

Wechselwirkungen zwischen Phyto- und Zooplankton in gedüngten Kleinteichen

- Gabriele Heisig-Gunkel -

Chemical parameters as well as phytoplankton and zooplankton development in fertilized ponds are given in dependance of various concentrations of food-supply. Some interactions between phyto- and zooplankton are discussed. The *Daphnia* population reaction on lack or excess food-supply is shown.

Daphnia pulex, interactions, population dynamics.

1. Zur Chemie der Versuchsteiche

Die Untersuchungen wurden in einer Kleinteichanlage des Limnologischen Institutes in Konstanz-Egg durchgeführt. Sie hatten zum Ziel, die Zooplankton-Entwicklung der Teiche durch verschiedene pflegerische Maßnahmen zu steuern und zu steigern. Auf Grund vorangegangener Experimente wurde folgendes Düngeprogramm für die Entwicklung von *Daphnia pulex* zur dominierenden Zooplanktonart angewandt (HEISIG 1979):

- a) ein- bis zweimalige Zugabe pro Vegetationsperiode von Phosphat mit einer Konzentration von 1 mg PO₄-P/Liter
- b) 14-tägige Düngungen mit Nitrat in einer Konzentration von 5 mg NO₃-N/Liter als Ca(NO₃)₂.

Zur chemischen Charakterisierung der Kleinteiche sind in den beiden folgenden Abbildungen die Verhältnisse für den Stickstoff- und Phosphatverlauf dargestellt. Abb. 1 gibt den typischen Verlauf des Stickstoffgehaltes (NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N) eines gedüngten Teiches wieder. Auffallend und charakteristisch war die schnelle Abnahme des Nitratstickstoffes jeweils direkt nach den Düngungen, die nicht allein durch die N-Aufnahme des Phytoplanktons entstanden sein konnte, sondern nachweislich auch durch Denitrifikation bedingt war; hierauf deuteten auch die gleichzeitigen Änderungen des Nitrit- und Ammoniumgehaltes.

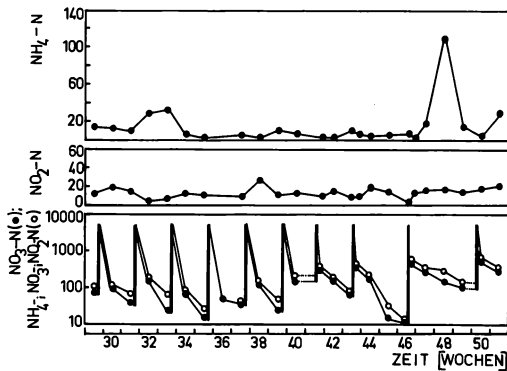


Abb. 1: Verlauf des Stickstoffgehaltes (NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N) und Aufsummiung aller drei Stickstofffraktionen in einem gedüngten Kleinteich bei Zugabe von 5 mg NO₃-N/Liter in 14-tägigem Abstand. Konzentrationsangabe in µg/Liter; die senkrechten Balken kennzeichnen jeweils die Nachdüngungen mit Ca(NO₃)₂; Zeitangabe in Kalenderwochen.

In Abb. 2 ist der Verlauf des Ortho- und Gesamtphosphatgehaltes bei zweimaliger Düngung mit Phosphat aufgetragen. Nach der ersten Phosphatzugabe zeigte sich jeweils eine rasche Abnahme beider Phosphatkonzentrationen, nach der Nachdüngung in der 2. Woche erfolgte sie langsamer. Abnahmen und Schwankungen im Phosphatgehalt standen in Zusammenhang mit Änderungen in der Phytoplanktonbiomasse, jedoch sind Fällungs- und Adsorptionsprozesse nicht auszuschließen (HEISIG-GUNKEL, KAUSCH 1981).

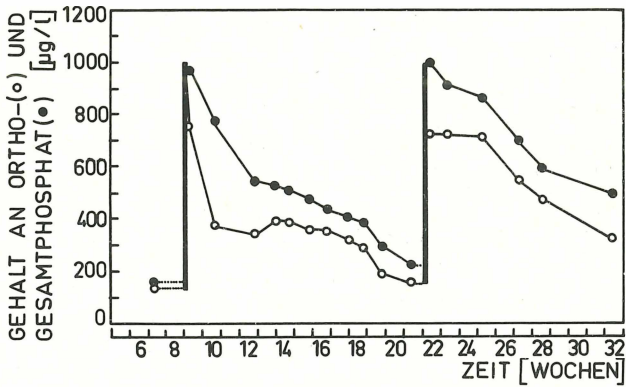


Abb. 2: Verlauf des Ortho- und Gesamtposphatgehaltes in einem gedüngten Kleinteich bei zweimaliger Zugabe von Phosphat als H_3PO_4 techn. ($1 \text{ mg } PO_4\text{-P/Liter}$). Die senkrechten Balken kennzeichnen die beiden Düngungen in der 9. und 22. Woche; Zeitangabe in Kalenderwochen.

2. Phytoplanktonentwicklung

Bei dem angewandten Düngeregime traten im Jahresverlauf jeweils ähnliche Phytoplanktonsuccessionen in den Teichen auf, wobei Chlorophyceen (*Ankistrodesmus* sp.; *Chlorella* sp.; *Scenedesmus* sp.) dominierten (HEISIG 1979). Diese Chlorophyceen stellen für *Daphnia pulex* gut verwertbare Phytoplanktongemeinschaften dar (INFANTE 1973). In Abb. 3 ist die qualitative und quantitative

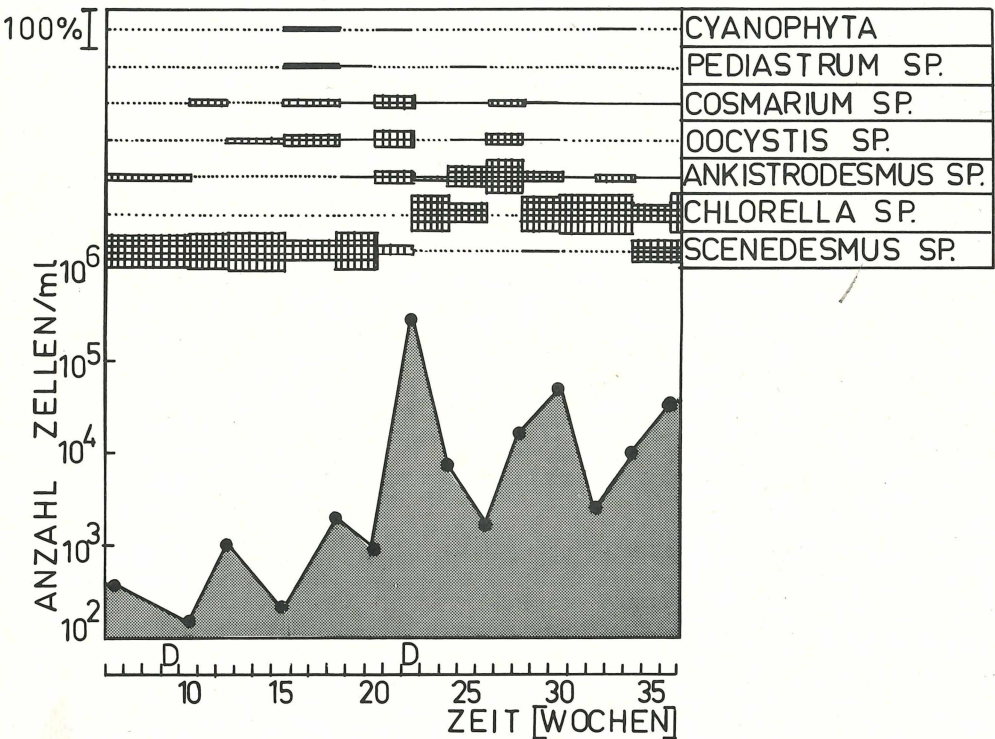


Abb. 3: Phytoplanktonentwicklung in einem gedüngten Kleinteich. Angegeben ist die qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons in Prozent der Gesamtzusammensetzung und die Phytoplanktonzelldichte (Anzahl Zellen/ml). D = Düngung mit Phosphat. Zeitangabe in Kalenderwochen.

Phytoplanktonentwicklung eines Teiches bei zweimaliger Zugabe von Phosphat dargestellt: Im Frühjahr war die Phytoplanktonzelldichte noch gering, und nach der ersten Phosphatzugabe in der 9. Woche erfolgte nur ein unbedeutender Anstieg der Zellkonzentration; es konnten selten mehr als 1000 Zellen/ml nachgewiesen werden. Der zweiten Phosphatzugabe folgte eine bedeutende Zunahme der Zelldichte: Sie stieg direkt nach der Düngung auf 28 000 Zellen/ml, bis zum Herbst trat dann eine mittlere Zelldichte von ca. 20 000 Zellen/ml auf, allerdings mit starken Schwankungen.

In der qualitativen Phytoplanktonzusammensetzung zeigte sich zu Versuchsbeginn ein Dominieren von *Scenedesmus* sp. Die erste Düngung mit Phosphat war offenbar ohne nachhaltigen Einfluß auf das Artenspektrum, lediglich ein kurzfristiges Aufkommen von *Oocystis* sp. konnte in der 15. Woche verzeichnet werden. Nach der zweiten Phosphatzugabe fand ein Wechsel von *Scenedesmus* sp. zu *Chlorella* sp. statt. Das Minimum in der Phytoplanktonzelldichte in der 22. Woche bestand mit 96.5% fast ausschließlich aus *Chlorella* sp. Der Anteil der Cyanophyceen (*Microcystis* sp.) blieb im gesamten Untersuchungszeitraum unter 10% des Gesamtphytoplanktons.

3. Einfluß des Phytoplanktons auf die Daphnienpopulation

Abb. 4 soll die Wirkung unterschiedlich hoher Nahrungsangebote auf die Daphnien-Entwicklung verdeutlichen. Dargestellt ist die Änderung der Reproduktion und der Daphniedichte bei verschiedenen hohen Nahrungsangeboten: Der im linken Teil der Abb. 4 dargestellte Teich enthält doppelt soviel Chlorophyll'a' und etwa 10-mal soviel Zellen wie der im rechten Teil der Abb. 4 aufgetragene Vergleichsteich. In jedem der Teiche bestand ein Zusammenhang zwischen all den Parametern, die

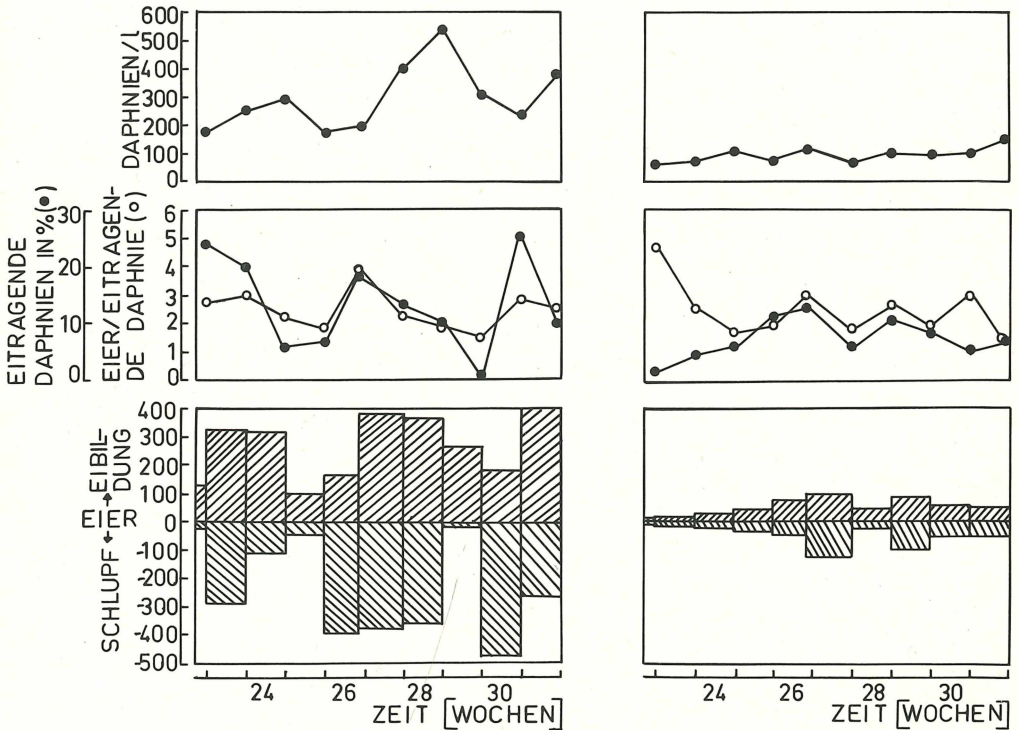


Abb. 4: Entwicklung der Individuendichte und der Reproduktion in Teichen mit unterschiedlich hohen Nahrungsangeboten (s. Text).

links: Beispiel für Nahrungsreichtum;

rechts: Beispiel für Nahrungsarmut;

oben: Individuendichte als Anzahl Daphnien im Liter;

Mitte: Eibildung der Daphnien als Anteil eitragender Daphnien in % der Population und als Anzahl Eier pro eitragende Daphnie;

unten: Eibildung als Anzahl Eier/Liter · Woche - Anzahl geschlüpfter Eier/Liter · Woche, berechnet nach dem Zweikompartmentmodell nach ARGENTESI et al. (1974);

Zeitangabe in Kalenderwochen.

als Indikatoren für die Reproduktion angesehen werden konnten. Diese Beziehungen waren bei hoher Populationsdichte auffälliger als bei geringer Dichte. Im nahrungsreicheren Teich (Abb. 4, links) schwankte der Anteil eitragender Daphnien an der Gesamtpopulation zwischen 1 und 26%, parallele Schwankungen traten auch in der Eizahl pro eitragende Daphnie auf. Diese Variation in der Zahl der Eier und der eitragenden Daphnien zeigte sich auch in den berechneten Raten der Eibildung und des Schlüpfens der Eier (Abb. 4, unten). Diese Änderungen in der Eibildung führten zu Schwankungen der Daphniendichte. Die Maxima in der 26. Woche in der Anzahl der Eier pro eitragende Daphnie (im Mittel 3.9) und des prozentualen Anteils der eitragenden Daphnien an der Gesamtpopulation (18.5%) bewirkten einen Anstieg der Daphniendichte auf ein Maximum in der 28. Woche von 535 Tieren pro Liter. Die zeitliche Differenz dieser beiden Maxima (Erhöhung der Eibildung und Erhöhung der Daphniendichte) betrug also 15 Tage; der vorliegende Generationszyklus mußte noch länger sein, da sich dieses Maximum der Daphnienpopulation im wesentlichen aus jungen Tieren zusammensetzte (60% der Daphnienpopulation waren kleiner als 1.3 mm). Entsprechend bewirkte eine Abnahme der Eibildung eine nachfolgende Verringerung der Populationsstärke (Minima der Eizahl und des Anteils eitragender Daphnien an der Gesamtpopulation zu Beginn der 30. Woche, Minimum der Populationsstärke zu Beginn der 31. Woche).

Im nahrungsärmeren Teich (Abb. 4, rechts) betrug die Daphniendichte im Mittel ca. 100 Tiere/Liter. Auch der Anteil eitragender Daphnien an der Gesamtpopulation war weitaus geringer als im Vergleichsteich; nie waren in diesem Zeitraum mehr als maximal 13% der Tiere eitragend. Auch die Anzahl der Eier pro eitragende Daphnie blieb unter drei mit Ausnahme eines Wertes zu Beginn der Untersuchung. Die berechnete Änderung in der Eibildung als Eier pro Liter und Woche (Abb. 4, rechts unten) war viel kleiner als im Vergleichsteich. Diese geringe Reproduktion war eine direkte Folge der schlechteren Ernährungslage, verglichen mit dem an Phytoplankton produktiveren Kleinteich im linken Teil der Abb. 4. Das Nahrungsangebot beeinflusste also die Reproduktion und in der Folge die Populationsgröße.

Derartige Vorgänge zeigten sich auch in den Altersstrukturen der Daphnienpopulation (Abb. 5). In der 30. Woche war eine deutliche Verbesserung der Ernährungslage zu verzeichnen: Der Gehalt an

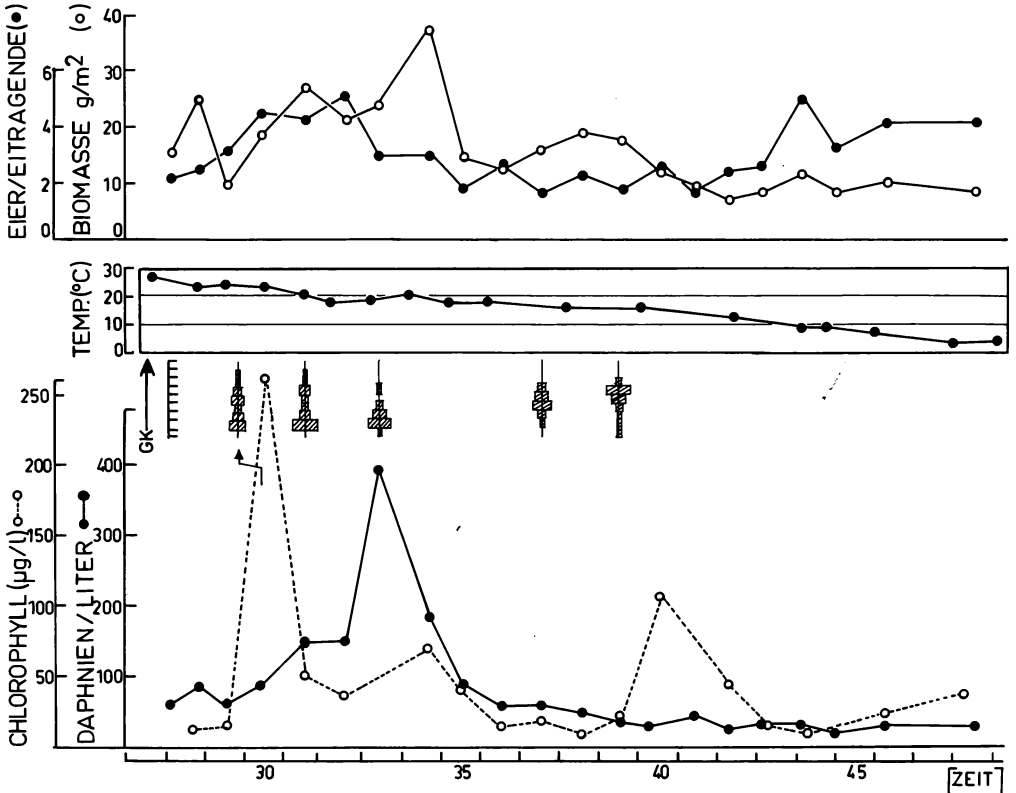


Abb. 5: Beziehungen zwischen Phyto- und Zooplankton in einem gedüngten Kleinteich. oben: Anzahl Eier pro eitragende Daphnie und Daphnienbiomasse (g/m^2); Mitte: Wassertemperatur ($^{\circ}\text{C}$); Größenverteilungen der Daphnien an Hand von 9 Größenklassen von je 0.3 mm (1. Größenklasse beginnend mit einer Körperlänge von 0.7 mm); unten: Gehalte an Chlorophyll 'a' ($\mu\text{g}/\text{l}$), Individuendichte als Anzahl Daphnien/Liter; Zeitangabe in Kalenderwochen.

Chlorophyll 'a' wies ein Maximum von > 250 µg/Liter auf (Abb. 5 unten). In der Folge stieg die Anzahl der Eier pro eitrage Daphnie an (Abb. 5 oben). Dieser Anstieg der Eizahl bewirkte eine Zunahme juveniler Daphnien in der 31. Woche, wie die Verteilung der Größenklassen (Abb. 5 Mitte) verdeutlicht. Das Populationsmaximum in der 33. Woche bestand überwiegend aus jungen Daphnien < 1.3 mm. Die Daphnienbiomasse stieg erst später an (34. Woche) nach Heranwachsen der Neonaten. Ein erneutes Chlorophyllmaximum in der 40. Woche bewirkte nicht mehr so starke Populationsänderungen auf Grund der niedrigeren Wassertemperaturen.

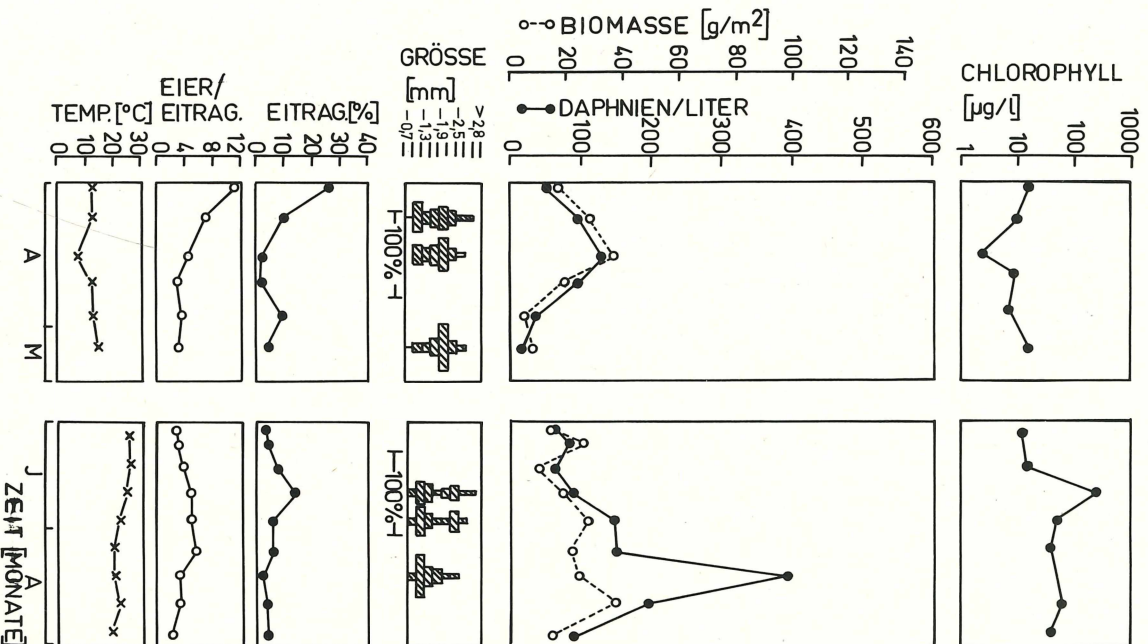


Abb. 6: Beziehungen zwischen Phyto- und Zooplankton in einem gedüngten Kleinteich (entnommen aus HEISIG 1980).

Links: bei Auftreten eines Chlorophyllminimums, rechts: bei Auftreten eines Chlorophyllmaximums; von oben nach unten (Zeitangabe in Monaten):

Gehalt an Chlorophyll 'a' (µg/l),
 Größtenverteilung der Daphnien/Liter, Daphnienbiomasse als g/m²,
 Anteil eitrager Daphnien in Prozent der Population,
 Anzahl der Eier pro eitrage Daphnie,
 Wassertemperatur (°C).

In der umseitigen Abb.6 sind die Auswirkungen von Perioden mit verringertem und erhöhtem Nahrungsangebot noch einmal ausschnittsweise dargestellt (Abb. 6 linker bzw. rechter Teil). Als Maß für die Phytoplanktonbiomasse ist wieder der Gehalt an Chlorophyll 'a' angegeben, wobei es sich überwiegend um gut ingestierbare *Ankistrodesmus* sp. handelte. Bei einer Verschlechterung der Ernährungslage, d.h. abnehmendem Chlorophyllgehalt im April (Abb. 6 links), nahmen in der Folge die Daphnien-dichte und die Daphnienbiomasse stetig ab. Ebenso zeigten sich Auswirkungen bei der Reproduktion: Sowohl der prozentuale Anteil eitragender Daphnien an der Gesamtpopulation als auch die Anzahl der Eier im Brutraum verringerten sich. Die ungünstiger werdende Ernährungslage bewirkte eine zunehmende Überalterung der Daphnienpopulation, da der Anteil junger Tiere an der Gesamtpopulation immer geringer wurde, ersichtlich an den Größenverteilungsbildern.

Eine Verbesserung der Ernährungslage (Abb. 6 rechts, Juli) führte dagegen zu einem Anstieg der Daphniendichte, bedingt durch eine Erhöhung der Reproduktion; sowohl der prozentuale Anteil eitragender Daphnien an der Gesamtpopulation als auch die Anzahl der Eier pro eitragende Daphnie stiegen an. Die Zunahme bei der Eibildung bewirkte wiederum auffallende Änderungen in der Größenstruktur mit einem eindeutigen Überwiegen der Neonaten im August. Diese Ergebnisse zeigen, daß auch eine kurzfristige Änderung der Ernährungslage der Daphnien zu später auftretenden, deutlichen Änderungen in der Daphnienpopulationsentwicklung führt. Derartige Fluktuationen treten mit einem zeitlichen Abstand von zwei bis drei Wochen auf.

Literatur

- ARGENTESI F., BERNARDI R. de, COLA G. di, 1974: Mathematical models for the analysis of population dynamics in species with continuous recruitment. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 31: 245-275.
- HEISIG G., 1979: Mass cultivation of *Daphnia pulex* in ponds: the effect of fertilization, aeration, and harvest on the population development. Europ. Maricult. Soc. Spec. Publ. 4: 335-359.
- HEISIG G., 1980: Kohortentrennung einer Daphnienpopulation (*Daphnia pulex*) in Kleinteichen. Verh. Ges. f. Ökologie 7: 281-290.
- HEISIG-GUNKEL G., KAUSCH H., 1981: Untersuchungen zur Limnologie gedüngter Kleinteiche. Arch. Hydrobiol./Suppl. (in Vorb.).
- INFANTE A., 1973: Untersuchungen über die Ausnutzbarkeit verschiedener Algen durch das Zooplankton. Arch. Hydrobiol. Suppl. 42: 340-405.

Adresse

Dr. Gabriele Heisig-Gunkel
Institut für Ökologie - Limnologie TU
Hellriegelstr. 6
D-1000 Berlin 33

ZOBODAT - 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): Heisig (Heisig-Gunkel) Gabriele

Artikel/Article: [Wechselwirkungen zwischen Phyto- und Zooplankton in gedüngten Kleinteichen 203-208](#)