

2. Plankton

Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 5: 106-110(1978)

2.1. Das Phasenverteilungsmodell in der multikompartimentären

Analyse der Populationsdynamik von Zooplankton (E. GNAIGER,
Abteilung f. Zoophysiologie, Universität Innsbruck)

The phase distribution model in multicompartiment analysis of zooplankton populations.

Abstract: The ratio between age and developmental phase of morphological stages changes in response to all environmental fluctuations which affect developmental rates. The application of a population dynamics model incorporating not only age structure but also phase distribution is demonstrated with the C4 and C5 compartment of a C.a.tatricus population in a high mountain lake. Analysis of each stage(s) of which abundance, mean environmental temperatures and developmental time as a function of temperature are known reveals an estimate of recruitment of this stage (R_s), recruitment into the next stage (R_{s+1}) and elimination (M_s). Comparison of the two independent estimates of R_{s+1}^I (calculated from s) and R_{s+1}^{II} (calculated from $s+1$) may be used as a test of the validity of experimental data and model assumptions.

Ein mathematisches Modell der Populationsdynamik, welches das sich durch Veränderung der Entwicklungsrate verschiebende Verhältnis zwischen Alters- und Phasenstruktur eines Entwicklungsstadiums berücksichtigt (GNAIGER 1978), wurde erstmals zur Analyse einer ganzen Population herangezogen. Die dabei verwendeten Labor- und Freilanddaten über Cyclops abyssorum tatricus aus dem Gossenköllesee wurden von K. PRAPTOKARDIYO (1979) erarbeitet und zur Verfügung gestellt. Hier soll lediglich das Anwendungsprinzip am Beispiel zweier Kompartments (C4 und C5) erläutert werden.

Jedes morphologisch unterschiedene Entwicklungsstadium der Population geht als zunächst unabhängiges Kompartiment in die Analyse ein. Die individuelle Entwicklungsdauer $D_s(t)$ (D eines zur Zeit t produzierten Individuums des Stadiums s) wird mittels der aus Labordaten gewonnenen Temperaturfunktion der Entwicklungsdauer $D(T)_s$ und der täglich interpolierten, für dieses Stadium im See

geltenden Temperatur $T(t)$ berechnet. Aus der Abundanzkurve $N_s(t)$ wird, ausgehend vom Nullpunkt (Kohortenentwicklung)

$$N_s(t_0) = 0, \quad (1)$$

der tägliche Zuwachs $R_s(t)$ (in Individuenzahlen) und mit $D_s(t)$ die tägliche Entwicklungsintensität in das nächste Stadium $R_{s+1}(t+D_s(t))$ errechnet. Ist der abfallende Teil der Abundanzkurve steiler als auf Grund der Verlustrate durch $R_{s+1}(t)$ zu erwarten wäre, ergibt sich eine Rechengröße, welche als minimaler Schätzwert für die Elimination $M_s(t)$ zu bewerten ist. Damit wird die Abundanzdynamik jedes subadulten Stadiums durch die Gleichung

$$\Delta N_s(t) = R_s(t) - R_{s+1}(t) - M_s(t) \quad (2)$$

vollständig beschrieben (GNAIGER 1978).

Hervorzuheben ist, daß sowohl R_s als auch R_{s+1} in Gleichung (2) aus Daten, welche ausschließlich das Stadium s betreffen, errechnet werden. Daraus ergibt sich die bisher nicht erkannte Möglichkeit, zwei unabhängig gewonnene Schätzwerte für den gleichen Parameter R_{s+1} zu erhalten, wenn das Stadium $s+1$ der gleichen Analyse unterworfen wird.

$$\Delta N_{s+1}(t) = R_{s+1}(t) - R_{s+2}(t) - M_{s+1}(t). \quad (3)$$

Der nach Gleichung (2) errechnete Wert soll als R_{s+1}^I , der nach Gleichung (3) berechnete als R_{s+1}^{II} gekennzeichnet werden.

Abbildung 2.1.-1.b zeigt die gute Übereinstimmung der nach beiden Gleichungen errechneten R_{C5} -Werte sowohl im zeitlichen Verlauf als auch im integralen Wert der Gesamtproduktionszahlen. Die exakte Voraussage des ersten Erscheinens von C5 aus C4 belegt die Übertragbarkeit der Labordaten auf die spezielle Situation im See, unterstreicht die überragende Bedeutung der Temperatur für die Entwicklungsgeschwindigkeit auch freibakter Stadien und weist darauf hin, daß die im Phasenverteilungsmodell inhärente Annahme einer einfachen Additivität des Temperatureffekts (Abb.2.1-1a)

keinen signifikanten Fehler bedingt.

Der auch weiterhin annähernd übereinstimmende Verlauf der beiden $\sum R_{C5}(t)$ -Kurven überrascht angesichts der langen Zeitspanne (ein Jahr) über welche sich die Voraussagen erstrecken; der kumulative Fehler in der Unterschätzung der innerhalb jedes Stadiums errechneten Elimination ist gering oder wird durch systematisch gegenläufige Fehler kompensiert. So bestand in der gegebenen Situation keine Veranlassung, die durch Vergleich zwischen den Stadien verfügbare Information, auf die in anderen Modellen ausschließlich Bezug genommen wird (ARGENTESI et al., 1977), zur Korrektur der Elimination und Phasenstruktur auszunützen. Dies mag jedoch unter anderen ökologischen Voraussetzungen ein wesentlicher Teil der verfeinerten Analyse werden.

Eine ausführliche Behandlung des Eikompartmentes von C.a.tatricus mit dem Phasenverteilungsmodell findet sich in PRAPTOKARDIYO (1979). Die Problematik der Analyse von Populationen mit ökologisch und verhaltensbiologisch verschiedenartigen Entwicklungsstadien wie Nauplien, Copepodide und Adulte und die besonderen Möglichkeiten der Anwendung des Phasenverteilungsmodells sollen an anderer Stelle behandelt werden.

Zitierte Literatur:

ARGENTESI, F., deBERNARDI, R., DI COLA, G. (1977): Some mathematical methods for the study of population dynamics.-1st World Conference on Mathematics at the Service of Man, Barcelona, Spain, 11-16 July 1977.

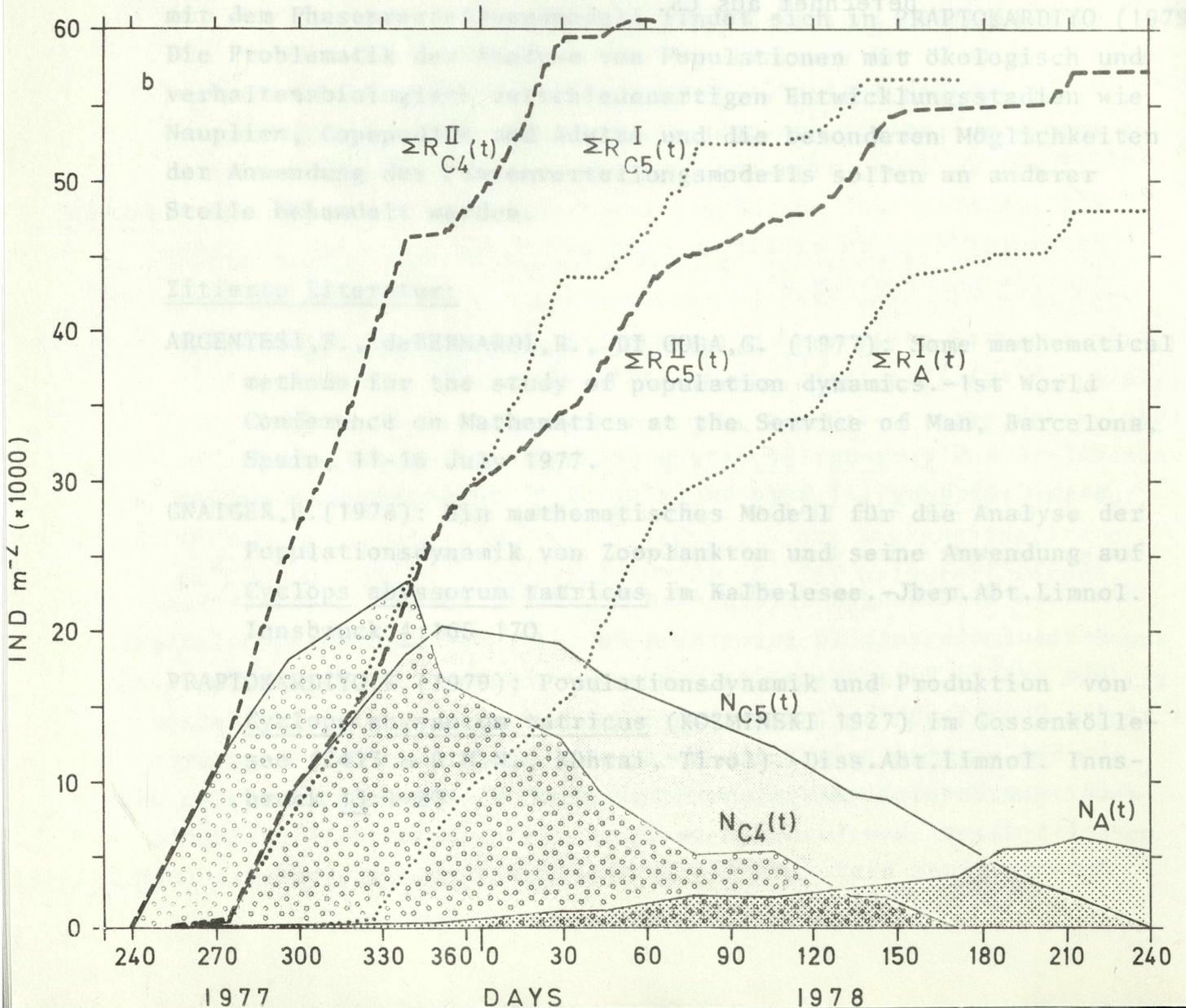
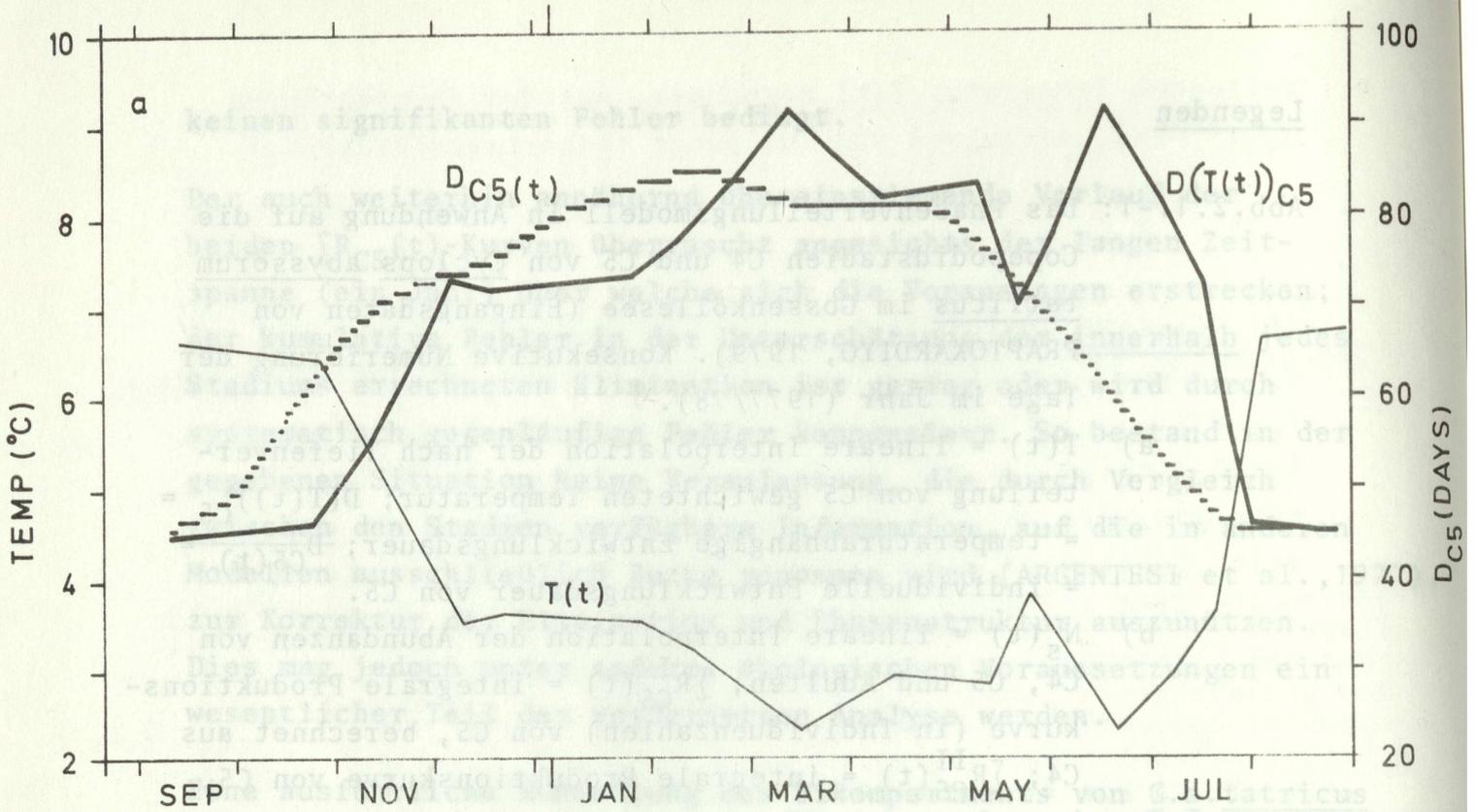
GNAIGER, E. (1978): Ein mathematisches Modell für die Analyse der Populationsdynamik von Zooplankton und seine Anwendung auf Cyclops abyssorum tatricus im Kalbelese. -Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 4:165-170

PRAPTOKARDIYO, K. (1979): Populationsdynamik und Produktion von Cyclops abyssorum tatricus (KOZMINSKI 1927) im Gossenköllesee (2413 m ü.N.N., Kühtai, Tirol). -Diss. Abt. Limnol. Innsbruck 15:1-83

Legenden

Abb.2.1.-1: Das Phasenverteilungsmodell in Anwendung auf die Copepodidstadien C4 und C5 von Cyclops abyssorum taticus im Gossenköllesee (Eingangsdaten von PRAPTOKARDIYO, 1979). Konsekutive Numerierung der Tage im Jahr (1977/78).

- a) $T(t)$ = lineare Interpolation der nach Tiefenverteilung von C5 gewichteten Temperatur; $D(T(t))_{C5}$ = temperaturabhängige Entwicklungsdauer; $D_{C5}(t)$ = individuelle Entwicklungsdauer von C5.
- b) $N_S(t)$ = lineare Interpolation der Abundanzen von C4, C5 und Adulten; $\sum R_{C5}^I(t)$ = integrale Produktionskurve (in Individuenzahlen) von C5, berechnet aus C4; $\sum R_{C5}^{II}(t)$ = integrale Produktionskurve von C5, berechnet aus C5.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Abteilung für Limnologie am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [1978](#)

Autor(en)/Author(s): Gnaiger Erich

Artikel/Article: [Plankton. Das Phasenverteilungsmodell in der multikompartimentären Analyse der Populationsdynamik von Zooplankton. 106-110](#)