

## Der Einfluß der Temperatur auf die Aktivität einiger Testacea-Arten (Protozoa, Rhizopoda)

Hilde LAMINGER und Andreas GEISLER

Mehrere Arten von Testaceen wurden sowohl im Freiland als auch im Labor hinsichtlich des Effektes der Temperatur auf ihre Aktivität untersucht.

Bei der Betrachtung der jahreszeitlichen Rhythmen ergaben sich durchwegs Aktivitätsmaxima im Frühjahr und Herbst, also zu Zeiten, in denen relativ niedrige Temperaturen mit hoher Bodenfeuchte zusammenfallen. Ein Vergleich der Abundanzen der aktiven Tiere mit der Zystenanzahl deutete auf ein relativ seltenes Auftreten von Zysten hin, vor allem in den Extrembiotopen.

Obwohl in Laborversuchen Akklimatisierung, Thermopräferenz und -resistenz bei Ciliaten und Amöben relativ oft untersucht worden sind, war diesbezüglich bei Testaceen bis jetzt noch kaum etwas bekannt.

Bei den Experimenten zur Prüfung der Abhängigkeit der Aktivität von der Verweilzeit in einem bestimmten Temperaturbereich sank die Anzahl der aktiven Tiere bei  $-5^{\circ}\text{C}$  und  $0^{\circ}\text{C}$  nach 6 Tagen stark ab, bei  $5^{\circ}\text{C}$  dagegen erst nach 12 Tagen.

Bei  $0^{\circ}\text{C}$  stieg die Anzahl aktiver Individuen von *Trinema enchelys* nach 13 Tagen an, d.h. also, daß sich die Art an diese Temperatur erst gewöhnen mußte. Ähnliches galt für *Quadrullella symmetrica*. Für *Parasquadrula discoides* dagegen war die Temperatur von  $-5^{\circ}\text{C}$  optimal. Sie behielt ihre hohe Abundanz aktiver Stadien bis zum Versuchsende bei. In keinem anderen Temperaturbereich wies diese Art so hohe Individuenzahlen auf.

Die Versuche zur Feststellung des optimalen bzw. letalen Temperaturbereiches ergaben für  $15^{\circ}\text{C}$  den Bereich der maximalen Testaceen-Abundanz, den Bereich 5 bis  $15^{\circ}\text{C}$  als Optimaltemperatur, 20 und  $0^{\circ}\text{C}$  waren ebenfalls für einige Testaceenarten noch gut zu ertragen. Die letale Temperatur lag eindeutig bei  $-25^{\circ}\text{C}$ , dicht gefolgt von  $-20^{\circ}\text{C}$ . Auch  $-15^{\circ}\text{C}$  ertrugen nur ganz wenige Testaceenarten in enzystiertem Zustand.  $-10^{\circ}\text{C}$  überlebten bereits einige aktive Testaceenindividuen. Die Bereiche 25 und  $-5^{\circ}\text{C}$  wiesen relativ wenig Individuen auf.

Die Versuche zur Abhängigkeit von Temperaturschwankungen zeigten, daß das Stadium, in dem sich das Ausgangsmaterial befand, für den Versuchsverlauf meistens entscheidend war: Wurden Zysten verwendet, so blieb deren Anteil bis Versuchsende sehr hoch. Wurden aktive Tiere verwendet, so dominierten diese auch bei Versuchsende. Ebenso beeinflusste die Anfangstemperatur den Versuchsverlauf. Die Testaceen gewöhnten sich an einen bestimmten Temperaturbereich und reagierten auf Temperaturänderungen mit Zystenbildung oder Absterben.

---

Univ.Prof.Dr.Wilhelm Kühnelt zum 80.Geburtstag gewidmet.

LAMINGER H. and GEISLER A., 1986: Some species of testacea were investigated in field and laboratory to obtain data for the effect of temperature on their biological activity.

In the field there was a decrease of active individuals during periods with increasing temperature accompanied by low soil moisture. In high mountain soils relatively few cysts were found.

The results of laboratory research indicated that at temperatures of  $-5^{\circ}\text{C}$  and  $0^{\circ}\text{C}$  the number of active and encysted specimens decreased. At a temperature of  $0^{\circ}\text{C}$  there was an increase of active individuals of *Trinema enchelys* and *Quadrullella symmetrica* after some time. Hence it follows that these species became acclimatized. During the whole time of the experiment (21 days) *Paraquadrula discooides* had an increasing number of active specimens at the temperature of  $-5^{\circ}\text{C}$ . This temperature seemed to be its optimum, because at other temperatures tested this species had always lower numbers of active individuals. *Asulina muscorum*, *Corythion dubium*, *C. pulchellum*, *Euglypha acanthophora*, *E. strigosa*, *Tracheleuglypha acolla*, *Trinema enchelys*, *T. lineare*, *Nebela dentistoma*, *N. lageniformis*, *Heleopera petricola*, *H. sylvatica*, *Quadrullella symmetrica*, *Phryganella acropodia* had their abundance maximum at a temperature of  $15^{\circ}\text{C}$ . At  $5^{\circ}\text{C}$  and  $10^{\circ}\text{C}$  the numbers of active animals of these species were high too. At  $20^{\circ}\text{C}$  *Tracheleuglypha dentata*, *T. acolla*, *Nebela dentata*, *N. lageniformis*, *Heleopera petricola* found tolerable living conditions. At  $-25^{\circ}\text{C}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$  most of the protozoans died. Some species could survive  $-15^{\circ}\text{C}$  as cysts and  $-10^{\circ}\text{C}$  as active organisms; some tolerated temperatures of  $25^{\circ}\text{C}$  and  $-5^{\circ}\text{C}$  active as well as encysted.

The results of the investigation on the influence of oscillating temperatures indicated that the stage of the starting-point material influenced the whole experimental progress: Starting with cysts, the quota of cysts was high at the end of the experiment; with active animals at the beginning, the portion of active individuals was high at the end. The temperature at the start of the experiment was equally important for the further progress, because the testacea had acclimatized to this temperature and responded to a temperature change with encysting or dying.

Keywords: Testacea, Effects of temperature.

## Einleitung

Die obere Temperaturgrenze für tierisches Leben soll nach BONNET (1964)  $70^{\circ}\text{C}$  nicht überschreiten. DECLOITRE (1954) fand in  $56^{\circ}\text{C}$  heißen Quellen noch aktive Protozoen, und zwar vor allem Testaceen. Die erträgliche Temperaturgrenze liegt für die meisten Protozoen eher im oberen als im unteren Bereich. In einem gleichmäßig warmen Medium verteilen sie sich homogen, während sie sich in einem unterschiedlich warmen Medium in dem für sie optimalen Temperaturbereich ansammeln. Protozoen sind fähig, sowohl bei hohen als auch bei niederen Temperaturen (unter  $0^{\circ}\text{C}$ ) leben zu können.

Das Leben der Protozoen spielt sich in einem bestimmten Temperaturbereich ab, in dem die Aktivität (Stoffwechsel und Beweglichkeit) ihr Optimum bzw. Pessimum erreichen kann. Zystenbildung und Tod liegen am Ende dieser Temperaturspanne.

Bei den Protozoen (vor allem Ciliaten und Amöben) war und ist die Temperaturresistenz Gegenstand vieler Studien und löst noch immer Diskussionen aus.

Die vorliegenden Untersuchungen dienten einerseits zur Erfassung des Einflusses der Temperatur auf die Aktivität von Testaceen im Laboratorium und Freiland, andererseits sollten die Dauer bis zu einer Reaktion der Tiere auf Temperaturänderungen sowie der optimale bzw. letale Temperaturbereich festgestellt werden.

### Untersuchungsgebiet

Die Feldproben stammten aus dem Raum Obergurgl (Roßkar, Liebener Rippe) sowie Patsch. Das für die Laborversuche verwendete Tiermaterial wurde in Barwies und Innsbruck (Moos) bzw. Igls (Boden) gesammelt. Über diese Areale gibt es bereits ausführliche Gebietsbeschreibungen (z.B. SCHATZ 1977, VERGEINER et al. 1982, LAMINGER et al. 1982), deshalb wurden hier nur die wichtigsten Daten in Tab. 1 zusammengestellt.

### Untersuchungsmethodik und Material

Allgemeines

Für die vorliegende Arbeit wurden folgende Testaceen-Arten verwendet:  
Euglyphidae

*Assulina muscorum* GREEFF  
*Corythion dubium* TARANEK  
*C. pulchellum* PENARD  
*Euglypha acanthophora* (EHRENBERG) PERTY  
*E. bryophila* BROWN  
*E. laevis* (EHRENBERG) PERTY  
*E. strigosa* (EHRENBERG) LEIDY  
*Tracheleuglypha acolla* BONNET & THOMAS  
*T. dentata* (VEIJDOWSKI) DEFLANDRE  
*Trinema complanatum* (PENARD)  
*T. enchelys* (EHRENBERG) LEIDY  
*T. lineare* PENARD

Cyphoderiidae

*Cyphoderia ampulla* (EHRENBERG) SCHLUMBERGER

Phryganellidae

*Phryganella acropodia* (HERTWIG & LESSER) HOPKINSON

Centropyxidae

*Centropyxis aculeata* (EHRENBERG) STEIN  
*C. aerophila* DEFLANDRE  
*C. constricta* (EHRENBERG) PENARD  
*C. platystoma* (PENARD) DEFLANDRE

Nebelidae

*Heleopera petricola* LEIDY  
*H. sylvatica* PENARD  
*Nebela collaris* (EHRENBERG) LEIDY  
*N. dentistoma* PENARD  
*N. lageniformis* PENARD  
*Paraquadrula discoides* (PENARD) DEFLANDRE  
*Quadrullella symmetrica* (WALLICH) SCHULZE

Methoden der Probeentnahmen, Aufbereitung und Auswertung erfolgten nach LAMINGER et al. 1980, VERGEINER et al. 1982. Bei der Zählung wurden jeweils aktive und enzystierte Tiere berücksichtigt.

Versuche zur Prüfung der Abhängigkeit der Aktivität von der Verweilzeit in einem bestimmten Temperaturbereich:

Von 1 ml der aufbereiteten Probensuspension wurden jeweils 300 µl 21 Tage lang bei -5° C, 0° C und 5° C in temperaturkonstanten Räumen gehalten. Die Zählung von aktiven und enzystierten Tieren erfolgte täglich. Jeden 4. Tag wurden die Testaceen in neues Kulturmedium überimpft.

Versuche zur Feststellung des optimalen bzw. letalen Temperaturbereiches für ausgewählte Testaceen-Arten:

Dazu wurde von 10 ml Probensuspension 100 µl sofort ausgezählt und jeweils 100 µl 24 Stunden lang bei folgenden Temperaturen aufbewahrt: 25° C, 20° C, 15° C, 10° C, 5° C, 0° C, -5° C, -10° C, -15° C, -20° C, -25° C. Nach dieser Einwirkungszeit wurden die in den 100 µl befindlichen Testaceen ebenfalls getrennt nach aktiven und enzystierten Tieren gezählt. Es wurden jeweils 11 Parallelversuche durchgeführt.

Versuche zur Prüfung der Aktivitätsabhängigkeit der Testaceen von Temperaturschwankungen:

Für diese Experimente dienten als Kulturmedium einerseits die normale Probensuspension, andererseits anorganisches Prescott-Medium.

Mit *Nebela collaris* wurden 2 verschiedene Versuchsreihen durchgeführt, und zwar einmal nur mit aktiven Tieren als Ausgangsmaterial, einmal nur mit enzystierten Tieren. Beide Serien wurden 23 Tage lang Temperaturschwankungen ausgesetzt. Dabei wurden die Tiere zunächst jeweils 8 Tage lang in Akklimatisierungsbereichen von 8 - 9° C bzw. 11 - 12° C gelassen.

In der Prescottlösung wurde *Nebela collaris* einmal bei 6 - 8° C akklimatisiert, einmal bei 14 - 18° C, und zwar jeweils 7 Tage lang.

Bei *Nebela dentistoma* und *Cyphoderia ampulla* wurden für alle Versuche nur aktive Tiere als Ausgangsmaterial verwendet, bei *Heleopera sylvatica* beide Stadien gleichzeitig.

Für jeden Versuch wurden jeweils 10 Individuen einer Art verwendet und 5 Parallelversuche durchgeführt.

## Untersuchungsergebnisse

### Freilanduntersuchungen

#### Untersuchungsgebiet Patsch

Nach KNADEN (1981) waren die berechneten Regressionen für alle untersuchten Euglyphidae negativ, d.h. die Abundanzen nahmen mit steigender Temperatur ab. Für folgende Arten konnte KNADEN im Untersuchungszeitraum 1977/78 signifikante Korrelationen angeben: *Assulina muscorum*, *Euglypha acanthophora* und *Trinema complanatum*. Dieselben 3 Arten untersuchte GEISLER (1981) getrennt nach Cysten und aktiven Tieren auf etwaige signifikante Korrelationen, und zwar einerseits für den Untersuchungszeitraum 1977/78/79, andererseits gesondert nach den einzelnen Jahren (1977, 1978, 1979). Bei folgenden Arten wurden signifikante Korrelationen festgestellt: *Assulina muscorum* (zunehmende Zystenbildung

bei steigender Temperatur während des gesamten Untersuchungszeitraumes), *Euglypha acanthophora* (sowohl aktive Tiere als auch Zysten nahmen bei steigender Temperatur während des gesamten Untersuchungszeitraumes bzw. 1978 ab) und *Trinema complanatum* (Zystenzahl stieg bei zunehmender Temperatur im Untersuchungszeitraum 1978). Beide Autoren verglichen nicht das gesamte Untersuchungsgelände in Patsch, sondern das menschlichen Einflüssen stark ausgesetzte Areal gesondert vom relativ ungestörten Gebiet.

Die Ergebnisse der errechneten Regressionen bei den 3 Arten im Jahresmittel für das gesamte Untersuchungsgebiet Patsch sind in Tab.2 zusammengestellt. Während bei *Trinema complanatum* fast immer mehr enzystierte als aktive Individuen zu finden waren, bildete *Assulina muscorum* viel weniger Zysten aus als die übrigen untersuchten Euglyphiden-Arten. Im Jahresgang trat bei allen 3 Species das Aktivitätsmaximum im Frühjahr auf und ein etwas kleinerer Peak im Herbst. Erstaunlicherweise fielen meist hohe Abundanzen aktiver Tiere und hohe Zystenzahlen zusammen.

Untersuchungsgebiet Roßkar.

Proben wurden nur während der Vegetationsperiode in den Jahren 1975 und 1976, nicht aber im Winter entnommen.

In den Temperaturbereichen  $-2$  bis  $5^{\circ}\text{C}$  und  $11$  bis  $14^{\circ}\text{C}$  kam es zu erhöhter Zystenbildung. Die Bereiche  $6$  bis  $10^{\circ}\text{C}$  sowie  $15$  bis  $25^{\circ}\text{C}$  schienen für die aktiven Tiere optimal zu sein. Das Aktivitätsmaximum mit einer Relation von Aktiven/Zysten =  $15 : 1$  war bei  $15^{\circ}\text{C}$  zu finden.

*Phryganella acropodia*, *Centropyxis aerophila* und *C. constricta* bildeten während des gesamten Untersuchungszeitraumes (1975/76) verhältnismäßig wenig Zysten. Die geringste Zystenbildung wies *Assulina muscorum* auf. *Corythion dubium* enzystierte sich in den Temperaturbereichen  $5 - 11^{\circ}\text{C}$  sowie  $15 - 20^{\circ}\text{C}$  relativ häufig. *Euglypha acanthophora* war im Temperaturbereich  $2 - 11^{\circ}\text{C}$  am aktivsten. *E. laevis* schien gegen Temperaturschwankungen relativ widerstandsfähig zu sein, nur die Extreme um  $28^{\circ}\text{C}$  führten zu verstärkter Zystenbildung. *Trinema complanatum* enzystierte sich im allgemeinen sehr häufig, maximale Zystenzahlen konnten bei den Extrembereichen  $-2$  bis  $-1^{\circ}\text{C}$  bzw.  $23$  bis  $26^{\circ}\text{C}$  beobachtet werden. *T. enchelys* und *T. lineare* ließen weder Temperaturoptima noch -pessima erkennen.

Die Korrelationen von Testaceenabundanz mit der Bodentemperatur ist Tab. 3 zu entnehmen.

Untersuchungsgebiet Liebener Rippe

Wegen der exponierten Lage des Untersuchungsgebietes konnten 1975 und 1976 nicht während der gesamten Vegetationsperiode Proben entnommen werden, daher wurde nur der Temperaturbereich von  $0$  bis  $16^{\circ}\text{C}$  erfaßt. Überdies lagen die Abundanzen der einzelnen Arten unter dem Niveau der übrigen Untersuchungsgebiete.

Die Testaceen zeigten im Temperaturbereich  $16$  bis  $10^{\circ}\text{C}$  eine vermehrte Zystenbildung. Die maximale Zystenzahl wurde bei  $10^{\circ}\text{C}$  mit der Relation Aktive/Zysten =  $11:1$  errechnet, bei  $16^{\circ}\text{C}$  betrug das Verhältnis  $5:1$ .

Die für das Untersuchungsgebiet erhaltenen signifikanten Korrelationen zeigt Tab. 3.

## Laborexperimente

Abhängigkeit der Testaceenaktivität von der Verweilzeit in einem bestimmten Temperaturbereich

Bei  $-5^{\circ}\text{C}$  war *Paraquadrula discoïdes* (aktive Tiere) während der gesamten Versuchsdauer eudominant. Daneben erlangten nur noch *Trinema enchelys*, *T. lineare* und *Euglypha bryophila* Bedeutung. Bei *E. strigosa* und *E. acanthophora* ließ die Aktivität nach 7 Tagen stark nach. *Assulina muscorum* und *Centropyxis aerophila* fehlten ab dem 7. Tag völlig. Ab dem 7. Versuchstag bildeten nur noch *Euglypha acanthophora* und *Paraquadrula discoïdes* vereinzelt Zysten. Gegen Ende der Versuchsdauer ließ mit Ausnahme von *Paraquadrula discoïdes* bei allen Arten die Aktivität stark nach und Arten- bzw. Individuenzahlen sanken rapid. Für *Paraquadrula discoïdes* allerdings schien dieser Temperaturbereich optimal zu sein.

Über das Verhältnis Abundanz/Artenzahl bei Zysten und aktiven Organismen gibt Tab. 4 Auskunft.

Bei  $0^{\circ}\text{C}$  herrschten die beiden *Tracheleuglypha*-Arten *T. acolla* und *T. dentata* vor. *Centropyxis aerophila* war während der ersten 5 Versuchstage dominant bis eudominant und fehlte ab dem 7. Tag ebenso wie *Euglypha strigosa*, *Nebela dentistoma*, *Paraquadrula discoïdes* und *Phryganella acropodia*. *Trinema enchelys* zeigte eine Gewöhnung an die für sie zunächst ungünstige Temperatur: Ab dem 14. Versuchstag stieg ihre Abundanz und sie wurde dominant bis eudominant. Ähnliches konnte an *Quadrullella symmetrica* beobachtet werden. Ab dem 7. Versuchstag nahmen bei den übrigen Testaceen Arten- und Individuenzahlen stark ab (siehe auch Tab. 4). Im allgemeinen konnte eine Tendenz zu niederen Zysten Zahlen beobachtet werden, nur *Euglypha acanthophora* wies während der ersten 12 Versuchstage eine höhere Zysten Zahl auf, die aber gegen Versuchsende ebenfalls abnahm. Ab dem 7. Versuchstag traten neben *Euglypha acanthophora* nur noch *Trinema lineare*, *Tracheleuglypha acolla*, *T. dentata*, *Heleopera petricola* und *Quadrullella symmetrica* einzystiert in Erscheinung.

Bei  $5^{\circ}\text{C}$  dominierten ab dem 6. Versuchstag *Nebela dentistoma*, *Tracheleuglypha acolla*, *T. dentata*, *Trinema lineare*, *Euglypha acanthophora* und *Trinema enchelys*. Die Tiere schienen also eine gewisse Zeitspanne zur Akklimatisierung zu benötigen. Ab dem 12. Tag sanken Arten- und Individuenzahlen rapid, es bildeten nur noch maximal 5 Arten Zysten. Bei *Nebela dentistoma* konnten an allen Versuchstagen Zysten beobachtet werden, bei *Cyphoderia ampulla* dagegen wurden erwartungsgemäß keine Zysten festgestellt.

Über das Verhältnis Abundanz/Artenzahl von Aktiven und Zysten gibt Tab. 4 Auskunft.

Temperaturoptimum bzw. -pessimum ausgewählter Testaceen-Arten

Der optimale Temperaturbereich lag zwischen  $10$  und  $15^{\circ}\text{C}$ , dann folgte der Bereich von  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  und  $0^{\circ}\text{C}$ . Der letale Temperaturbereich lag zwischen  $-25$  und  $-20^{\circ}\text{C}$ , auch  $-15^{\circ}\text{C}$  war für das Überleben der Protozoen sehr ungünstig.  $-10^{\circ}\text{C}$  schien etwas erträglicher zu sein, dann folgten  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$  und  $0^{\circ}\text{C}$  (siehe auch Abb. 1).

Über die Dynamikindices der ausgewählten Testaceenarten in den einzelnen Temperaturbereichen geben die Abb. 2 - 8 Auskunft.

## Aktivitätsabhängigkeit der untersuchten Testaceenarten von Temperaturschwankungen

Es stellte sich heraus, daß am Anfang in den meisten Fällen sofort eine Reaktion eintritt, und zwar unabhängig vom jeweiligen Stadium des Ausgangsmaterials. Je länger der Versuch dauerte, um so mehr stabilisierte sich das Verhalten. Gegen Versuchsende stieg allerdings die Mortalitätsrate leicht an.

Für den Verlauf des Versuches war der Aktivitätszustand (aktive oder enzystierte Tiere) des Ausgangsmaterials entscheidend: Wurden Zysten verwendet, so war auch der Anteil der Zysten bei Versuchsende sehr hoch. Wurde der Versuch mit aktiven Tieren begonnen, so war deren Anteil bei Versuchsende ebenfalls sehr hoch (siehe auch Abb. 9). Auch in der anorganischen Prescotttlösung war das Stadium, mit dem das Experiment begonnen worden ist, entscheidend.

*Nebela collaris* zeigte im Bereich von 6 - 8° C eine Gewöhnung. Beim Absenken der Temperatur kam es zum Absterben einiger Individuen und zu vermehrter Zystenbildung. An den Temperaturbereich von 0 bis 5° C konnte sich die Art nicht anpassen und am Versuchsende starben 90 % der Individuen (siehe Abb. 10).

Wurde die Akklimatisierung in einem höheren Temperaturbereich (14 bis 18° C) durchgeführt, so spielte wieder der Aktivitätszustand des Ausgangsmaterials eine wichtige Rolle. Die Zysten konnten ein Absenken der Temperatur leichter verkraften als die aktiven Tiere, von denen ein höherer Prozentsatz ohne Zystenbildung zugrunde ging (Abb. 11).

Bei *Nebela dentistoma* wurden die Experimente mit aktiven Tieren begonnen. Interessanterweise kam es zu keiner Enzystierung. Bei der Temperaturabsenkung von 17 auf 2° C starben 25 % der Versuchstiere.

*Heleopera sylvatica* war an den Temperaturbereich von 6 bis 8° C so angepaßt, daß sie zwar auf ein Absenken auf 2° C mit vermehrter Zystenbildung reagierte, aber bei einem erneuten Temperaturanstieg wieder erhöhte Aktivität zeigte.

*Cyphoderia ampulla* vertrug ein Absenken der Temperatur von 17 auf 2° C gut. Im Temperaturbereich von 5 bis 7° C zeigte sie lange Zeit keinerlei Reaktion. Eine erneute Temperatursenkung auf 0° C konnte sie jedoch nicht mehr ertragen und alle Individuen starben.

## Diskussion

Daß sich Protozoen an geänderte Temperaturen anpassen können, entdeckte bereits MENDELSON (1902) bei seinen Untersuchungen an Ciliaten. Er beobachtete, daß bei Ciliaten aus einem wärmeren Medium das Temperaturoptimum höher lag als bei solchen, die in kühlerem Substrat gehalten worden sind. Ähnliches wurde auch später vor allem für Ciliaten immer wieder festgestellt. So zeigten z.B. die Untersuchungen von POLJANSKIJ (1957, 1959), daß Individuen von *Paramecium caudatum*, die bei 25 - 28° C kultiviert wurden, Temperaturen bis zu 40° C ertragen konnten, nicht aber Temperaturen von 0° C. Andere Individuen, die bei 2 - 3° C gezüchtet worden waren, überstanden dagegen 0° C problemlos. Weiters konnte der gleiche Autor beobachten, daß bei *Paramecium caudatum* die Hitzeresistenz verschiedene Phasen der Anpassung an den höheren Temperaturbereich zeigt: Zunächst steigt sie rasch an, sinkt dann und bleibt nach 2 - 3 Wochen konstant. 1973 betont der Autor die Thermo-

Stabilität der Protozoen, die es ihnen ermöglicht, sowohl bei hohen als auch bei niederen Temperaturen (auch unter 0° C) zu leben.

CRIPPA-FRANCESCHI e.a. (1974) untersuchten das Problem der Thermoresistenz bei *Paramecium aurelia* und kamen zu folgenden Ergebnissen:

1. Eine schrittweise Akklimatisierung führt nach wenigen Zellteilungen zu langanhaltender Thermoresistenz. 2. Eine plötzliche Temperaturschwankung bringt nur nach zahlreichen Teilungen und anschließender Haltung im Standardmedium bei 25° C eine Thermoresistenz.

LEE & FENCHEL (1972) führten Resistenzversuche mit aus Florida stammenden Individuen von *Euplotes balteatus*, mit dänischen Individuen von *E. vannus* sowie mit *E. antarcticus* durch und stellten fest, daß plötzliche Temperaturänderungen schlechter vertragen wurden und eher zum Tod führten, während langsame Akklimatisierung den Bereich der überlebenden Temperatur erweiterte.

Daß Temperaturänderungen die Teilungsrate beeinflussen können, zeigten die Untersuchungen von BELAR (1921), nach dem eine Temperaturerhöhung von 16 auf 21° C die Teilungsrate bei *Chlamydomorphys minor* bis zu 30 % anheben soll; sowie Untersuchungen von ZAAR, TOPOLOVSKY & TRIBIS (1977), nach denen bei *Paramecium caudatum* Temperaturabsenkung (von 28 auf 16° C bzw. von 22 auf 10° C) 1,4 bis 3 x so hohe Teilungsraten hervorrief als konstante Temperaturbereiche.

BUITKAMP (1979) stellte vergleichende Untersuchungen zur Temperaturadaptation von Bodenciliaten aus klimatisch verschiedenen Regionen an. Er verknüpfte die Frage nach der maximal möglichen Biomasse mit der Frage nach der Temperaturpräferenz. Dem Autor fiel auf, daß im mitteleuropäischen Standort die gefundenen Optima für die Ciliaten mit der höchsten gefundenen Durchschnittstemperatur (20° C) ungefähr übereinstimmten. Entsprechend den in der Region auftretenden Temperaturschwankungen sind einige Ciliaten auch bei niederen Temperaturen aktiv. In den tropischen Standorten liegt die Durchschnittstemperatur zwischen 25 und 30° C. Das Optimum für die tropische Ciliatenfauna liegt bei 25° C. Bei Temperaturen unter 15° C sind die Tiere nicht aktiv. Bei den wenigen Arten, die Temperaturen von 40° C ertragen, konnte der Autor verstärkte Teilung beobachten.

ROGERSON (1980) beobachtete bei *Amoeba proteus* mit zunehmender Temperatur ein Sinken der Generationszeit. Im Feld stellte er 20° C als Grenzwert fest, in seinen Laborversuchen 10° C.

VARGA (1933) beobachtete im Gelände für die Protozoenfauna des Waldbodens jahreszeitliche Abundanzschwankungen, und zwar ein Hauptmaximum vom November bis Dezember und einen kleineren Gipfel im April und Juni. In den Monaten Juli bis September fand der Autor nur Zysten. Das Abundanzminimum lag im September.

COÛTEAUX (1976) gab bei ihren Untersuchungen in den Eichenwaldböden das Abundanzminimum für Testaceen im Februar bzw. Juli und August an, das Maximum im November und Dezember bzw. April und Mai. Im Fichtenwald trat das Abundanzminimum im Jänner bis April und das Maximum im November auf. Schwächere Peaks gab es im Mai und Juni.

peratur für Zysten und Epiphragmen bei allen untersuchten Arten nach, vor allem bei *Tritinema complanatum*. Während auch bei großer Bodenfeuchte und niedriger Temperatur die Epiphragmenbildung zunahm, konnte für die aktiven Tiere keine signifikante Korrelation gefunden werden.

Bei Untersuchungen an Gebirgstestaceen fand SIESS (1979) einen optimalen Temperaturbereich mit maximaler Individuendichte bei 13° C, VERGEINER (1979) stellte eine solche bei 15° C fest. WIESER (1980) bemerkte im Juli eine verstärkte Zystenbildung, bedingt durch einen Tem-

peraturanstieg. Auch in der ersten Augusthälfte kam es durch hohe Temperaturen und geringe Niederschläge zu einem Zystenanstieg. Ende August führten niedrigere Temperaturen und Schneefälle zu einem Absinken der Zystenzahl. Obwohl im September die Temperatur wieder anstieg, verringerte sich die Zystenbildung infolge der herrschenden hohen Feuchtigkeit noch mehr. Für Teilungsstadien ergab sich ein Peak, wenn niedere Temperaturen und hohe Feuchtigkeit zusammentrafen.

LAMINGER (1980) fand bei Hochgebirgstestaceen in den einzelnen Untersuchungsgebieten unterschiedliche Extremwerte: In der subalpinen Feuchtwiese in 1980 m Seehöhe trat das Abundanzmaximum in den Wintermonaten Jänner bis März auf, ein kleinerer Gipfel war im Frühjahr (April/Mai) zu finden. Das Minimum lag eindeutig im Sommer (August). Im Herbst und Frühling stieg die Abundanz wieder an. Die maximalen Zystenzahlen traten im März und Mai auf, ein kleinerer Gipfel im Oktober, die minimale Zystenzahl im August. Die erwartete Tendenz einer Zunahme der Zysten bei gleichzeitigem Absinken der aktiven Tiere traf nicht ein. Die maximale Anzahl von Teilungsstadien war im Februar, die minimale Teilung im Dezember zu finden, nur geringfügig höhere Zahlen traten im August, Oktober und November auf. Das erwartete Wegbleiben von Teilungsstadien zu Zeiten minimaler Abundanz konnte ebenfalls nicht beobachtet werden.

In der subalpinen Magerwiese in 1960 m Seehöhe lag das Abundanzmaximum im November und das Minimum im Juli. Zysten und Teilungsstadien wiesen keine Extremwerte auf.

Im alpinen Curvuletum, das nur während der Vegetationsperiode besammelt wurde, fiel das Abundanzmaximum in den Frühling (Juni/Juli) und das Minimum in den Spätsommer (August/September). Zysten und Teilungsstadien waren nur geringfügig vorhanden und zeigten keine Extremwerte. Für das subnivale Elynetum war die Sammelperiode (Juli bis September) zur Feststellung etwaiger Extremwerte zu kurz.

KNADEN (1981) untersuchte die Produktion von Testaceen in gestörten und ungestörten Böden. Nach ihren Befunden kam es in den ungestörten Böden während der ersten Untersuchungsperiode zu einem Abundanzanstieg bei Bodentemperaturen von 7,5 - 13,4° C bzw. von 5,8 - 9,9° C während der zweiten Untersuchungsperiode. In den gestörten Böden trat das Maximum zwischen 0,2 und 14,8° C während der ersten Untersuchungsperiode auf. Für die zweite Periode konnte die Autorin keine Extremwerte feststellen.

Wie unsere Felduntersuchungen ergaben, fallen die Aktivitätsoptima der Bodentestaceen fast immer in Zeiten mit relativ niederen Temperaturen und hoher Feuchte, also in den Frühling und Herbst. Interessanterweise decken sich meist die Peaks der Zystenbildung mit den Aktivitätsspitzen. Ähnliches erbrachten auch die Untersuchungen der Hochgebirgstestaceen.

*Assulina muscorum* bildete nur selten Zysten aus, während *Trinema complanatum* meist mehr Zysten als aktive Tiere aufwies. Auch diese Befunde bestätigen frühere Untersuchungsergebnisse der vorgenannten Autoren. Erwartungsgemäß war die Temperaturabhängigkeit bei den einzelnen Arten unterschiedlich. Der für die aktiven Tiere der Extrembiotope optimale Temperaturbereich von 15 +/- 9° C paßt gut zu den von SIESS (1979) bzw. VERGEINER (1979) angegebenen 13 bzw. 15° C, auch der aus den Werten von KNADEN (1981) errechnete mittlere Temperaturbereich von 5 - 13° C liegt auf demselben Niveau.

Die Laboruntersuchungen zur Feststellung des Temperaturoptimums bzw. -pessimums wiesen eindeutig auf 15° C als Optimaltemperatur hin, der Bereich von 5 - 20° C bot günstige Lebensbedingungen.

Die Temperatur von  $-25^{\circ}\text{C}$  war neben  $-20^{\circ}\text{C}$  für die meisten Testaceen-Arten tödlich, der Bereich von  $-10$  bis  $-25^{\circ}\text{C}$  sowie  $25^{\circ}\text{C}$  bot für viele Arten keine geeigneten Lebensbedingungen.  $-5^{\circ}\text{C}$  erwies sich im Gegensatz zu den anderen Arten für *Paraquadrula discoïdes* als Optimaltemperatur. Sie erreichte nur bei dieser Temperatur ihr Abundanzmaximum und behielt während der gesamten Versuchsdauer (21 Tage) ihre hohe Anzahl aktiver Stadien bei. Die Laboruntersuchungen erbrachten also eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Felduntersuchungen bzgl. Temperaturoptimum ( $5 - 20^{\circ}\text{C}$ ).

Daß es auch für Testaceen möglich ist, sich ähnlich wie Ciliaten und Amöben an eine zunächst ungünstige Temperatur zu gewöhnen, ergaben die Akklimatisierungs-Experimente. So zeigten *Trinema enchelys* und *Quadrullella symmetrica* eine Anpassung an den Temperaturbereich von  $0^{\circ}\text{C}$ . *Trinema enchelys* blieb die ersten 7 Versuchstage in ihrer Abundanz stabil, dann kam es zunächst zu einem Absinken, dem ein allmählicher Anstieg folgte. Ab dem 15. Versuchstag wurde eine höhere Abundanz als zu Versuchsbeginn erreicht und bis zum Ende des Experiments beibehalten. *Quadrullella symmetrica* zeigte zu Beginn des Versuches Abundanzschwankungen und erreichte am 9. Tag eine höhere Anzahl aktiver Individuen. Ihre Abundanz verlor erst gegen Versuchsende wieder etwas an Höhe, lag aber noch immer über den Werten zu Beginn. An die Temperatur von  $5^{\circ}\text{C}$  hat sich *Nebela dentistoma* nach 6 Versuchstagen angepaßt. Diese Art erreichte am 8. Tag die höchste Abundanz und behielt bis zum Ende des Experiments die hohen Aktivitätswerte bei.

Die durchgeführten Versuche zur Prüfung der Reaktion der Testaceen auf Temperaturschwankungen deuteten ebenfalls auf die Fähigkeit der Testaceen hin, sich an bestimmte Temperaturbereiche zu gewöhnen. Das verwendete Kulturmedium spielte bei diesen Versuchen nur eine untergeordnete Rolle, viel wichtiger war das Stadium, in dem sich die Tiere vor bzw. bei Versuchsbeginn befanden, sowie die verwendete Anfangstemperatur. So akklimatisierte sich z.B. *Nebela collaris* zwar an den Temperaturbereich von  $6 - 8^{\circ}\text{C}$ , ein weiteres Absenken der Temperatur auf  $0 - 5^{\circ}\text{C}$  konnte sie jedoch nicht verkraften und 90 % der Individuen starben am Versuchsende. Wurde *Nebela collaris* an einen höheren Temperaturbereich ( $14 - 18^{\circ}\text{C}$ ) gewöhnt, so spielte ebenfalls der Aktivitätsszustand des Ausgangsmaterials eine wichtige Rolle. Die Zysten konnten ein Absenken der Temperatur leichter ertragen als die aktiven Tiere, von denen ein hoher Prozentsatz ohne Zystenbildung zugrunde ging.

Seehöhe	1000 m	2700 m	3000 m
Geogr. Lage	Umgebung der Ortschaften Iqis und Patsch	Umgebung des Festkogels (Ütztaler Alpen)	Umgebung des Rotmoosferners (Ütztaler Alpen)
Vegetation	Gramineen und Kräuter	Alpines Curvuletum mit Racomitrium canescens	Subnivales Elynetum und Curvuletum
Vegetations- form	Magerwiese	Curvuletum	Rasenfragmente, Elynetum Curvuletum
Bodentyp	Podsolige Braunerde	Schwach podsolierte flach- gründige Rasenbraunerde	Moränen-Flugsand
Bodenart	Lehmiger Sand	Stark steiniger Sand	Braunerde und Ranker
Humusform	Mull	Rohhumus	--
pH	4,3 - 5,1	3,8 - 3,9	--
Testaceen- zönosen	Trinemetum, Euglyphetum, Tracheleuglyphetum acollae	Corythietum, Plagiopyxidatum Trilabiatae, Trinemetum, Tra- cheleuglyphetum	Trinemetum, Corythietum, Tra- cheleuglyphetum acollae
Probenentnahme- intervalle ( $\bar{x}$ )	1977: 9 +/- 5 (n = 13) 1978: 9 +/- 3 (n = 34) 1979: 12 +/- 6 (n = 13)	1975: 16 +/- 4 (n = 7) 1976: 23 +/- 9 (n = 6)	1975: 20 +/- 5 (n = 4) 1976: 25 +/- 0 (n = 4)

Tabelle 1.: Zusammenstellung der wichtigsten Daten der Untersuchungsgebiete

Species	n	Regressionsgrade	Korrelationskoeffizient	Untersuchungszeitraum
<i>Assulina muscorum</i>	306			
Σ lebende Tiere		$y = 108,38 - 3,49x$	0,37 <sup>+++</sup>	1977/78/79
aktive Tiere		$y = 58,39 - 0,61x$	0,11	
Zysten		$y = 1,97 - 0,06$	0,10	
<i>Euglypha acantophora</i>	216			1977/78/79
Σ lebende Tiere		$y = 96,23 - 3,76x$	0,54 <sup>+++</sup>	
aktive Tiere		$y = 39,84 - 1,29x$	0,26 <sup>++</sup>	
Zysten		$y = 47,52 - 2,01x$	0,19 <sup>++</sup>	
<i>Trinema complanatum</i>	321			1977/78/79
Σ lebende Tiere		$y = 153,40 - 4,71x$	0,39 <sup>+++</sup>	
aktive Tiere		$y = 33,01 + 1,59x$	0,17 <sup>++</sup>	
Zysten		$y = 74,90 - 1,90x$	0,14 <sup>+</sup>	

Tabelle 2: Korrelation der Abundanz einiger Euglyphidae mit der Bodentemperatur im Raume Patsch (Jahresmittel)  
+ p 0,05, ++ p 0,01, +++ p 0,001

Species	n	Regressionsgerade	Korrelationskoeffizient	Untersuchungsgebiet
<i>Assulina muscorum</i> Zysten	23	$y = 201,01 - 12,53x$	0,66 <sup>++</sup>	Liebener Rippe (3000 m)
<i>Corythion dubium</i> aktive Tiere	91	$y = 94,16 + 4,11x$	0,28 <sup>++</sup>	Roßkar (2700 m)
<i>Euglypha laevis</i> Zysten	89	$y = 0,80 + 1,12x$	0,21 <sup>+</sup>	Roßkar (2700 m)
<i>Trinema complanatum</i> aktive Tiere	26	$y = 137,64 - 8,29x$	0,53 <sup>++</sup>	Liebener Rippe (3000 m)
<i>T. enchelys</i> aktive Tiere	34	$y = 206,69 - 10,77x$	0,45 <sup>++</sup>	Liebener Rippe (3000 m)
<i>T. lineare</i> Zysten	144	$y = 44,15 - 1,67x$	0,19 <sup>+</sup>	Roßkar (2700 m)
<i>Centropyxis aerophila</i> aktive Tiere	21	$y = 2,46 + 5,43x$	0,49 <sup>+</sup>	Liebener Rippe (3000 m)

Tabelle 3: Korrelation von Testaceenabundanzen mit der Bodentemperatur im Untersuchungsgebiet Obergurgl. +, ++ siehe Tab. 2.

Versuchstag	- 5° C		0° C		5° C	
	A	Z	A	Z	A	Z
1.	52	7	69	5	71	14
2.	48	3	72	12	80	5
3.	41	7	66	8	74	6
4.	42	4	57	8	61	4
5.	52	2	55	10	75	9
6.	66	9	40	6	64	4
7.	22	3	30	4	52	7
8.	37	2	22	2	42	5
9.	41	2	29	4	42	5
10.	32	1	21	6	47	3
11.	53	5	23	6	43	6
12.	85	1	18	2	22	2
13.	57	1	17	4	22	2
14.	20	-	15	5	27	10
15.	34	-	20	21	20	3
16.	29	1	10	2	18	4
17.	39	-	13	2	17	3
18.	33	-	3	-	22	4
19.	70	1	15	2	17	2
20.	110	-	6	1	17	2
21.	81	-	12	1	13	4

Tabelle 4: Relation Abundanz/Artenzahl für aktive und enzystierte Testaceen in den 3 untersuchten Temperaturbereichen.

A = aktive Tiere, Z = Zysten

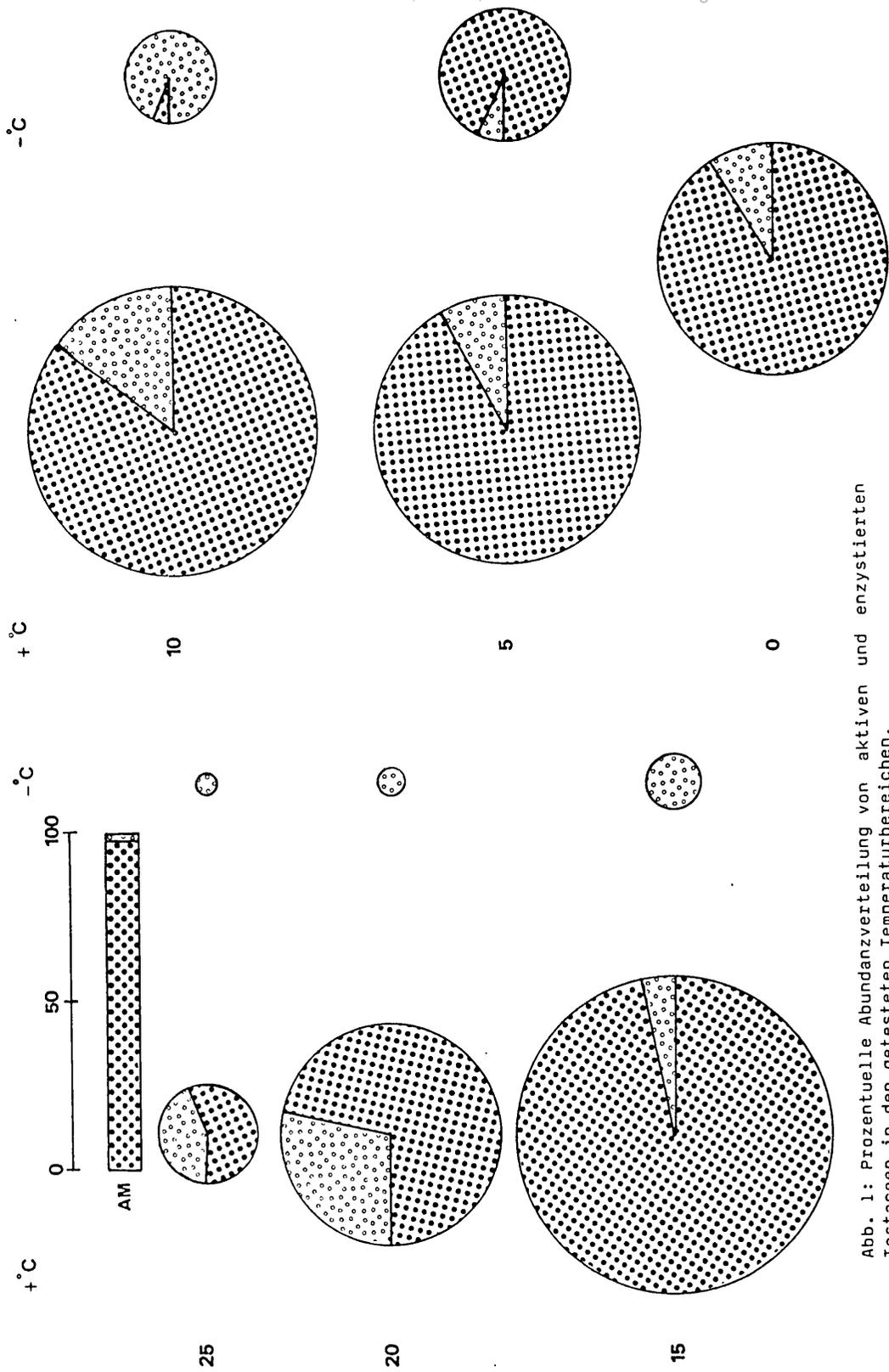


Abb. 1: Prozentuelle Abundanzverteilung von aktiven und einzystierten Testaceen in den getesteten Temperaturbereichen.  
 [stippled] = aktive Tiere, [dotted] = Zysten, [solid black] = Ausgangsmaterial

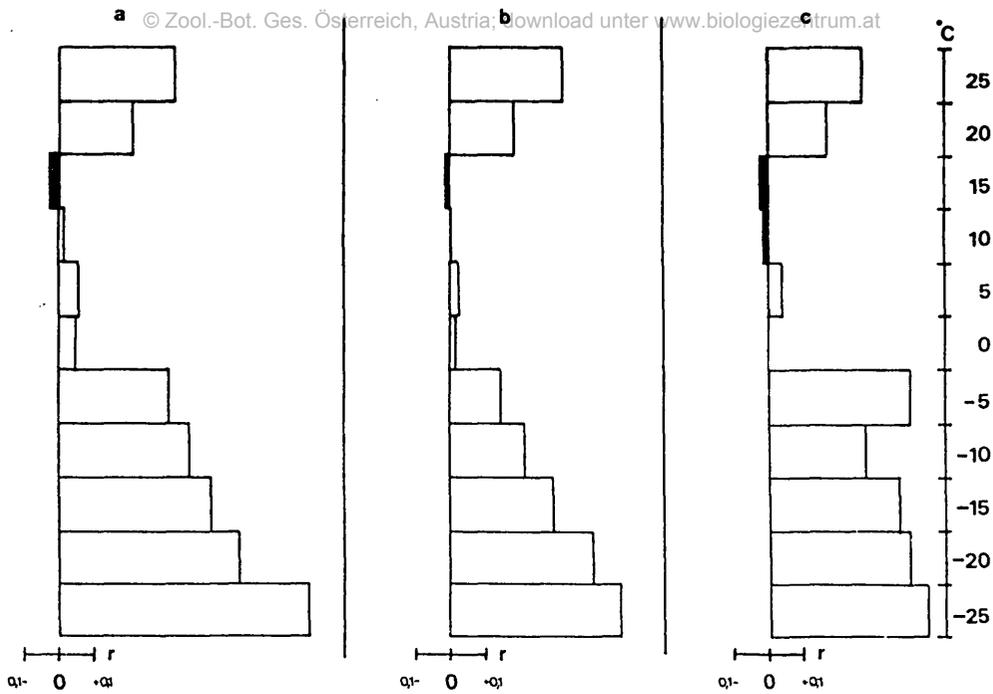


Abb. 2: Dynamikindizes einiger Euglyphidae in den getesteten Temperaturbereichen. a = *Assulina muscorum*, b = *Corythion dubium*, c = *C. pulchellum*, r = Dynamikindex

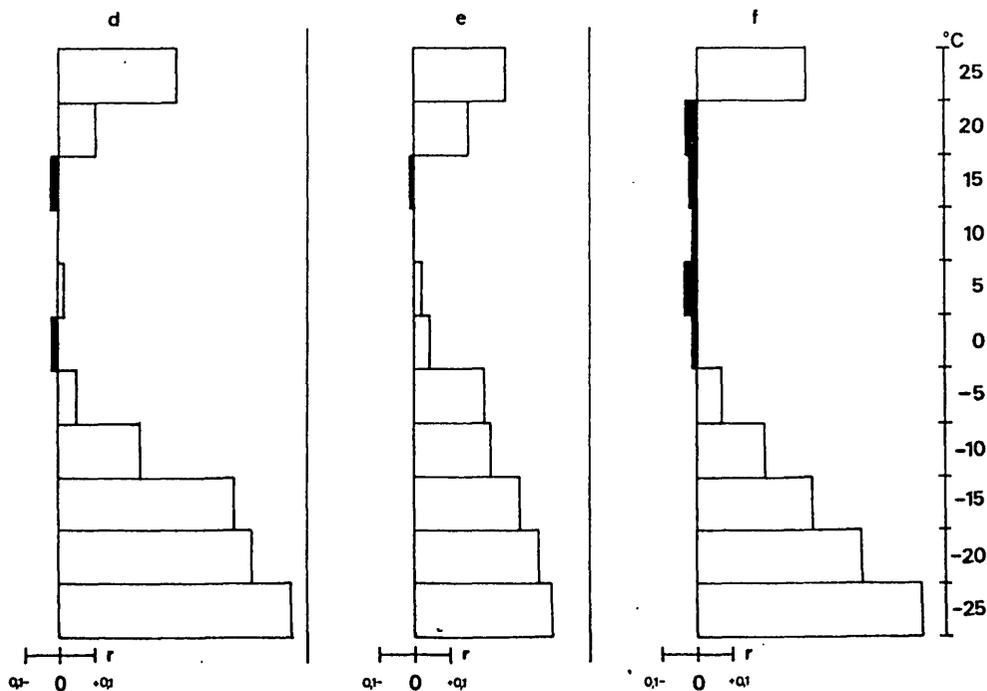


Abb. 3: Dynamikindizes einiger Euglyphidae in den getesteten Temperaturbereichen. d = *Euglyphia acanthophora*, e = *E. strigosa*, f = *Tracheleuglyphia acolla + dentata*, r siehe Abb. 2.

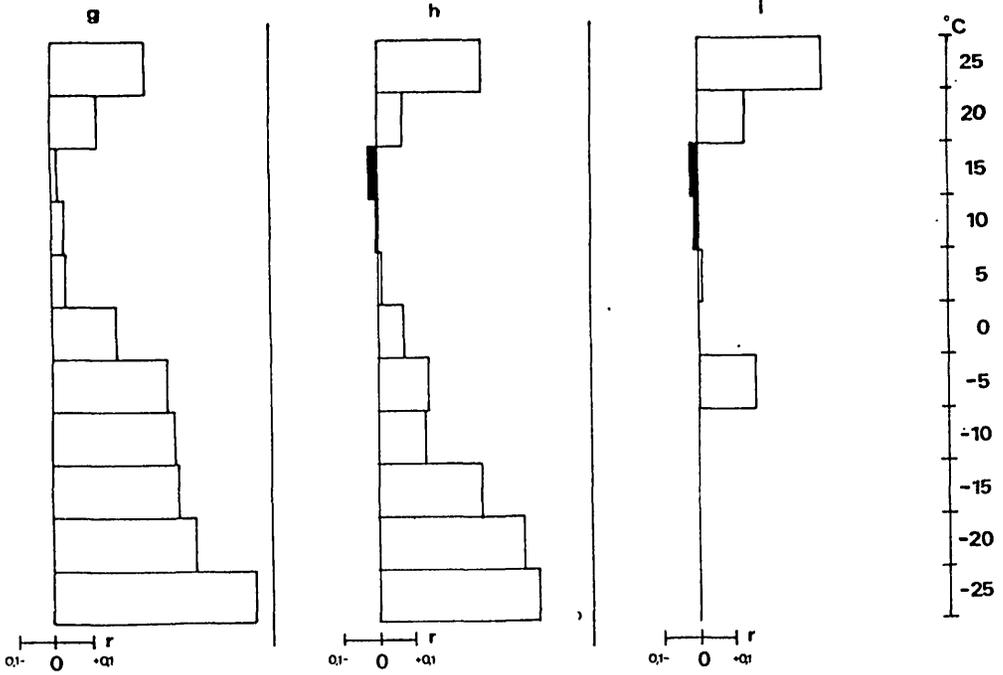


Abb. 4: Dynamikindizes des Genus *Trinema* in den getesteten Temperaturbereichen. g = *T. complanatum*, h = *T. enchelys*, i = *T. lineare*, r siehe Abb. 2.

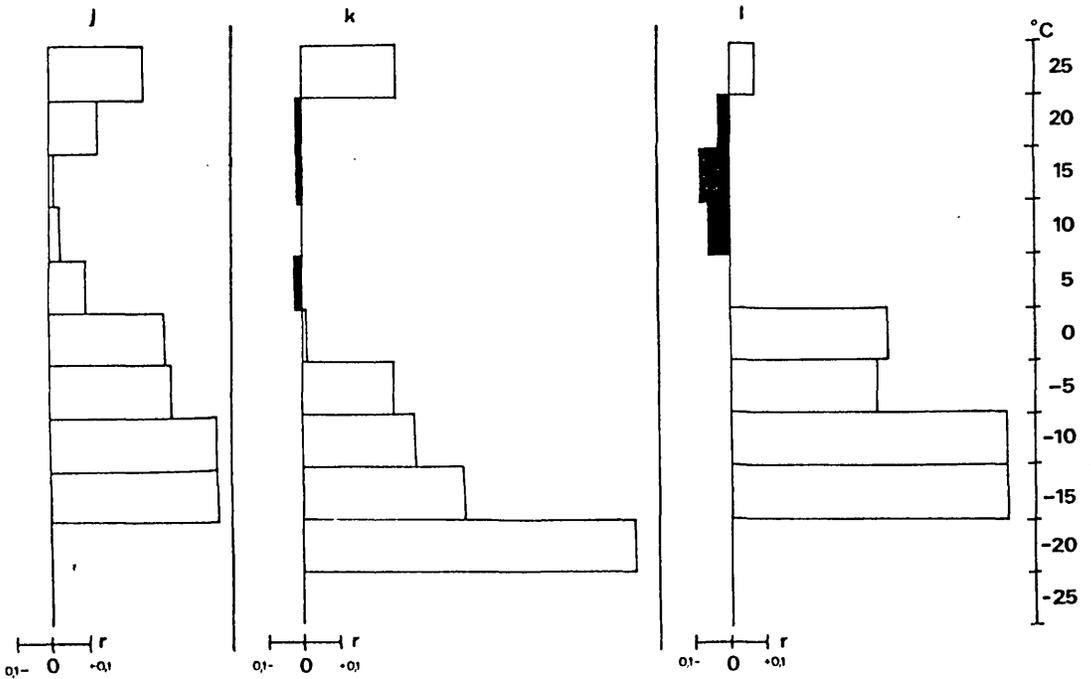


Abb. 5: Dynamikindizes des Genus *Nebela* in den getesteten Temperaturbereichen. j = *N. collaris*, k = *N. dentistoma*, l = *N. lageniformis*, r siehe Abb. 2.

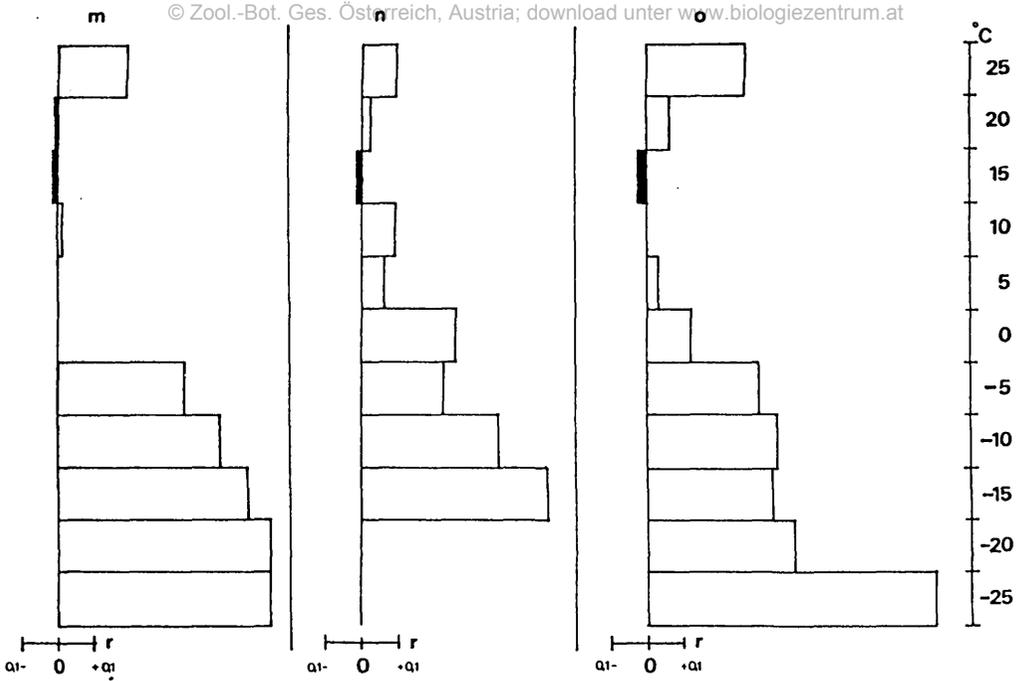


Abb. 6: Dynamikindizes einiger Nebelinae in den getesteten Temperaturbereichen. m = *Heleopera petricola*, n = *H. sylvatica*, o = *Quadrulella symmetrica*, r siehe Abb. 2.

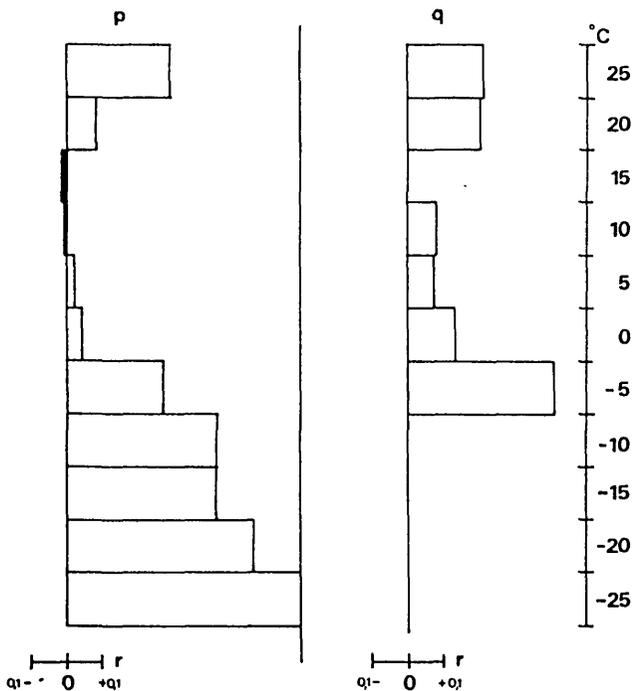


Abb. 7: Dynamikindizes einiger Filosa in den getesteten Temperaturbereichen. p = *Phryganella acropodia*, q = *Cyphoderia ampulla*, r siehe Abb. 2.

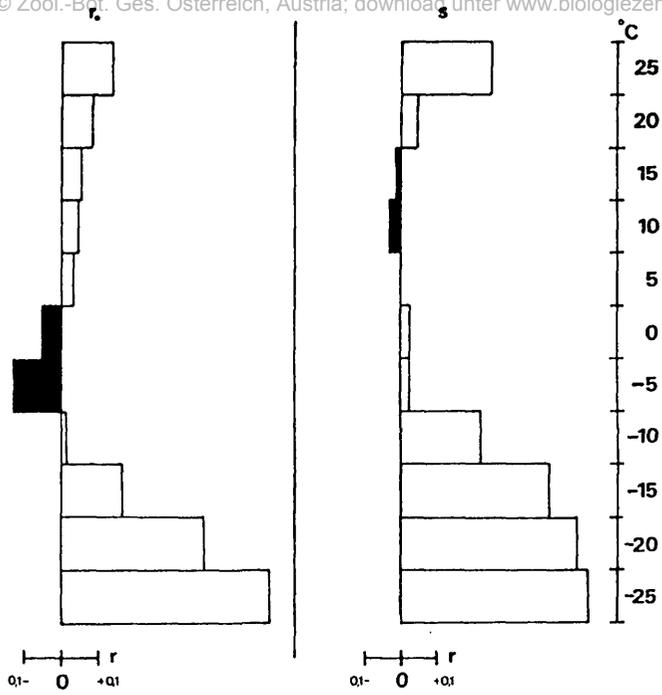


Abb. 8: Dynamikindizes einiger Lobosa in den getesteten Temperaturbereichen.  $r_0$  = *Paraquadrula discoides*,  $s$  = *Centropyxis aerophila*,  $r$  siehe Abb. 2.

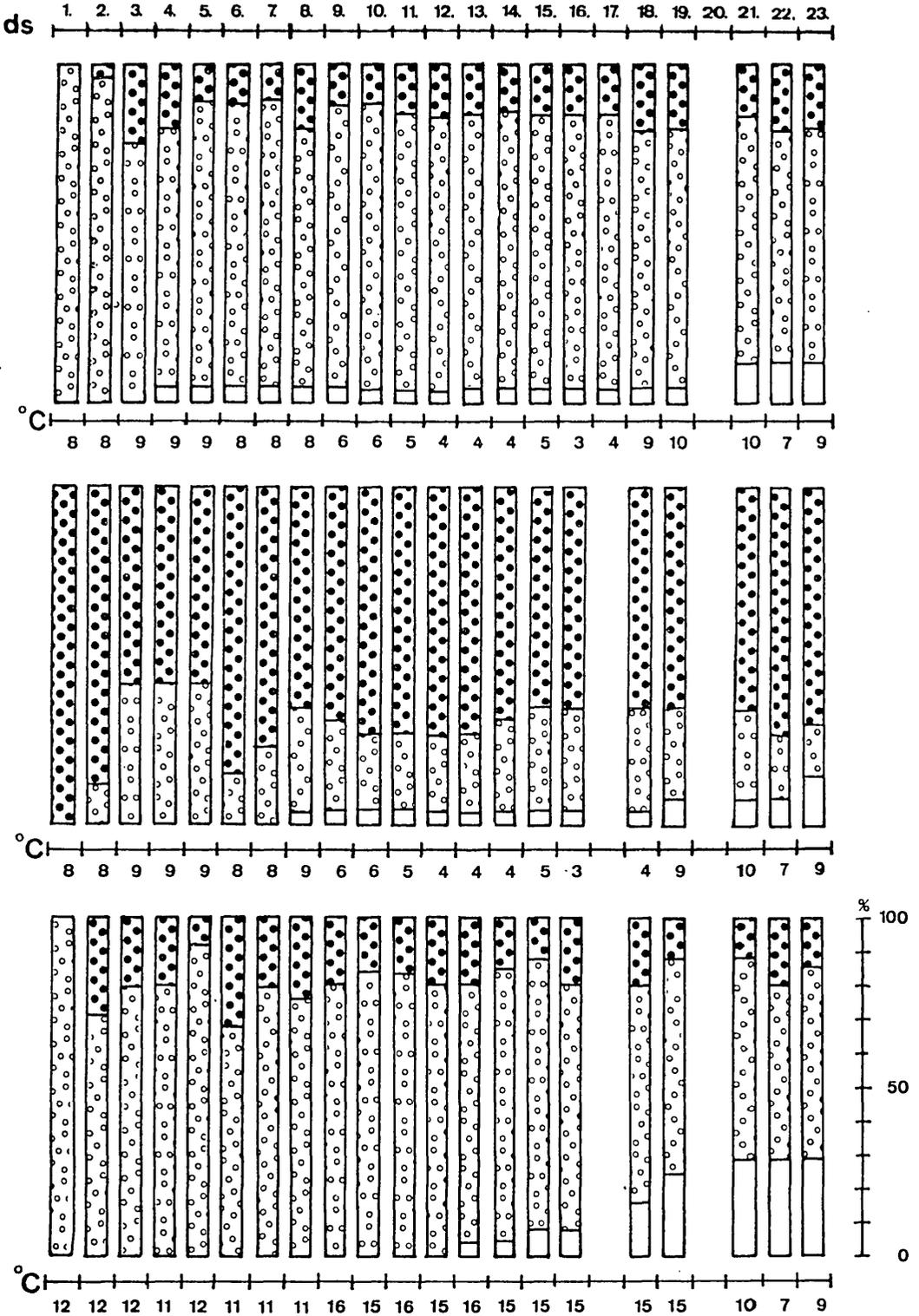


Abb. 9: Reaktion von *Nebela collaris* (Probensuspension) auf Temperaturschwankungen. ●●, ○○ sie Abb. 1, □ = tote Tiere, ds = Tage

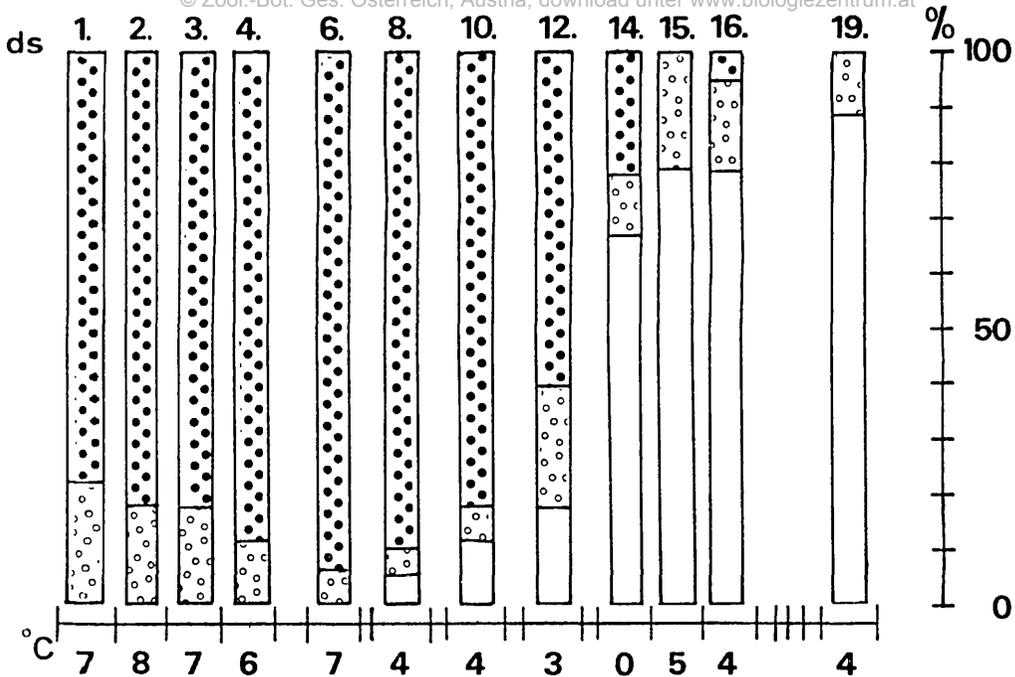


Abb.10: Reaktion von *Nebela collaris* (Prescottlösung) auf Temperaturschwankungen bei einem Akklimatisationsbereich von 6-8° C. Legende siehe Abb. 1 und 9.

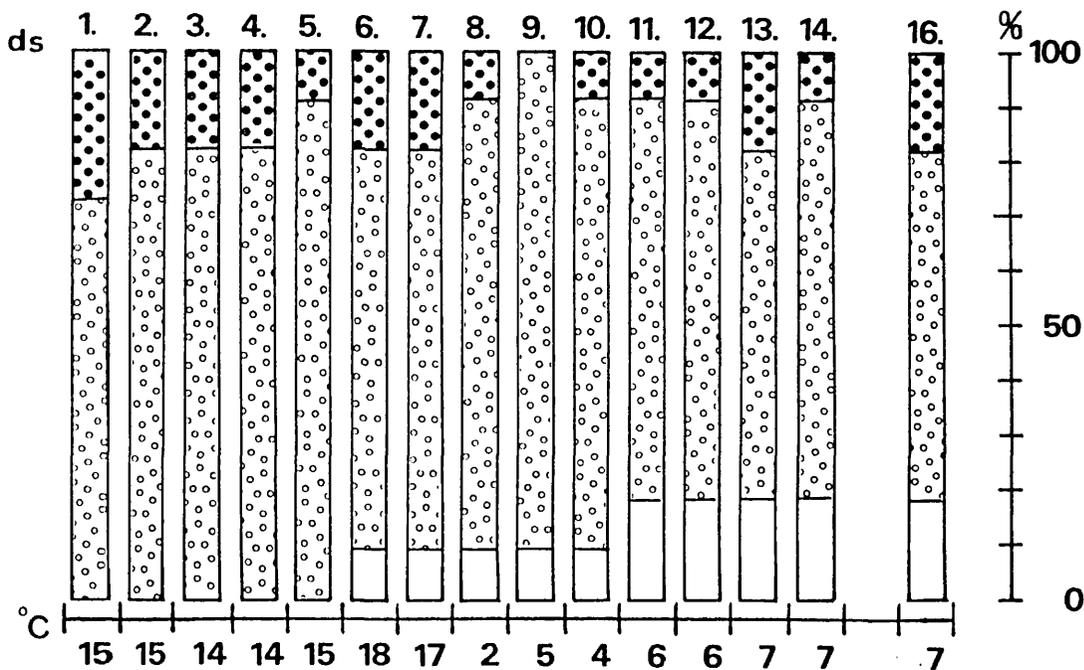


Abb.11: Reaktion von *Nebela collaris* (Prescottlösung) auf Temperaturschwankungen bei einem Akklimatisierungsbereich von 14 - 18° C. Legende siehe Abb. 1 und 9.

## Literatur

- BELAR K., 1921: Untersuchungen über Thekamöben der *Chlamydomphrys*-Gruppe. Arch.Protistenk. 43:287-354.
- BONNET L., 1964: Le peuplement thécamoebiens. Rev.Ecol.Biol.Sol. I(2): 123-408.
- BUITKAMP U., 1979: Vergleichende Untersuchungen zur Temperaturadaption von Bodenciliaten aus klimatisch verschiedenen Regionen. Pedobiologia 19:221-236.
- COÛTEAUX M.-M., 1976: Dynamisme de l'équilibre des Thécamoebiens dans quelques sols climatiques. Mem.Mus.Hist.nat. 96:183pp.
- CRIPPA-FRANCESCHI T. u. GENERMONT J., 1974: Physiological adaptations under experimental conditions. Present state of basic knowledge and results. In: Actualités protozoologiques, P. DE PUYTORAC u. J. GRAIN (eds) Vol. I.
- DECLOITRE L., 1981: Thécamoebiens d'une source d'eau chaude de Guinée. Bull. de I.F.A.N. 16 (Sér.A):825-833.
- DOGIEL V.A., 1965: General Protozoology. Oxford Clarendon Press.
- GEISLER A., 1981: Über den Einfluß der Temperatur auf die Aktivität ausgewählter Testacea-Arten in Kultur und Freiland. Diplomarbeit Univ.Innsbruck.
- KNADEN C., 1981: Produktion ausgewählter Testacea (Protozoa, Rhizopoda) in gestörten und ungestörten Böden im Raum Patsch, Tirol. Dissertation Univ.Innsbruck.
- LAMINGER H., 1980: Bodenprotozoologie. Mikrobios 1(1):1-142.
- " - , GEISLER-MORODER K., SIESS S., SPISS E., SPISS B., 1980: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testacea, Rhizopoda) in zentralalpiner Lagen Tirols. I. Untersuchungen subalpiner Böden im Raum Obergurgl (Tirol/Österreich). Arch. Protistenk. 123:280-323.
- " - , KAINZ G. u. HORWATH G., 1982: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testacea, Rhizopoda) in zentralalpiner Lagen Tirols. IV. Distribution der Testaceenzönosen in Hochgebirgsböden. Zool.Anz., Jena 208(5/6):339-351.
- LEE C.C. u. FENCHEL T., 1972: Studies on ciliates associated with sea ice from Antarctica. II. Temperature response and tolerances in ciliates from antarctic, temperate and tropical habitats. Arch. Protistenk. 114:237-244.
- MENDELSON H., 1902: Recherches sur la thermotaxie des organismes unicellulaires. J. Physiol. Pathol. Gén. 4:393-409.
- POLJANSKI I.J., 1957: Temperature adaptations in ciliates. I. Heat resistance in *Paramecium caudatum* depending on temperature conditions of their existence. Zool. J. 36:1630-1646.
- " - , 1959: Temperature adaptations in ciliates. II. Changes in heat and cold resistance in *Paramecium caudatum* cultivated at low temperatures. Cytologia 16:714-724.
- " - , 1973: zit. CRIPPA-FRANCESCHI T. u. GENERMONT J. in: Actualités Protozoologiques (eds.: DE PUYTORAC P. & GRAIN J.) Vol. I.
- ROGERSON A., 1980: Generation times and reproductive rates of *Amoeba proteus* (LEIDY) as influenced by temperature and food concentration. Can.J.Zool. 58:543-548.
- SCHATZ H., 1977: Ökologie der Oribatiden im zentralalpiner Hochgebirge Tirols (Obergurgl, Innerötztal). Dissertation Univ.Innsbruck.
- SIESS A., 1979: Horizontal- und Vertikalverteilung der bodenbewohnenden Testacea (Protozoa) im Obergurgler Zirbenwald (Tirol). Diplomarbeit Univ.Innsbruck (1979).

- VARGA L., 1933: Die Protozoen des Waldbodens. In: FEHER, Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens: 179-222. Springer, Berlin.
- VERGEINER J., 1979: Über die Produktion, Horizontal- und Vertikalverteilung einiger bodenbewohnender Testaceen (Protozoa) im Raum Patsch (Tirol). Diplomarbeit Univ. Innsbruck (1979).
- " - , LAMINGER H., JAITNER-KNADEN C. u. BAYER H., 1982: Populationsdynamik terrestrischer Protozoen (Testaceae, Rhizopoda) in zentralalpinen Lagen Tirols. II. Untersuchungen gestörter und relativ ungestörter Böden im Raume Patsch (Tirol, Österreich). Arch. Protistenk. 126:173-201.
- WIESER M., 1980: Über Populationsdynamik und Produktion der Testacea (Protozoa) im Höhen transekt Gurgler Haide (Obergurgl, Tirol). Diplomarbeit Univ. Innsbruck (1980).
- ZAAR E.J., TOPOLOVSKY V.A. u. TRIBIS G.M., 1977: Effect of temperature changes on the reproduction of *Paramecium caudatum*. Z. Obshch. Biol. 38(4):609-620.

Manuskript eingelangt: 1985 06 21

Anschrift der Verfasser: Dr. H. LAMINGER und Mag. rer. nat. A. GEISLER, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [124](#)

Autor(en)/Author(s): Laminger Hilde, Geisler Andreas

Artikel/Article: [Der Einfluß der Temperatur auf die Aktivität einiger Testacea-Arten \(Protozoa, Rhizopoda\) 129-150](#)