ende Dezember zu; die mittlere Eisdauer beträgt 50 Tage, wobei seit 1971 die Eisperioden immer kürzer wurden und die rasche Erwärmung im Frühjahr bereits im März einsetzte.
Das Seewasser weist einen erhöhten Salzgehalt auf (1 g/l, Na^+, Mg^{++}, bzw. HCO_3^-, CO_3^{--} und SO_4^{--} sind die wesentlichen Komponenten). Die Leitfähigkeit

schwankt zwischen 1000 und 1700 mikrosiemens, die Alkalinität zwischen 6.8–11.4 mval/l und der pH beträgt 8–8.5 (NEUHUBER 1971, und unveröff.). Verglichen mit früheren Ergebnissen hat der Mineralsalzgehalt während der letzten Jahre, parallel mit einer Anhebung des Wasserspiegels, abgenommen. Außerdem ist ein Rückgang des Sodaanteiles festzustellen (NEUHUBER 1971).

Die Planktoncrustaceen des Sees

4 Copepoden und 5 Cladoceren bilden das Artenspektrum im freien See, jedoch ist von jeder Gruppe nur eine Art dominant; bei den Cladoceren ist es *Diaphanosoma brachyurum*, bei den Copepoden *Arctodiaptomus spinosus*; sie prägen das Gesamtbild im Jahresablauf. Der Anteil von *Arctodiaptomus* an der Gesamtpopulation beträgt im Jahresdurchschnitt (1968–1974) 60–75%; *Diaphanosoma*, eine typische Sommerform, erreicht während ihrer Wachstumsphase 8–40%, ist aber im Frühsommer die dominante Art und stellt dann bis zu 62% der Gesamtpopulation. 16–28% ist im Durchschnitt der Anteil der *Cyclopiden*. Den unbedeutenden Rest von 0.9–5,2% im Durchschnitt bilden *Ceriodaphnia quadrangula, Daphnia longispina, Bosmina longirostris* und die gelegentlich im freien See auftretende *Ceriodaphnia reticulata.*

Chemismus und Plankton

Alle im Neusiedlersee vorkommenden Arten weisen eine Toleranz gegenüber erhöhter Alkalinität und Salinität auf (Tab. 1). *Arctodiaptomus spinosus* ist überhaupt ein Spezialist für Sodagewässer (LÖFFLER 1961) und erträgt Werte bis zu 700 mval/l, wobei bis 500 mval/l die Reproduktion erhalten bleibt. *Diaphanosoma brachyurum* toleriert bis zu 50 mval/l, dabei kann aber nur mehr die embryonale Phase ablaufen, die freischwimmenden Stadien sterben sofort; ein normaler Entwicklungsablauf (mit geringer Mortalität) der postembryonalen Phase bis zur Produktion von Nachkommen ist aber nur bis 25 mval/l gegeben. Die untere Grenze ist für *Arctodiaptomus spinosus* 2.8 mval/l, für alle anderen Arten liegt sie zwischen 1 und 2 mval/l (HERZIG in Vorber.).

Tabelle 1 Alkalinitätstoleranz einiger Crustaceen aus dem Neusiedlersee. (Literaturwerte LÖFFLER 1961 : A; Labordaten HERZIG in Vorber.: B)

	Alkalinität mval/l(HCO_3^- + CO_3^{--})	
	A	B
Diaphanosoma brachyurum	– 39.4	1.6– 50.0
Daphnia longispina	– 26.8	1.6– 15.0
Daphnia pulex	– 26.8	1.6– 52.0
Ceriodaphnia quadrangula	– 18.4	2.4– 15.0
Moina rectirostris	>200.0	6.5–220.0
Bosmina longirostris	– 16.0	1.6– 15.0
Arctodiaptomus spinosus	–500.0	2.8–700.0
Mesocyclops leuckarti	– 13.3	1.6– 15.0

Vergleicht man die Artenliste der Jahre 1967–1974 mit jenen früherer (GEYER & MANN 1939, BENDA 1950, PESTA 1952, RUTTNER-KOLISKO & RUTTNER 1959, ZAKOVSEK 1961) so fällt auf, daß *Moina rectirostris*, eine Art, die bis 1950 noch sehr häufig angeführt wird (PESTA 1952), seit 1952 (ZAKOVSEK 1961) nicht mehr im Plankton des freien Sees aufscheint. *Moina rectirostris* ist eine Art, die eine Salinität von 32%, Alkalinitätswerte von über 200 mval/l toleriert (LÖFFLER 1961). Im Labor ergaben Zuchten einen Toleranzbereich gegenüber Alkalinität von 6.5–220 mval/l, wobei im Falle der Grenzbereiche die Sterblichkeitsrate sehr hoch war (HERZIG, in Vorber.).

Auf das Absinken des Mineralsalzgehaltes während der letzten Jahre, parallel mit einer Anhebung des Wasserspiegels, wurde bereits hingewiesen. Vier Beispiele sollen jedoch dies veranschaulichen. VARGA & MIKA (1937) geben bei einem Seepegel von 50–70 cm noch einen Abdampfrückstand von 3.5–16 g/l (im Sommer bis 20 g/l) an. HOCK (1957) findet für einen Wasserstand von 80–100 cm 1.8 g/l, KNIE (1958) 1.5 g/l. Im Augenblick ist bei einem Pegel von durchschnittlich 130 cm 1 g/l (NEUHUBER 1971) zu verzeichnen.

Das Verschwinden von *Moina rectirostris* vollzieht sich also parallel mit dem Absinken des Salzgehaltes. Ähnliches konnte auch EDMONDSON (1969) bei *Moina hutchinsoni* beobachten.

Für den Neusiedlersee ist aber noch zu erwähnen, daß *Moina rectirostris*, gemeinsam mit *Arctodiaptomus spinosus*, noch immer eine wesentliche Komponente der salzhaltigeren „Zicklacken" im Osten des Neusiedlersees darstellt (LÖFFLER 1959, HERZIG unveröff.). *Diaphanosoma brachyurum* hingegen fehlt in diesen Gewässern. Es scheint also *Diaphanosoma*, die in früheren Jahren kein dominanter Plankter im Neusiedlersee war, durch das Ausscheiden von *Moina* und dem geringeren Salzgehalt eine günstige Nische vorgefunden zu haben und somit zu einer tragenden Komponente des Planktons geworden zu sein.

Der Einfluß von Wind und Temperatur am Beispiel von *Diaphanosoma brachyurum*.

Diaphanosoma brachyurum, ein Filtrierer feiner Suspensionen, ist eine stark ausgeprägte Sommerform, die im Frühjahr ab April/Mai, im Neusiedlersee auch schon im März, bei Temperaturen von 5–7°C erscheint und im Laufe von November/Dezember (t°C = 5–10) verschwindet. Die Art ist sehr empfindlich gegenüber Turbulenz und Verklumpung mit Detritus, was im Herbst, verbunden mit dem Absinken der Temperatur zu einem raschen Verschwinden führt (FINDENEGG 1943, HAUER-EICHARDT 1954, NAUWERCK 1963, MITTELHOLZER 1970, ODERMATT 1970, FLÖSSNER 1972, HERZIG 1974, u.a.m.).

Die Art überdauert den Winter in Form von Dauereiern, die sich im anschließenden Frühjahr (Mitte März-Anfang Mai) zu entwickeln beginnen, wobei die kritische Temperatur zwischen 4 und 6°C liegt (HERZIG in Vorber.).

Der Einfluß von Temperatur und Wind, bzw. dadurch erzeugter Turbulenzen und Trübung des Wassers, soll an Hand der Beziehung dieser Faktoren zur Populationszuwachsrate und Todesrate dargestellt werden.

Für das Frühjahr lassen sich immer positive Zuwachsraten feststellen, im Sommer positive und negative, im Herbst nur negative (Abb. 1). Die höchsten Zuwachsraten sind zum Zeitpunkt des Schlüpfens aus dem Dauerei beziehungsweise

anschließend daran, wenn diese erste Generation bereits Subitaneier produziert, aber auch noch immer Dauereier zum Schlüpfen kommen (Temperatur: 8–14°C). Mit zunehmender Temperatur und steigender Individuendichte werden die Raten immer geringer. Parallel mit dem Temperaturrückgang geht eine Abnahme der Indi-

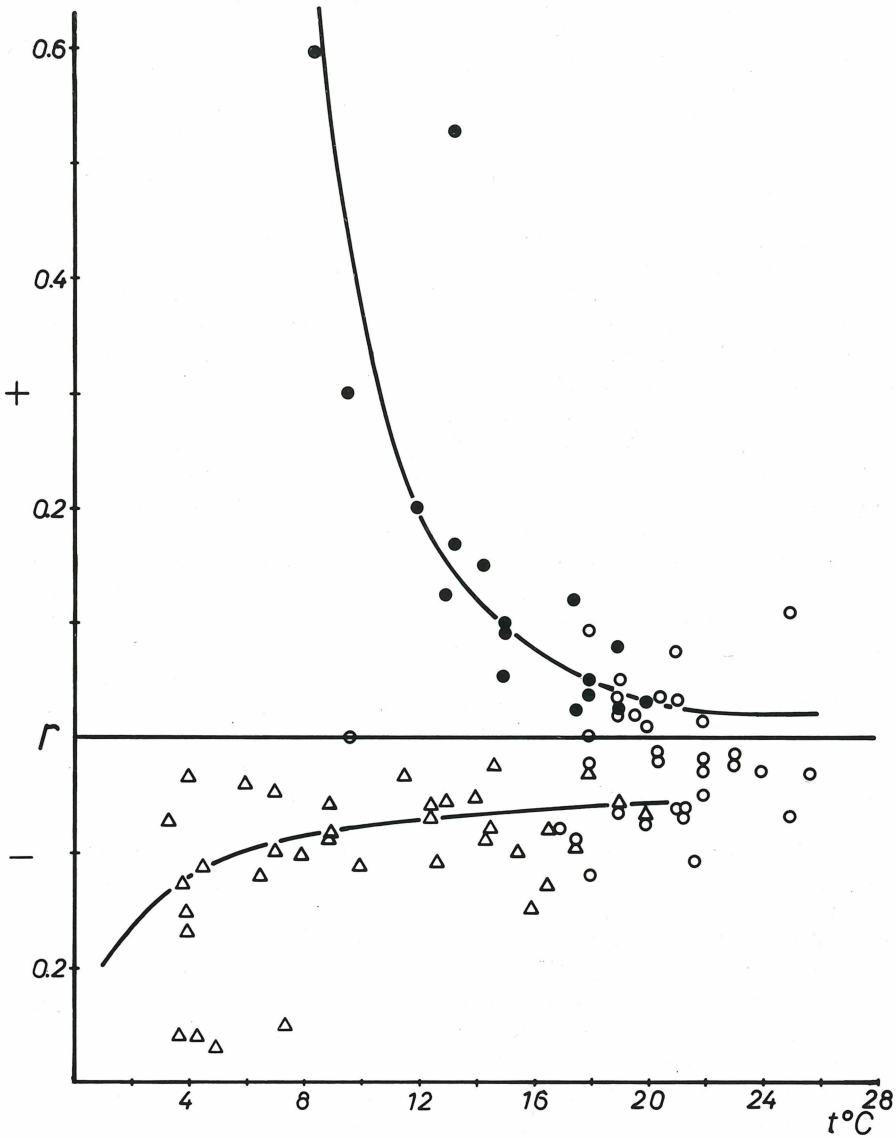

Abb. 1 Beziehung zwischen Temperatur (Abszisse) und Populationszuwachsrate (Ordinate)
● Frühjahr (Korr. koeff. linear, $r = -0.58$; $p < 1\%$)
○ Sommer
△ Herbst (Korr. koeff. linear, $r = 0.39$; $1\% < p < 5\%$)

viduendichte, die bei Temperaturen unter 6°C bis 26% täglich betragen kann (Abb. 1).

Noch klarer ist der Einfluß der Temperatur der Beziehung zwischen Populationszuwachs und der tatsächlichen Temperaturänderung in der Zeiteinheit zu entnehmen (Abb. 2). Daraus geht hervor, daß die höchsten positiven Raten zum Zeitpunkt der raschesten Erwärmung, die höchsten negativen Raten bei maximaler Abkühlung auftreten. Eine Erwärmung von 3–5°C innerhalb von 10 Tagen kann zu einen täglichen Anstieg der Individuendichte von 20–60% führen. Es soll auch erwähnt werden, daß sowohl im Frühjahr, als auch im Herbst eine erhöhte Sterblichkeit bei niederen Temperaturen gegeben ist (Abb. 4a).

Neben der Temparatur sind es vor allem Wind, die dadurch erzeugten Turbulenzen und hohe Gehalte an Trübepartikel im Wasser, die als abiotische Faktoren Auf- und Abbau dieser Population entscheidend beeinflussen können. Die Wirkung des Windes ist je nach Jahreszeit verschieden (Abb. 3a, b). So sind zum Beispiel im Frühjahr, trotz hoher Windgeschwindigkeiten, positive Zuwachsraten vorhanden, die auf hohe Geburtsraten zurückzuführen sind. Der Einfluß des Windes läßt sich

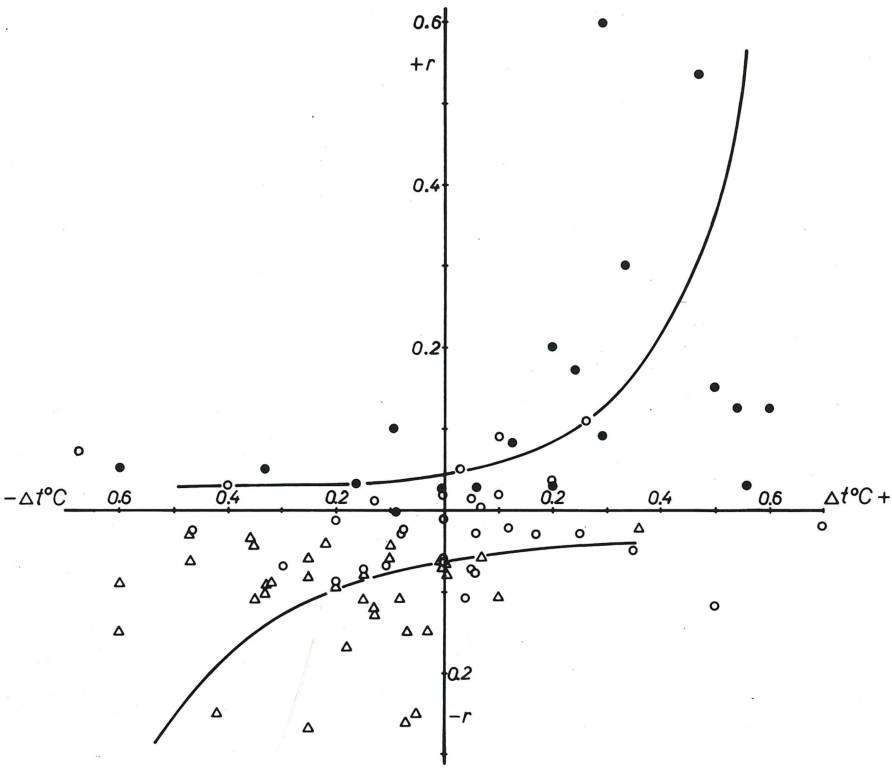

Abb. 2 Beziehung zwischen Temperaturänderung in der Zeiteinheit (Abszisee) und Populationszuwachsrate (Ordinate)

● Frühjahr (Korr. koeff. 3. Potenz, r = 0.58)

○ Sommer

△ Herbst (Korr. koeff. 3. Potenz, r = 0.27)

aber klar an Hand der Todesrate feststellen, die im Frühjahr signifikant vom Wind abhängig ist (Abb. 4c). Noch deutlicher ist der Einfluß der Trübepartikel zu erkennen (Abb. 4d).

Es darf aber auch die Größe der Tiere nicht unberücksichtigt bleiben, da vor allem im Frühjahr die Population eine längere Periode hindurch von Juvenes dominiert wird. Zu dieser Zeit sind Todesrate und Größe der Tiere signifikant korreliert (Abb. 4b), wobei der mechanische Effekt der Trübepartikel, besonders auf frisch geschlüpfte Tiere, zur Wirkung kommt.

Während der Sommermonate ist der Einfluß abiotischer Faktoren nicht klar ersichtlich; ausgeprägt ist er allerdings wieder im Herbst. Wie schon erwähnt ist *Diaphanosoma brachyurum* eine Warmwasserform, bei der rasches Abkühlen erhöhte Sterblichkeit bewirkt. Im Herbst wirken sich nun im Neusiedlersee nicht nur niedere Temperaturen, sondern auch Wind und Trübe aus. Es treten nur mehr

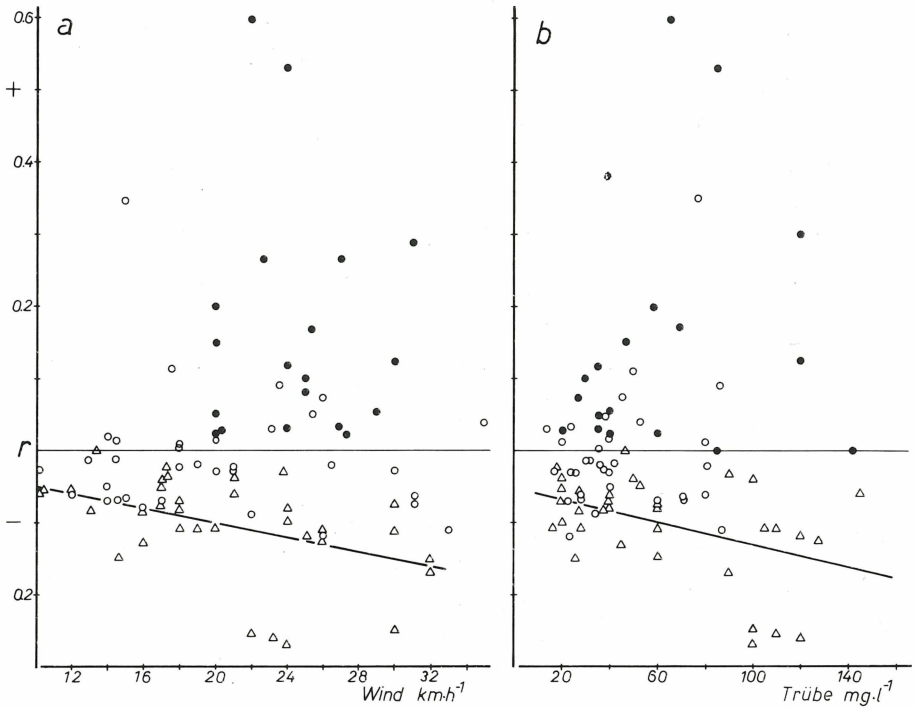

Abb. 3a Beziehung zwischen Windgeschwindigkeit (Abszisse) und Populationszuwachsrate (Ordinate)
● Frühjahr
○ Sommer
△ Herbst (Korr. koeff. linear, r = −0.46; P < 1%)
b Beziehung zwischen Trübe (Abszisse) und Populationszuwachsrate (Ordinate)
● Frühjahr
○ Sommer
△ Herbst (Korr. koeff. linear, r = −0.44; P < 1%)

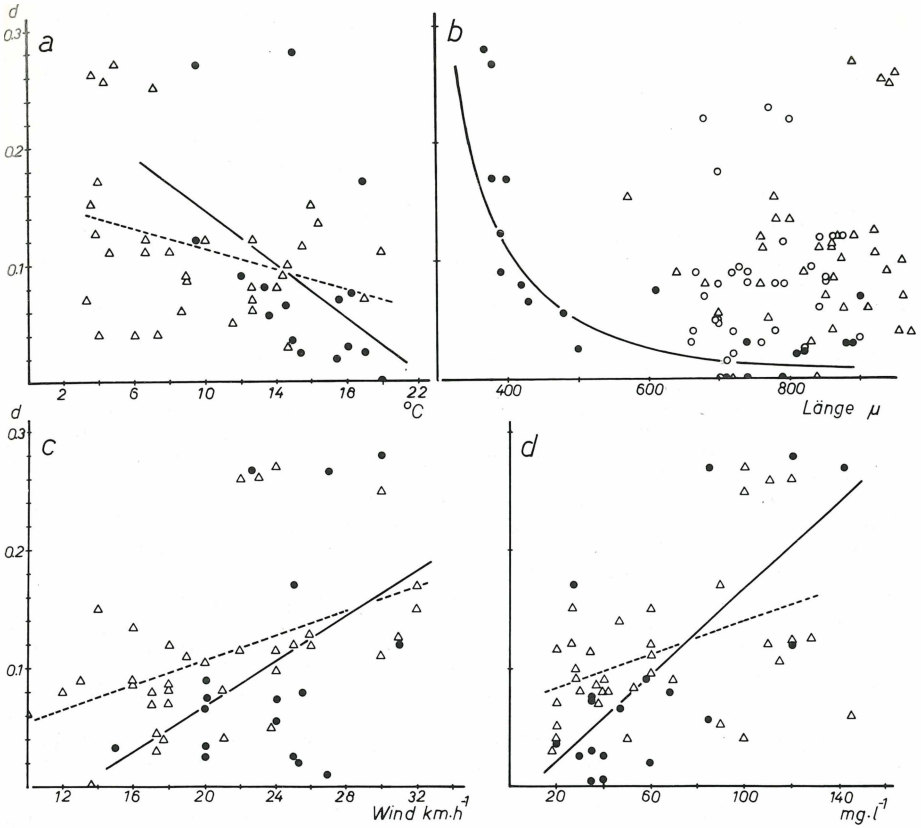

Abb. 4a Beziehung zwischen Temperatur (Abszisse) und Todesrate (Ordinate) ——, ● Frühjahr (Korr. koeff. linear, r = −0.44; P < 5%) ––, △ Herbst (Korr. koeff. linear, r = −0.34); *b* Beziehung zwischen Länge (Abszisse) und Todesrate (Ordinate), ● Frühjahr (Korr. koeff. 3. Potenz, r = −0.85; P < 1%), ○ Sommer, △ Herbst; *c* Beziehung zwischen Windgeschwindigkeit (Abszisse) und Todesrate (Ordinate); ——, ● Frühjahr (Korr. koeff. linear, r = 0.42; P < 5%) ––, △ Herbst (Korr. koeff. linear, r = 0.50; P < 1%); *d* Beziehung zwischen Trübe (Abszisse) und Todesrate (Ordinate), ——, ● Frühjahr (Korr. koeff. linear, r = 0.72; P < 1%), ––, △ Herbst (Korr. koeff. linear, r = 0.42; P < 1%).

negative Raten auf, wobei eben Temperaturrückgang und Wind (Abb. 3a) beziehungsweise Trübe (Abb. 3b) einen additiven Effekt erzeugen.

DANK: Für das Überlassen der meteorologischen Daten sei den Kollegen der Zentralanstalt für Meteologie und Geodynamik besonders gedankt.

LITERATUR

BENDA, H. (1950): Fischereibiologisches über den Neusiedlersee. *Öst. Fischerei* 3(8/9): 189–194.

EDMONDSON, W.T. (1969): The present condition of the saline lakes in the Lower Grand Coulee, Washington. *Verh. Int. Ver. Lomnol.* 17: 447–448.

FINDENEGG, I. (1943): Zur Kenntnis der planktischen Cladoceren Kärntens. Carinthia, II, 47–67.
FLÖSSNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura. In: Die Tierwelt Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena.
GEYER, F. & H. MANN (1939): Limnologische und fischereibiologische Untersuchungen am ungarischen Teil des Fertö (Neusiedlersee). *Annal. Biol. Tihany* 11: 64–193.
HAUER-EICHARDT, H. (1954): Das Zooplankton in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 20: 305–374.
HERZIG, A. (1973): Phänologie, Populationsdynamik und Produktion des Crustaceenplanktons im Neusiedlersee. Diss. Univ. Wien.
HERZIG, A. (1974): Some population characteristics of planktonic crustaceans in Neusiedlersee. *Oecologia (Berl.)* 15: 127–141.
HOCK, R. (1957): Ein Beitrag zur Chemie des Neusiedler Seewassers. *Prakt. Chemie, Wien,* 8/6: 163–166.
KNIE, K. (1959): Über den Chemismus der Wässer im Seewinkel und des Neusiedler Sees. *Wiss. Arb. Burgenland, Eisenstadt* 23: 65–68.
LÖFFLER, H. (1959): Zur Limnologie, Entomostraken- und Rotatorienfauna des Seewinkelgebietes (Burgenland, Österreich). *S.-B. öst. Akad. Wiss. Math. -nat. Kl.* 168: 315–362.
LÖFFLER, H. (1961): Beiträge zur Kenntnis der iranischen Binnengewässer II. *Int. Rev. Hydrobiol.* 46: 309–406.
MITTELHOLZER, E. (1970): Populationsdynamik und Produktion des Zooplanktons im Greifen- und Vierwaldstättersee. *Schweiz. Z. Hydrol.* 32(1): 90–149.
NAUWERCK, A. (1963): Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb. Bot. Upsal.* 18(5): 1–163.
NEUHUBER, F. (1971): Ein Beitrag zum Chemismus des Neusiedlersees. *S.-B. öst. Akad. Wiss. Math. -nat. Kl.* Abt. I, 179(8/10): 225–231.
ODERMATT, D.M. (1970): Limnologische Charakterisierung des Lauerzersees mit besonderer Berücksichtigung des Planktons. *Schweiz. Z. Hydrol.* 32(1): 1–75.
PESTA, O. (1952): Studien über die Entomostrakenfauna des Neusiedlersees. *Wiss. Arb. Burgld.* 2: 1–82.
RUTTNER-KOLISKO, A. & F. RUTTNER (1959): Der Neusiedlersee. In: Landschaft Neusiedlersee (Grundriß der Naturgeschichte des Großraumes Neusiedlersee). *Wiss. Arb. Burgld.* 23: 195–201.
VARGA, L. & F. MIKA (1937): Die jüngsten Katastrophen des Neusiedlersees und ihre Einwirkungen auf den Fischbestand des Sees. *Arch. Hydrobiol.* 31: 527–546.
ZAKOVSEK, G. (1961): Jahreszyklische Untersuchungen am Zooplankton des Neusiedlersees. *Wiss. Arb. Burgld.* 27: 1–85.

Anschrift des Verfassers

Dr. A. HERZIG, Limnologisches Institut der öst. Akademie d. Wissenschaften, Berggasse 18/19, A–1090 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 5_1976

Autor(en)/Author(s): Herzig Alois

Artikel/Article: Der Neusiedlersee, charakteristische Eigenschaften und deren Auswirkungen auf das Zooplankton 189-196