

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Die Rotatoriengattung *Notholca* und ihr Verhalten im Salzwasser

Von EBERHARD FOCKE¹⁾

I. Einleitung

Bekanntlich existieren nur wenige Tierarten, die sowohl im Meer- als auch im Süßwasser vorkommen. Zu diesen sog. „holeuryhalinen“ Spezies gehören einige Arten der Gattung *Notholca*. Da sich aber zahlreiche „Spezies“ der Rädertiere als ein Schwarm getrennter Formen erwiesen haben, ergab sich die Notwendigkeit, zu überprüfen, ob tatsächlich die marinen und limnischen *Notholca*-Formen, die bisher zu einer Art gestellt wurden, identisch seien. Darüber hinaus mußte in Zuchtversuchen, die über mehrere Generationen auszudehnen waren, experimentell geprüft werden, ob tatsächlich die Formen von Salz- in Süßwasser und von Süß- in Salzwasser überführt werden und hier sich fortpflanzen können.

II. Methode

Das Untersuchungsmaterial stammt größtenteils aus der Umgebung Kiels. Vom marinen Bereich wurden Biotope im Litoral nach *Notholca* abgesucht; diese Art fand sich vorwiegend in Salzwiesentümpeln, aber auch in anderen marinen Kleingewässern und sandigen Flachwassergebieten, sowie auch in *Zostera*-Beständen (Kieler Förde). Die meisten Proben wurden im Salzwiesengebiet der Wendtorfer Bucht entnommen, manche an anderen Stellen der Ostseeküste (Geltling Birk, Hohwachter Bucht, Graswarder bei Heiligenhafen, Fehmarn) und vereinzelt auch an der Nordseeküste (Westküste von Schleswig-Holstein und Mündungsgebiet der Jade bei Wilhelmshaven). Besondere Beachtung fanden Grenzgebiete, in denen limnische und marine Einflüsse zusammentreffen (Sehlandorfer See und Barsbeker See). Zweimal wurden auch Proben von der Binnensalzstelle Oldesloe entnommen. — Das Material aus dem marinen Bereich wurde in allen Monaten hauptsächlich in den Jahren 1956—1958 gesammelt.²⁾

Der limnische Bereich wurde besonders vom Herbst 1957 bis Herbst 1958 auf *Notholca* durchforscht. Um möglichst alle im Gebiet (Umgebung Kiels) vorkommenden limnischen *Notholca*-Formen zu erfassen, wurden möglichst viele und verschiedenartige Gewässer (vom großen See bis zum pfützenartigen, temporären Kleingewässer) durchsucht. Die an sich sehr wichtige regelmäßige Kontrolle einiger weniger Biotope mußte daher mehr in den Hintergrund treten. — Den Phytal- und Planktonproben wurde niemals Fixierungsmittel zugesetzt, so daß bei Durchsicht der Proben die lebenden *Notholca*-Individuen herausgesucht werden konnten, die den oft vielstündigen Transport meist ohne Schaden überstanden hatten. Besondere Maßnahmen zum Kühlhalten der Proben waren kaum jemals notwendig. Das Herausuchen und Fixieren für taxonomische Untersuchungen wurde spätestens 24 Stunden nach der Probeentnahme beendet, da die ursprüngliche Freilandpopulation, die untersucht werden soll, sich ja allmählich in eine Gefangenschaftspopulation umwandelt, wobei mit habituellen Veränderungen gerechnet werden muß.

Die Untersuchung der fixierten und meist kontrahierten Exemplare erfolgte bei mäßigem Deckglasdruck, damit einerseits die zu messenden Körperpartien möglichst senkrecht zur optischen Achse lagen, andererseits aber keine unnatürlichen Verformungen durch Druck auftraten. Gemessen wurden: Rumpflängen (= Panzerlänge ohne Vorderdornen und ohne Caudalfortsatz), Länge der Dornen, Länge und Breite des Caudalfortsatzes, Gesamt-Panzerlänge, Panzerbreite. Letztere ist nur ein sehr bedingt brauchbares Maß, denn es zeigt starke Abhängigkeit vom Kontraktionsgrad und von der Größe heranwachsender Eier. Als Hinterende des „Rumpfes“ galt bei den Formen mit Caudalfortsatz der Hinterrand der Ventralplatte, bei den Formen ohne Caudalfortsatz der Hinterrand des Dorsalpanzers. — Weiterhin wurde der Gesamt-Habitus registriert; gezeichnet wurde meist mit Hilfe eines Abbe'schen Zeichenapparates.

Außer der Formung des Panzers fand der Kauapparat Beachtung. Es wurde die Länge der *Manubria* gemessen, da diese ohne Anwendung von Mazerationsmitteln gut sichtbar sind. Mühsamer

¹⁾ Auszug aus der Dissertation „Zur Systematik und Biologie der Rädertier-Gattung *Notholca*“; ich danke Herrn Professor Dr. A. Remane herzlich für die Anregung zu dieser Arbeit und für mannigfache Unterstützung.

²⁾ Herrn Professor Dr. K. Strenzke danke ich herzlich für die Schaffung eines Arbeitsplatzes während mehrerer Aufenthalte in Wilhelmshaven.

ist die Untersuchung der Unci, so daß hier nicht regelmäßige Messungen durchgeführt werden konnten; jedoch trug der Vergleich der Unci bei verschiedenen Formengruppen wesentlich zur Klärung der Verwandtschaft bei, indem zwischen einem „normalen Uncus-Typ“ (Abb. 1a) bei *N. squamula*, *labis-limnetica*, *acuminata*, *psammarina* und einem „abgewandelten Uncus-Typ“ (Abb. 1b) bei *N. bipalium* und *striata* unterschieden werden konnte.

Die Haltung und Züchtung von *Notholca* im Laboratorium bot keine Schwierigkeiten. Selbst in kleinen Wassermengen von weniger als 1 ccm können individuenreiche Populationen existieren. Allerdings sind häufige und regelmäßige Kontrollen notwendig, um beginnenden negativen Milieueinflüssen rechtzeitig durch Wasserwechsel, Umsiedlung in andere Schalen und sonstige Maßnahmen zu begegnen. Als Nahrung wurde den Tieren meist Diatomeen-Material aus dem Stammbiotop geboten, was sich als das günstigste erwiesen hatte.

III. Systematischer Teil

In der Frühzeit der Aufstellung von Rotatorienarten sind schon bis auf *Notholca psammarina* alle im mitteleuropäischen Raum (einschließlich Britische Inseln) vorkommenden Arten der Gattung *Notholca* beschrieben worden. So beschrieb O. F. MÜLLER (1786) die beiden marinen Arten *N.* (= „*Brachionus*“) *bipalium* und *striata*, sowie *N.* (= „*Brachionus*“) *squamula*, und zwar die limnische Rasse. EHRENBERG (1832) beschrieb *N.* (= „*Anuraea*“) *acuminata* und *foliacea*. GOSSE (1887) schließlich stellte die Art *N. labis* auf. Daneben beschrieb GOSSE Formen, die teils eindeutig Synonyme schon bekannter Arten waren, teils aber nicht mehr identifizierbare Formen sind, von denen einige möglicherweise seltene, bis jetzt nicht wiedergefundene, selbständige Formen darstellen.

Mit zunehmender Kenntnis der oft starken Variabilität besonders von pelagischen Rotatorien hielt man es dann um 1900 für wahrscheinlicher, daß die verschiedenen *Notholca*-Formen nur Varietäten von wenigen oder gar nur einer Art seien. (WEBER, LAUTERBORN, HARRING). LAUTERBORN (1898) behauptet, daß *N. acuminata*, *N. squamula* und *N. labis* alle durch Zwischenformen miteinander verbunden seien. Jedoch geben weder LAUTERBORN noch andere Autoren eine Beschreibung oder Abbildung solcher „Zwischenformen“. DIEFFENBACH (1911) dagegen, der als erster Zuchten von *Notholca* durchführte (!), äußert die Ansicht, daß die 3 genannten Formen „gute“ Arten seien.

Einer Klärung standen verschiedene Erschwerungen entgegen, so war die Anzahl der untersuchten Individuen meist sehr gering. Vielfach ließen unzureichende Beschreibungen und Abbildungen früherer Autoren einen Vergleich nicht zu oder wurden wichtige Veröffentlichungen mehrfach unbeachtet gelassen, so daß allmählich durch Irrtümer und Verwechslungen eine fast unübersehbare nomenklatorische Verwirrung entstanden war. — CARLIN (1943) nun konnte für die limnischen Formen auf Grund eines reichen Materials, das aus regelmäßig an bestimmten Örtlichkeiten entnommenen Proben stammte, Formengruppen aufstellen, deren jeweiliger Artcharakter weitgehend gesichert erscheint. Jedenfalls ist der Wahrscheinlichkeitsgrad, daß es sich hier wirklich um Arten handelt, ungleich größer als bei allen früheren Bearbeitungen. Bemerkenswert ist, daß durch CARLINS Revision wieder diejenigen Formen zu Arten erhoben wurden, die auch anfangs von den Erstbeschreibern als Arten angesehen worden sind. — Außerdem fand CARLIN einige neue Formen, die auf den skandinavischen Raum beschränkt zu sein scheinen. Daß die *Notholca*-Arten keineswegs als Kosmopoliten anzusehen sind, zeigen auch die Funde weiterer Arten mit ausgeprägten Sondermerkmalen in Asien (v. DADAY, JASCHNOW und andere). Ausführliche bibliographische Angaben, Aufzählung aller Synonyme sowie Erörterung der gesamten *Notholca*-Systematik entsprechend den derzeitigen Kenntnissen finden sich vor allem bei CARLIN (1943), GILLARD (1948) und VOIGT (1957).

1. — *N. squamula* (O. F. MÜLLER)

Das kennzeichnende Merkmal aller zu *N. squamula* gehörenden Formen, die annähernd kreisförmige Rundung des Panzerhinterrandes ohne irgendwelche Anhänge, ist in fast

allen Fällen ausgeprägt vorhanden und ermöglicht eine leichte Bestimmung. Jedoch kommen Ausnahmen vor; so zeigt Abb. 2 ein von mir gefundenes Exemplar, dessen Hinterrand-Formung schon als Caudalfortsatz zu bezeichnen ist, besonders wenn man zum Vergleich die schwächst ausgebildeten Caudalfortsätze von *N. acuminata* betrachtet. Diese abnorme Formung war nachweislich eine starre, unveränderliche Bildung des Dorsalpanzers. Zunächst liegt der Verdacht nahe, daß dieses Sonder-Exemplar eine Übergangsform zur *N. „labis-limnetica“*-Gruppe darstellt, worauf die Trennung zwischen *N. squamula* und *N. „labis-limnetica“* in Frage gestellt würde. Folgende Tatsachen sprechen jedoch gegen den Charakter einer genetischen Zwischenform und machen es sehr wahrscheinlich, daß das fragliche Individuum zu einer normalen reinen Population von *N. squamula* gehört: 1. Der sonstige Habitus gleicht weitgehend dem der übrigen Exemplare aus der gleichen Probe. 2. Ein Exemplar aus der gleichen Probenserie, vermutlich ebenfalls zur gleichen Population gehörend, weist einen ganz schwachen Ansatz zur Caudal-Fortsatz-Bildung auf (Abb. 3). WULFERT (1943) bildet den Umriß einer *N. squamula* ab, deren Hinterrand wie bei dem oben erwähnten Sonder-Exemplar geformt ist; dieser Autor vermutet zwar, daß der abnorme Hinterrand-Umriß eine durch übergroßen Kontraktionsdruck entstandenen Vorwölbung ist. Für den Fall, daß es sich aber doch um eine starre Bildung des Panzers gehandelt hat, wäre es bemerkenswert, daß das von WULFERT an einer Salzstelle des Binnenlandes gefundene Exemplar zu der marinen Rasse (siehe unten) von *N. squamula* gehört. Nach diesen Befunden möchte ich es für das wahrscheinlichste halten, daß bei *N. squamula* vereinzelt mehr oder weniger ausgeprägt Caudal-Fortsatz-Bildungen vorkommen, ohne daß die betreffenden Individuen Übergangsformen zu anderen *Notholca*-Arten darstellen.

Hinsichtlich des Kauapparates gehört *N. squamula*, wie schon erwähnt — S. 191 — zur Gruppe mit normalem Uncus-Typ, aber sonst zeigt diese Art in sich recht verschiedenes Aussehen; eine Klärung der Verhältnisse ist vorläufig nur zum Teil möglich. Deutlichen Eigencharakter zeigt die im marinen Bereich gefundene Form; im Experiment an Süßwasser adaptiert, blieben ihre Merkmale über viele Generationen unverändert. Die marine Form kann also als eigene genetische Form angesehen werden. Möglicherweise kommt ihr sogar Artcharakter zu, denn im Gegensatz zu *N. acuminata* wurden noch keine Zwischenformen zwischen limnischer und mariner Form gefunden. Somit erscheint es vorläufig angebracht, *N. squamula* in eine marine und limnische Rasse zu unterteilen. Das einzige Unterscheidungsmerkmal ist immer gut ausgeprägt und sofort erkennbar: Bei der marinen Form ist das innere Vorderdornpaar stets am längsten, das äußere Paar am kürzesten, während die Mitteldornen eine mittlere Länge aufweisen, oder höchstens (1 Fall) die Länge der Innendornen erreichen. Bei der limnischen Form dagegen ist immer das mittlere Dornenpaar am kürzesten, während sowohl die Außen-

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel I)

- | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abb. 1a | normaler Uncus-Typ |
| Abb. 1b | abgewandelter Uncus-Typ |
| Abb. 2 | <i>N. squamula mülleri</i> n. ssp. (abnorme Form) |
| Abb. 3 | <i>N. squamula mülleri</i> n. ssp. („Normalform“ mit schwächster Andeutung eines Caudalfortsatzes) |
| Abb. 4 | <i>N. squamula salina</i> n. ssp. |
| Abb. 5a | <i>N. squamula mülleri</i> n. ssp. („Seenplanktonform“) |
| Abb. 5b | <i>N. squamula mülleri</i> n. ssp. („Normalform“) |
| Abb. 5c | <i>N. squamula mülleri</i> n. ssp. („Litoralform“) |
| Abb. 6 | <i>N. acuminata lacustris</i> n. ssp. |
| Abb. 7 | <i>N. acuminata marina</i> n. ssp. |
| Abb. 8a | <i>N. acuminata marina</i> n. ssp., normales Manubrium |
| Abb. 8b | <i>N. acuminata lacustris</i> , Manubrium mit Fortsatz |

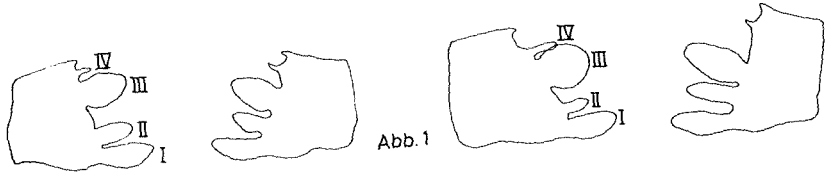


Abb. 1

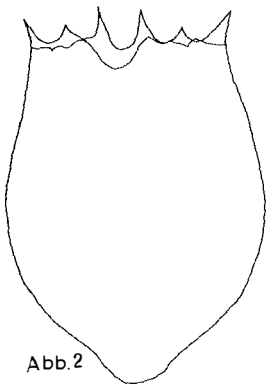


Abb. 2

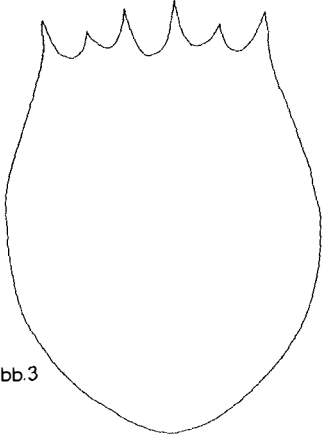


Abb. 3

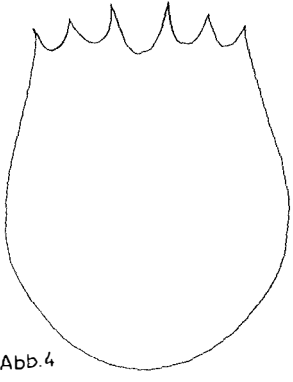


Abb. 4

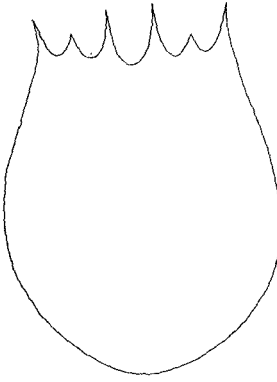


Abb. 5a

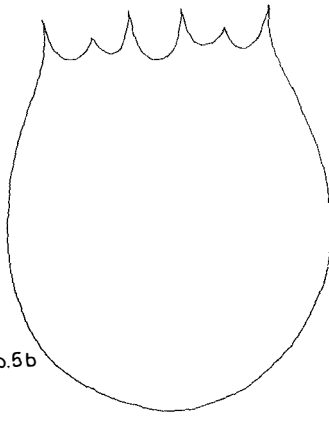


Abb. 5b

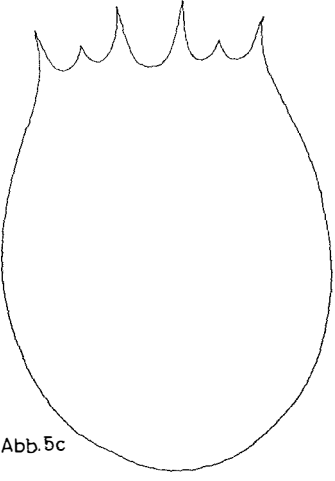


Abb. 5c

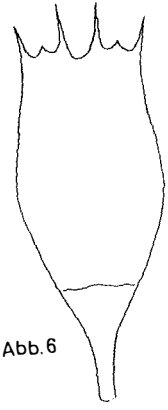


Abb. 6

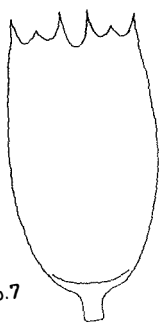


Abb. 7

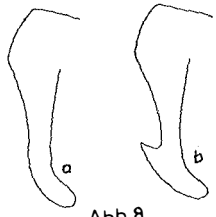
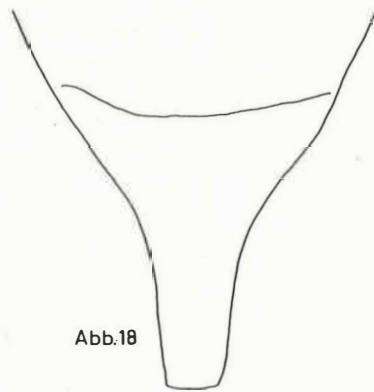
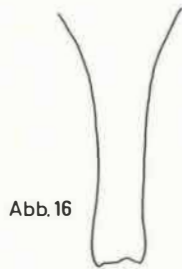
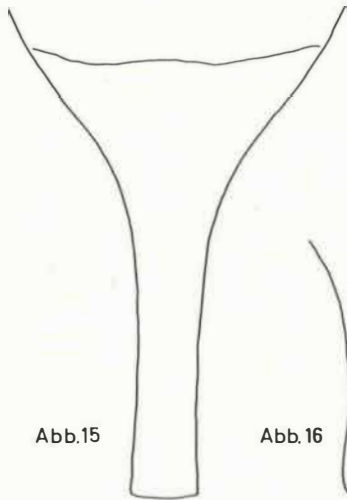
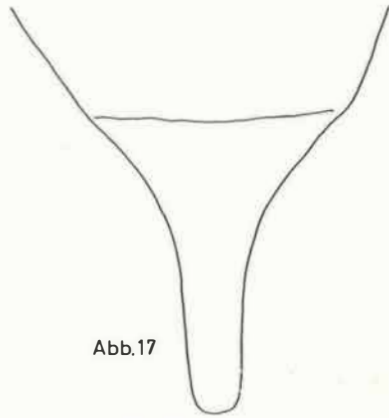
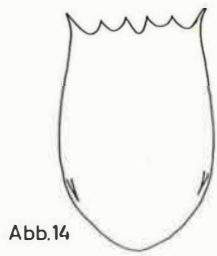
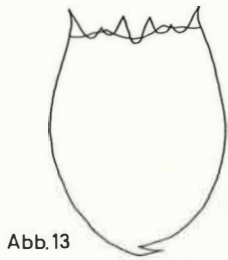
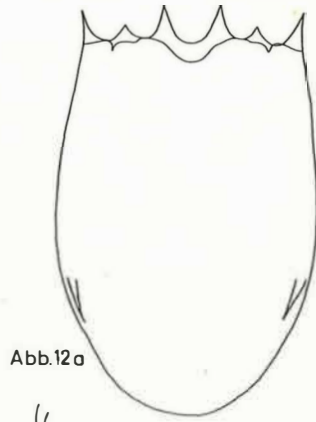
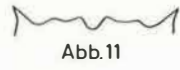
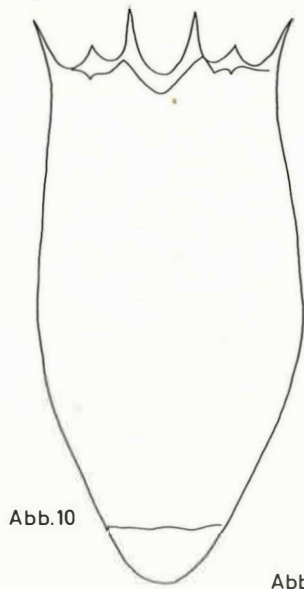
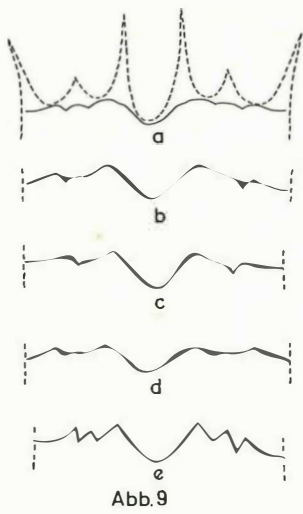


Abb. 8

Tafel 1 (zu E. Focke)



Tafel 2 (zu E. Focke)

wie auch die Innendornen die größte Länge aufweisen können.

a. *N. squamula salina* n. ssp. (Abb. 4)

Maße und Variabilität: — Rumpflänge (22 Ex.): 120—148 μ . Gesamtlänge (70 Ex.): 142—174 μ , im Durchschnitt etwa 158 μ . Breite (68 Ex.): 102—133 μ . Innendornen (20 Ex.) 19—31 μ . Beide Manubria (68 Ex.): 20—24 μ ; bei 49 Exemplaren waren beide Manubria gleich lang, bei 17 Exemplaren das linke Manubrium länger und bei 2 Exemplaren das rechte (!) länger. Der Habitus (Abb. 4) ist recht einheitlich, von kleinen Unregelmäßigkeiten abgesehen. Eine Bindung irgendwelcher Form-Merkmale an bestimmte Fundorte oder Biotope ist nicht erkennbar. Auch für das Vorhandensein einer Temporal-Variation sind keine Anhaltspunkte vorhanden. In der Literatur befinden sich an 4 Stellen Abbildungen der marinen *N. squamula*. HAUER (1925) stellte die Form für die Binnensalzstelle bei Oldesloe fest. PASQUALI (1940) fand die Form (Länge: 147 μ) im Kanalsystem von Venedig, bei Salzgehalten zwischen 1 und 21‰. WULFERT (1942) stellte sie (Länge: 138—145 μ) bei Rovigno in Meerwasser fest. Derselbe Autor (1943) fand außerdem an einer Binnensalzstelle (Hermannsbad) die schon geschilderte abnorme Form mit vermutlichem Caudalfortsatz.

Ich selbst fand die Form in Salzwiesentümpeln der Ost- und Nordseeküste mit großer Regelmäßigkeit. In die Seegrasregion der Kieler Förde, wo *N. psammarina*, *N. bipalium* und *N. striata* vorkommen, scheint die marine *N. squamula* ebensowenig wie die marine *N. acuminata* vorzudringen. — Außerdem stellte ich die marine *N. squamula* an der Binnensalzstelle bei Oldesloe fest.

b. *N. squamula mülleri* n. ssp.

Man gewinnt den Eindruck, daß hier verschiedene Formen vorliegen. CARLIN (1943) erwähnt eine kleine, langdornige Form, die im „Seenplankton“ vorkommt, und eine große kurzdornige „Teichplankton- und Litoralform“. Darauf fußend benennt GILLARD (1948) die beiden Formen, nämlich *N. squamula evensi* (die kleine langdornige Form) und *N. squamula squamula* (die große kurzdornige Form). Vermutlich sind die Verhältnisse jedoch komplizierter. Auch ich fand die kleine langdornige Form, und zwar nur im Plankton größerer Seen. Dann fand ich in ausgesprochenen Kleingewässern (Gräben, Tümpel) eine recht große, relativ kurzdornige und etwas langgestreckte Form. Im Plankton von größeren Gewässern, also auch von „Teichen“, fand ich diese Form nie. Sie scheint mit CARLINS „Teichplankton- und Litoralform“ übereinzustimmen. Außerdem stellte ich häufig einen dritten Typ fest, der im Habitus eine Mittelstellung zwischen den beiden erstgenannten Formen einnimmt. Diese „Normal“-Form, die zum Teil ebenfalls CARLINS „Litoralform“ sein könnte, ist in allen Biotopen zu finden, also sowohl in Kleingewässern als auch im Seenplankton. Alle 3 Formen scheinen durch Übergänge miteinander verbunden zu sein, vor allem zwischen der Normalform und Seenplanktonform gibt es öfter Zwischenstufen. Außerdem tauchen hin und wieder Individuen mit

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

- Abb. 9a—c *N. acuminata lacustris* n. ssp., ventraler Vorderrand
Abb. 10 *N. acuminata lacustris* n. ssp.
Abb. 11 *N. striata* (O. F. MÜLLER)
Abb. 12a *N. bipalium* (O. F. MÜLLER)
Abb. 12b *N. bipalium* (O. F. MÜLLER), abnormer Seitentastel
Abb. 13 *N. psammarina* BUCHHOLZ
Abb. 14 *N. striata* (O. F. MÜLLER)
Abb. 15 *N. acuminata lacustris* n. ssp.
Abb. 16 *N. acuminata lacustris* n. ssp.
Abb. 17 *N. acuminata lacustris* n. ssp.
Abb. 18 *N. acuminata lacustris* n. ssp.

irgendwelchen Sondermerkmalen auf, so daß sie nicht eingeordnet werden können.

Nachstehend einige Maße der 3 Hauptformen:

Seenplanktonform (Abb. 5a); Rumpflänge: 110—126 μ ; Gesamtlänge: 130—147 μ ; Breite: 100—110 μ (Extremwerte: 90 und 113 μ); Innendornen: 18—22 μ (1 Ex. 28 μ). — Zum Vergleich die extremen Maße von CARLINS Seenplanktonform: Rumpflänge: 94 μ ; Innendornen: 40 μ .

Normalform (Abb. 5b); Rumpflänge: 116—158 μ (Extremwerte: 100 und 164 μ); Gesamtlänge: 133—186 μ (Ein Minimalwert von 116 μ); Breite: 102—141 μ (Ein Minimalwert von 88 μ); Innendornen: 14—23 μ (Ein Maximalwert von 31 μ).

Litoralform (Abb. 5c); Rumpflänge: 144—166 μ ; Gesamtlänge: 170—191 μ ; Breite: 119—137 μ ; Innendornen: 24—34 μ (ein Maximalwert von 40 μ). — CARLINS abgebildete Litoralform weist eine Rumpflänge von nur 140 μ auf. Bemerkenswert sind die starken Größenunterschiede, die häufig innerhalb eines Typs in einer Probe zu beobachten sind. — Insgesamt wurden 149 Exemplare gemessen.

Zum Vergleich seien die extremsten Dimensionen der in der Literatur angeführten Exemplare von *N. squamula* angegeben. Die Maximalwerte der Gesamtlänge (je einmal 190 und 191 μ) gehen nicht über die von mir gefundenen Werte hinaus. Dagegen bildet APSTEIN (1896) ein Exemplar von normalem Habitus ab, das nach der Vergrößerungsangabe eine Rumpflänge von nur 76 (!) μ besitzen würde! — Recht gering ist auch eine Minimallänge (wahrscheinlich Gesamtlänge) von 107 μ , die PEJLER (1957) angibt.

Temporalvariationen scheinen kaum aufzutreten. Auch in der Literatur sind keinerlei Hinweise zu finden. Jahreszeitlich fallen meine Funde, in Übereinstimmung mit anderen Autoren, in die Zeit von Oktober bis Juni. Ganz vereinzelt steht der Fund eines Exemplares aus der Eider am 26. Juli 1958. Ein hochsommerliches Vorkommen (u. a. Juni, Juli, August) in gemäßigter Klimazone meldet MONTET (1915) vom Genfer See. In arktischen oder Hochgebirgs-Regionen ist das Vorkommen während der Sommermonate dagegen nichts Ungewöhnliches.

Die limnische Form von *N. squamula* wurde zuerst von O. F. MÜLLER (1786) unter Beifügung einer zwar etwas schematisierten aber einwandfreien Abbildung beschrieben. Trotzdem wurde wohl von allen späteren Autoren irrtümlicherweise *N. squamula* als „*N. striata*“ bezeichnet, obwohl die Erstbeschreibung von *N. striata* ebenfalls durch O. F. MÜLLER eindeutig ist, den Hinweis auf marines Vorkommen enthält und in der Abbildung sogar die Seitenstacheln zeigt. Erst CARLIN (1943) deckte diesen Irrtum auf.

2. — *N. limnetica* (LEVANDER)

Von dieser von CARLIN (1943) zu einer eigenen Art erhobenen Form, die zu der schwierigen „*labis-limnetica*“-Gruppe gehört, fand ich nur wenige Tiere. Die von mir gefundenen Exemplare besaßen etwa Habitus und Größe der von CARLIN (1943) abgebildeten Form. Die Untersuchung des Kauers brachte keine weiteren Aufschlüsse; der linke Uncus weist den Bau des „Normaltyps“ auf.

3. — *N. acuminata* (EHRENBERG)

Der Artcharakter dieser Form ist weitgehend gesichert, obwohl ein für alle Fälle gültiges Unterscheidungsmerkmal, das eine Trennung zwischen *N. acuminata* und der *labis-limnetica*-Gruppe ermöglicht, noch nicht gegeben werden kann. Die meisten Individuen der *labis-limnetica*-Gruppe unterscheiden sich von *N. acuminata* 1. durch gedrungeneren Rumpfsproportionen und 2. durch den viel stärker vom Rumpf abgesetzten Caudalfortsatz.

Bei der Bearbeitung zeigte sich eindeutig, daß hier zwei ökologische Formen vorliegen. Die im Meerwasser vorkommenden Formen lassen sich leicht von den im Süßwasser lebenden Formen unterscheiden. Um zu klären, ob es sich um zwei genetisch verschiedene

Formen oder um zwei Modifikationen einer einzigen genetischen Form handelt, wurden die beiden Formen im jeweils fremden Medium (die Süßwasserform im Meerwasser und die marine Form im Süßwasser) über viele Generationen hinweg gezüchtet. Es stellte sich heraus, daß die typischen Merkmale der limnischen bzw. der marinen Form vollkommen unverändert beibehalten wurden. Zwischenformen wurden jedoch in Grenzgebieten zwischen marinem und limnischem Bereich (Barsbeker See und Sehlendorfer See) gefunden. In diesen Gewässern wurden, z. T. gleichzeitig in einer Probe, gefunden: 1. Tiere mit ausgeprägten marinen Merkmalen; 2. Tiere mit ausgeprägten Merkmalen der limnischen Form; 3. Tiere, die die Merkmale beider Formen aufwiesen, und zwar in verschiedenen Kombinationen und Ausbildungsgraden. Diese Zwischenformen können nur durch Kreuzung der beiden Unterarten entstanden sein. Nähere Einzelheiten über diese Zwischenformen konnten noch nicht geklärt werden, so z. B., ob die Zwischenformen eine (oder mehrere) selbständige Mischrassen darstellen, oder ob sie nur jeweils einmalige Bastarde bzw. nur parthenogenetisch erzeugte Nachkommen von solchen Bastarden sind. Kreuzungsversuche konnten nicht gemacht werden, da bisexuelle Fortpflanzung bei in Gefangenschaft gehaltenen Populationen höchst selten auftritt und es noch nicht gelungen ist, bisexuelle Fortpflanzung künstlich, etwa durch besondere Umweltbedingungen, auszulösen. — Die Übergangsmöglichkeiten vom limnischen in den marinen Bereich und umgekehrt werden im Kapitel „*Notholca* und Salzgehalt“ (Seite 202) erörtert. Die beiden Formen können also als Unterarten bezeichnet werden. Sie seien hier *N. acuminata lacustris* n. ssp. und *N. acuminata marina* ssp. genannt. Sie unterscheiden sich in folgenden Merkmalen:

1. Hinterrand-Umriß der Ventralplatte: Bei der limnischen Form (Abb. 6) schwach konvex oder etwa gerade, in der medianen Region oft mit konkaver Einbuchtung. Besonders in den beiden lateralen Regionen, d. h. in den beiden Zonen der Annäherung an den Seitenrand des Dorsalpanzers, verläuft dieser Hinterrand-Umriß des Ventralpanzers mehr oder weniger senkrecht zur Körperlängsachse. Bei der marinen Form (Abb. 7) ist der ventrale Hinterrand-Umriß stark konvex. Besonders in den lateralen Regionen der Annäherung an den Rand des Dorsalpanzers ist die Krümmung verstärkt.

2. Größenunterschiede. Folgende Körperteile weisen bei der limnischen Form größere Ausmaße auf als bei der marinen Form: a) Rumpf, b) Hartteile des Kauapparates, c) Vorderdornen des Dorsalpanzers. Allerdings kommen in geringem Maße Überschneidungen vor, wie aus den Größenangaben ersichtlich ist.

3. Formung des Hinterrandes des Dorsalpanzers: Der Dorsalpanzer geht bei der marinen Form nicht so kontinuierlich in den Caudalfortsatz über wie bei der limnischen Form.

4. Formung der Manubria (Abb. 8a, 8b): Bei der limnischen Form ist am distalen Ende der Manubria meist ein mehr oder weniger ausgeprägter spitzer Fortsatz vorhanden, der bei der marinen Form nur höchst selten auftritt.

Diese einzelnen Unterscheidungsmerkmale sind nicht immer scharf ausgeprägt. Die Gesamtheit der Merkmale jedoch ermöglicht in allen Fällen eine Unterscheidung auf den ersten Blick.

Weitere Unterscheidungsmerkmale konnten nicht gefunden werden. Auch die differenzierte Formung der Unci zeigte keine ausgeprägten Unterschiede. Bemerkenswert ist aber ein deutlicher Unterschied im Verhalten zwischen den beiden Formen: Die Tiere der marinen Form bewegen sich durchschnittlich schneller und hastiger als die Tiere der limnischen Form. Dieser Unterschied ist unabhängig vom jeweilig herrschenden Salzgehalt.

a) *N. acuminata lacustris* n. ssp. (Abb. 6, 8b, 9, 10, 15—18)

A) Maße und Variabilität von Freiland-Tieren.

Rumpflänge (61 Ex.): 186—226 μ . Der berechnete Durchschnitt beträgt 207 μ . Ein Zusammenhang zwischen Rumpflängen und Fund-Biotopen kann nicht festgestellt werden. Dagegen ist möglicherweise eine sehr schwache Temporalvariation vorhanden: Die Häufigkeit großer Tiere nimmt während der ganzen Vorkommensperiode langsam ab. Jedoch ist die Anzahl der gemessenen Stücke noch zu gering, um eine sichere Aussage machen zu können.

Länge des inneren dorsalen Vorderdornpaares (63 Ex.): 26—48 μ . Der berechnete Durchschnitt beträgt 38 μ . Meistens sind beide Dornen gleich lang oder zeigen nur geringe Längenunterschiede. Bei 7 Tieren jedoch betrug der Unterschied mehr als 2 μ , davon in einem Fall 5 μ . Bei 4 von diesen 7 Tieren war der rechte Innendorn kürzer, bei 3 der linke. In Probe 327 und 363 (kalter Quelltümpel im Juli 1958 bzw. August 1959) wiesen die Tiere überdurchschnittliche Dornenlängen auf (von insgesamt 12 Tieren besaßen 8 die Dornenlängen zwischen 45 und 48 μ und die übrigen 42, 43 und 44 μ). Dagegen verteilen sich auf alle anderen Proben die Werte zwischen 26 und 44 μ sehr gleichmäßig.

Länge des Caudalfortsatzes (63 Ex.): 24—123 μ . Alle Tiere aus der schon erwähnten Probe 327 wiesen Caudalfortsatz-Längen auf, die weit über dem Maximalwert aller übrigen Proben liegen, nämlich 90—123 μ . Auf das übrige Material verteilen sich die Längen zwischen 24 und 82 μ sehr gleichmäßig. — Erwähnt sei hier die maximale Caudalfortsatz-Länge von 156 μ bei einem Mischling (*lacustris* \times *marina*); alle sonstigen Dimensionen wie auch der allgemeine Habitus dieses Tieres zeigten keinerlei Besonderheiten.

Die Breite des Caudalfortsatzes hängt vorwiegend von seiner Länge ab. Infolgedessen schwanken die Breitenmaße zwischen 10 und etwa 24 μ . Die Beziehung zwischen Länge und Breite des Caudalfortsatzes ist aber nicht konstant; so weisen gleichlange Caudalfortsätze doch oft verschiedene Breiten auf. (Über Einzelheiten siehe unten.)

Gesamtlänge (66 Ex.): 243—370 μ . Da sich die Gesamtlänge aus 3 verschiedenen teilweise unabhängig variierenden Längen zusammensetzt, ist sie ohne große Bedeutung. Da aber in der Literatur vorwiegend nur Gesamtlängen angegeben werden, ist es zweckmäßig, auch weiterhin die Gesamtlängen anzuführen, damit überhaupt Vergleiche mit diesen früheren Angaben möglich sind.

Rumpfbreite: 106—146 μ , durchschnittlich etwa 130 μ . Wie schon erwähnt, wird das Breitenmaß durch mehrere Faktoren im Augenblick der Abtötung beeinflusst, so daß es für Vergleiche ohne große Bedeutung ist.

Länge der Manubria: Rechtes Manubrium (47 Ex.): 22—28 μ . Der berechnete Durchschnitt beträgt 24,9 μ . — Linkes Manubrium (50 Ex.): 24—32 μ . Der berechnete Durchschnitt beträgt 26,8 μ . — Die Differenz zwischen rechtem und linkem Manubrium beträgt meistens etwa 2 μ , niemals weniger als 1 μ . Die größten Differenzen betragen 4 μ (in 4 Fällen) und 5 μ (in einem Fall, 27 und 32 μ).

Länge der Unci: Rechter Uncus (17 Ex.): 15—20 μ , normalerweise 17—18 μ . Die wenigen extremen Werte waren: Je einmal 15 μ (!), 19 μ und 20 μ . Bemerkenswert ist die geringe Länge von 15 μ . (Der zugehörige linke Uncus hatte ebenfalls die Minimal-Länge der linken Unci, nämlich 18 μ). Die übrigen Körpermaße und der Habitus dieses Tieres waren vollkommen durchschnittlich. Andere Tiere aus derselben Probe hatten normale Unci-Längen. — Linker Uncus (19 Ex.): 18—22 μ , im Durchschnitt um 20 μ . Der kürzeste Uncus (18 μ) gehörte dem oben erwähnten Tier zu, dessen rechter Uncus ebenfalls die Minimal-Länge aufwies. Der zum größten linken Uncus gehörige rechte Uncus hatte nur die Normal-Länge von 18 μ . Hier betrug die Differenz zwischen beiden

also 4 μ . Normalerweise beträgt der Längenunterschied zwischen rechtem und linkem Uncus 2 μ , niemals scheint er geringer als etwa 1 μ zu sein.

Breite der Uncus-Zähne: Hier gelangen nur wenige exakte Messungen. Obwohl es den Anschein hat, daß auch hier eine merkliche Variabilität vorhanden ist, konnte dies nicht nachgewiesen werden, da die gemessenen Unterschiede noch meistens innerhalb der Meßfehler-Grenzen liegen. Zahn I: Rechts und links knapp 3 μ . Zahn II: Rechts knapp 2 μ ; links gut 2 μ . Zahn III: Rechts etwa 4 μ , links etwa 5 μ . Hinsichtlich des Uncus-Typ siehe auch oben (S. 191 u. Abb. 1a) genannte Einordnung.

Formung der Manubria: Der Ausbildungsgrad des seitlichen Fortsatzes am distalen Ende der Manubria variiert beträchtlich. Von 20 daraufhin untersuchten Tieren hatten 19 Ex. am rechten Manubrium einen mehr oder weniger ausgeprägten Fortsatz; bei einem Tier fehlte der Fortsatz. Am linken Manubrium war bei 12 Tieren ein mehr oder weniger ausgeprägter Fortsatz vorhanden (Abb. 8b), und bei 8 Tieren fehlte ein Fortsatz bzw. (in einem Fall) war nur eine abgerundete Vorwölbung vorhanden. Bei 7 der insgesamt 20 Tiere war der Fortsatz an beiden Manubria etwa gleich stark ausgebildet, bei 12 Tieren war die Ausbildung am linken Manubrium schwächer (bzw. ganz fehlend) als am rechten, und nur bei einem Tier war die Ausbildung am rechten Manubrium (nur schwache Vorwölbung) schwächer als am linken (deutlich stärkere Vorwölbung).

Dorsaler Vorderrand: Die Variabilität ist gering. Es variiert hauptsächlich nur die Länge der Dornen, wobei jedoch gewisse Proportionen gewahrt bleiben, so daß der Habitus des dorsalen Vorderrandes sehr einheitlich ist. Die variierende Länge der Innendornen wurde schon angegeben. Entsprechend variiert auch die Länge der Außendornen: bei langen Innendornen sind auch die Außendornen lang, und umgekehrt. Meist sind die Außendornen etwas kürzer als die Innendornen. Durchschnittlich beträgt der Unterschied 8 μ . In manchen Fällen ist der Unterschied geringer, und vereinzelt sind Innen- und Außendornen gleich lang. Niemals sind die Außendornen länger als die Innendornen. Geringe Längenunterschiede kommen vorwiegend bei Tieren mit geringen Innendornen-Längen vor, dagegen sind die größten Unterschiede mit Maximal-Längen der Innendornen verbunden. Also variiert die Länge der Außendornen zwar im gleichen Sinne wie die der Innendornen, jedoch in abgeschwächtem Maße. — Das gegenüber den Innen- und Außendornen immer sehr viel kürzere dritte Dornenpaar läßt in der Länge keine merkliche Variabilität erkennen. Genaue Messungen wurden allerdings nicht durchgeführt. Die sonstige Formung des dorsalen Vorderrandes ist sehr einheitlich. Weder die Breite (Abstand der Dornen untereinander) noch die Tiefe der Einschnitte zwischen den Dornen zeigen eine nennenswerte Variabilität. Die Einschnitte sind immer sehr gleichmäßig parabelartig geformt, nur gelegentlich kommen ganz geringfügige Unregelmäßigkeiten im Verlauf dieser Umrißlinien vor.

Ventraler Vorderrand: Hier ist die Variabilität sehr viel größer. Ausbildungsgrad und Formung der „Dornen“ variieren stark, so daß der ventrale Vorderrand ziemlich verschieden ist. Normalerweise sind die „Dornen“ abgerundet und ziemlich flach (Abb. 9a), manchmal jedoch stärker betont (Abb. 9b). Zuweilen besitzen die an sich abgerundeten „Dornen“ eine kleine aufgesetzte Spitze (Abb. 9c). In anderen Fällen haben die „Dornen“ durchaus zackenartigen Charakter, teils recht flach (Abb. 9d), teils aber auch stärker betont, so daß der Ausdruck „Dorn“ wirklich gerechtfertigt ist (Abb. 9e). Es scheint, als ob der Ausbildungsgrad dieser „Dornen“ mit dem der Dorsaldornen parallel läuft. Jedenfalls trat in 2 Proben diese Beziehung ausgeprägt auf: Die Tiere aus der schon erwähnten Probe 327 mit überdurchschnittlichen Längen der Dorsaldornen wiesen auch die ausgeprägtesten Ventraldornen auf, die je gefunden wurden (Abb. 13). Andererseits besaßen alle Tiere aus Probe 200 recht kurze Dorsal-

dornen. Die ventralen „Dornen“ waren entsprechend wenig ausgeprägt. — Ziemlich variabel ist auch der Mitteleinschnitt. Normalerweise verläuft er u-förmig, etwa wie alle Einschnitte des dorsalen Vorderrandes. Manchmal ist er aber deutlich abgeflachter. Eine weitere Abwandlung ist mehr v-förmig ausgebildet mit einem mehr oder weniger scharfen Knick in der Mitte. Tiere mit solchen ausgeprägt v-förmigen Mitteleinschnitten wurden nur im März gefunden, und zwar in Biotopen, aus denen auch in späteren Monaten Proben entnommen wurden (Schwentine und Hagener Au). Neben diesen Tieren mit v-förmigem Mitteleinschnitt traten auch normale Tiere auf. Irgendwelche sonstigen, möglicherweise mit dem v-förmigen Mitteleinschnitt gekoppelten Abweichungen im Körperbau konnten nicht gefunden werden.

Dorsaler Hinterrand (Caudalfortsatz): Die wechselnde Länge und Breite und die damit verbundene verschiedene Formung des Caudalfortsatzes wurde schon erwähnt. Häufig ist er so kurz, daß kaum von einem eigentlichen Fortsatz gesprochen werden kann (Abb. 10). Mit zunehmender Länge des ganzen Fortsatzes ist in verstärktem Maße ein annähernd gleichbleibend schmaler distaler Teil vorhanden. Selten verlaufen die Ränder eine Strecke wirklich parallel, meistens konvergieren sie mehr oder weniger ausgeprägt in Richtung auf das Ende (Abb. 18). Bei sehr langen Fortsätzen tritt öfter eine Verbreiterung auf. (Abb. 15). Auch die Formung am Ende des Fortsatzes ist variabel. Kurze Fortsätze haben meist abgerundete Ecken am Ende. Mit zunehmender Länge des Fortsatzes besteht die Tendenz zu schärferen Ecken, so daß der Fortsatz am Ende wie „abgeschnitten“ wirkt. Diese Beziehung gilt jedoch nur in weiten Grenzen, wie der Vergleich von Abb. 17 und 18 zeigt, wo der kürzere Fortsatz die schärferen Ecken besitzt. — Ein Tier wies am Ende des Fortsatzes eine etwas abnorme Formung auf: Zunächst krümmt sich der Rand an beiden Seiten zu einer gleichmäßigen Umrundung ein, dann folgt doch eine scharfe Ecke. Der eigentliche Hinterrand verläuft dann unregelmäßig konkav (Abb. 16).

Ventraler Hinterrand: Trotz seiner unkomplizierten Form weist der ventrale Hinterrand auch eine bemerkenswerte Variabilität auf. Am häufigsten bildet der Rand eine annähernd gerade Linie, oft mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Einbuchtung in der Mitte (Abb. 6, 10 und 15). In vielen Fällen verläuft die Linie auch mehr oder weniger stark nach außen (hinten) gekrümmt. Die Einbuchtung in der medianen Region äußert sich dann, falls überhaupt vorhanden, meist nur noch in einer Abschwächung der allgemeinen konvexen Krümmung in dieser Zone (Abb. 12a). Eine Koppelung mit anderen variablen Merkmalen ist nicht deutlich erkennbar. Jedoch fällt auf, daß alle Tiere mit sehr langem Caudalfortsatz einen geraden ventralen Hinterrand aufweisen, und daß bei kurzem Hinterfortsatz der ventrale Hinterrand vorwiegend konvex gekrümmt und nur ausnahmsweise gerade ist. Der nach außen gekrümmte ventrale Hinterrand ist also nicht als der erste Ansatz eines etwaigen ventralen Caudalfortsatzes aufzufassen, dessen Ausbildungsgrad mit dem der übrigen Anhänge (dorsaler Caudalfortsatz und dorsale und ventrale Vorderdornen) parallel läuft.

Trotz einiger stark variierender Merkmale ist die Form habituell einheitlich, ganz im Gegenteil zur limnischen Form von *N. squamula*. Für eine Unterteilung in weitere Formen liegen keine Anhaltspunkte vor. Allenfalls wäre an eine Scheidung in eine Form mit langen und eine mit kurzen „Extremitäten“ zu denken; diese so bezeichnete Gruppe von Merkmalen, nämlich Caudalfortsätze, dorsale und ventrale Vorderdornen, variiert meist gleichsinnig. Jedoch gibt es in allen Abstufungen Übergänge zwischen den beiden Gruppen. Außerdem sind sowohl in verschiedenen Biotopen, als auch zu verschiedenen Jahreszeiten alle Ausprägungsgrade der „Extremitäten“ sehr gleichmäßig verteilt. Nur in einem Fall kann vielleicht eine Lokalform vorhanden sein: Die Individuen aus den Quelltümpeln bei Malente wiesen weit überdurchschnittliche „Extremitäten“-Längen

auf. (Alle sonstigen Dimensionen sowie der allgemeine Habitus dieser Tiere zeigten keinerlei Besonderheiten.) Die Frage, ob hier eine Lokal-Rasse oder eine Lokal-Modifikation vorliegt, kann noch nicht entschieden werden, die letztere Möglichkeit erscheint wahrscheinlicher. Außer diesem Zusammenhang zwischen maximalen „Extremitäten“-Längen und dem Biotop der Quelltümpel ist sonst nie eine Beziehung zwischen Habitus und Fundbiotopen erkennbar.

Für mögliche Temporalvariationen liegen schwache Anzeichen vor. Erwähnt wurde schon die mögliche Abnahmen der Rumpflänge während einer Vorkommensperiode, sowie der v-förmige ventrale Mitteleinschnitt, der nur im März auftrat. Erwähnt sei hier noch der deutliche temporale Formwechsel, den CARLIN (1943) bei der zweifellos nahverwandten *N. caudata* feststellte.

B) Maße von Gefangenschaftstieren von *N. acuminata lacustris* n. ssp.:

Bei Gefangenschafts-Populationen zeigt sich eine deutliche Tendenz zur Verkleinerung. Der Minimalwert der Rumpflänge von Freiland-Tieren wird von Gefangenschaftstieren noch beträchtlich unterschritten (164 μ). Ähnlich ist es mit den übrigen Minimal-Maßen: Innendornen (21 μ), Caudalfortsatz (20 μ), Breite (100 μ), rechtes Manubrium (20 μ), linkes Manubrium (21 μ). Jedoch treten in Gefangenschaft auch Tiere von überdurchschnittlichen Dimensionen auf. — Es muß also damit gerechnet werden, daß auch einmal im Freiland Tiere von solchen geringen Dimensionen gefunden werden.

C) Vorkommen

N. acuminata lacustris fand ich in den verschiedenartigsten Gewässern, also sowohl in pfützenartigen, temporären Waldtümpeln als auch in den großen Holsteinischen Seen. Gelegentlich kommen sie auch in Salzwasser vor, wie Funde an der Binnensalzstelle bei Oldesloe und in limnisch-marinen Grenzgebieten (zusammen mit der marinen Rasse und mit Mischlingen) zeigen. — Das jahreszeitliche Vorkommen (Dezember bis Juni) zeigte etwa das für limnische *Notholca*-Formen übliche Bild. In den schon erwähnten Quelltümpeln bei Malente kommt dagegen *N. a. lacustris* wohl das ganze Jahr hindurch vor, denn es liegen auch Funde aus den Monaten Juli, August und Oktober vor. Im September wurden keine Nachforschungen durchgeführt.

D) Besprechung der Literatur zu *N. acuminata* (EHRENBERG).

Die in der Literatur abgebildeten Exemplare von *N. acuminata* zeigen meist den typischen Umriss dieser Form, so auch auf der Abbildung, die zu EHRENBERGS (1838) Erstbeschreibung gehört. Die genauen Abmessungen sind meist jedoch nicht zu entnehmen, vor allem deswegen, weil das Hinterende der Ventralplatte als Grenze zwischen Rumpf und Caudalfortsatz meist nicht eingezeichnet wurde. Stark abweichende Dimensionen scheinen jedoch nicht vorzukommen. OLOFSON (1918) stellt auf Grund langer Caudalfortsätze (etwa 100—110 μ) die Varietät *extensa* auf. Zwischen Formen mit langen und kürzeren Caudalfortsätzen gibt es jedoch in großer Zahl alle Übergänge, so daß die Aufstellung einer eigenen Form nicht gerechtfertigt erscheint. CARLIN (1943) bildete erstmalig eine ganze Anzahl verschiedener Exemplare ab, die zum Teil auch aus Salzwasser stammten. Hier sind 1. sehr unterschiedliche Caudalfortsatz-Ausprägungen dargestellt, unter anderem auch ein Exemplar mit ganz kurzem Caudalfortsatz (praktisch kein „Fortsatz“ mehr, vgl. Abb. 10), und 2. sind noch Unterschiede in Rumpflänge und Formung des ventralen Hinterrandes vorhanden. CARLIN vermutete das Vorliegen verschiedener Formen, kam aber zu keiner Lösung. Nach der gewonnenen Erkenntnis nun, daß *N. acuminata* in eine limnische und eine marine Rasse zu unterteilen ist, lassen sich die von CARLIN abgebildeten Formen leicht einordnen. Es finden sich dort rein (bzw. weitgehend rein) marine Exemplare; dazu ganz eindeutig verschieden-

artige Mischlinge von beiden Rassen. — Aus sonstigen Abbildungen in der Literatur von in Salzwasser gefundenen Individuen von *N. acuminata* ist nie mit Sicherheit zu entnehmen, ob es sich um die marine oder limnische Rasse handelt.

b) *N. acuminata marina* n. ssp. (Abb. 7 u. 8a)

Maße und Variabilität. — Rumpflänge (30 Ex.): 156—174 μ ; Minimalmaß eines Gefangenschaftstieres: 146 μ . Gesamtlänge (71 Ex.): 187—286 μ . Innendornen (29 Ex.): 18—30 μ . Caudalfortsatzbreite (49 Ex.): 12—19 μ . (Vgl. bei *N.a. lacustris*!). Rumpfbreite (70 Ex.): 96—123 μ . Rechtes Manubrium (59 Ex.): 21—25 μ . Linkes Manubrium (60 Ex.): 21—26 μ .

Die allgemeine Variabilität der ventralen und dorsalen Vorder- und Hinterränder bietet ein ganz ähnliches Bild wie *N.a. lacustris*. Jedoch sind bei *N.a. marina* häufiger Innen- und Außendornen gleich lang, in einem Fall überragen die Außendornen die Innendornen. — Niemals werden bei *N.a. marina* so weitgehende Reduktionen festgestellt wie bei *N.a. lacustris*.

Anhaltspunkte für eine weitere Unterteilung der Form sind ebensowenig wie bei *N.a. lacustris* vorhanden. Irgendwelche Bindungen habitueller Ausprägungen an Fundbiotope sind nicht erkennbar. Ebenso ergeben sich keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Temporalvariationen.

Vorkommen: — *N.a. marina* fand ich nur in Salzwiesentümpeln der Ost- und Nordseeküste. Weder aus der Seegrass-Region der Kieler Förde noch aus den Binnensalzstellen (auch nach anderen Autoren) liegen Funde vor. Gelegentlich mag *N.a. marina* auch in Süßwasser vordringen, wie das Vorkommen von Individuen vom eindeutigen *marina*-Habitus neben eindeutigen Mischlingen in „Süßwasser“ (Salzgehalt geringer als 1^o/₀₀) des Barsbeker Sees zeigt. — Literatur über diese Form ist bei *N.a. lacustris* angegeben.

4. — *N. psammarina* BUCHHOLZ (1956) (Abb. 13)

Maße und Variabilität. — Gesamtlänge ohne Hinterstachel (23 Ex.): 115—129 μ ; ein Exemplar, das sonst keinerlei Abweichungen zeigte, besaß die Länge 143 μ . — Rumpfbreite (23 Ex.): 75—92 μ . — Manubria (23 Ex.): 17—22 μ , meist (19 Ex.): 18—20 μ . Beide Manubria waren stets gleichlang!

Die Außendornen sind meist länger und stärker als die Innendornen, wie auch in der Fig. 81 von REMANE (1929) zu ersehen ist, der die Form zunächst als Variante von *N. striata* bezeichnet hat. Nur in einem Fall waren Innen- und Außendornen gleich lang. Ein anderes von REMANE (unveröffentlicht) gefundenes Exemplar, das sonst keine Abweichungen aufwies, besaß Innendornen, die die Außendornen überragten. Der Hinterstachel ist in Ruhelage immer nach links geklappt (— dieser ist in BUCHHOLZ und RÜHMANN (1956) irrtümlich gerade gezeichnet worden, wie auch die Innendornen zu groß geraten sind —). Sehr typisch für *N. psammarina* ist der Bau des ventralen Vorderrandes; sein ventraler Mitteleinschnitt hat stets den Verlauf eines flachen Kreisbogens. Die ventralen Außen-, „Dornen“ sind nur äußerst schwach ausgeprägt, während die ventralen Mittel-, „Dornen“ ganz zu fehlen scheinen (Abb. 13). Hinsichtlich des Kauapparates gehört die Art zur Gruppe mit normalem Uncus-Typ (s. auch S. 191).

Ich fand diese Art in Salzwiesentümpeln und ähnlichen marinen Gewässern im Uferbereich, jedoch nicht regelmäßig und immer nur in geringer Stückzahl. In der Seegrass-region scheint *N. psammarina* häufiger zu sein, steht jedoch zahlenmäßig weit hinter *N. bipalium* und *N. striata*. REMANE (unveröffentlicht) fand *N. psammarina* als einzige *Notholca*-Form regelmäßig im Sandlückensystem der Kieler Förde.

5. — *N. bipalium* (O. F. MÜLLER) (Abb. 12)

Der Artcharakter dieser Form kann als gesichert gelten, wenn auch die Berechtigung der Abgrenzung gegen zweifellos naheverwandte *N. striata* bezweifelt werden kann. Denn das Hauptunterscheidungsmerkmal, der Größenunterschied, verliert dadurch an Beweiskraft, daß beide Formen eine beträchtliche Größenvariabilität aufweisen, und die kleinsten Exemplare von *N. bipalium* nahe an die größten Exemplare von *N. striata* heranreichen. Auch ein Unterschied in der Formung der Vorderdorn-Region gilt nicht generell, denn bei *N. bipalium* sind meistens die Innendornen länger als die Außendornen (Abb. 12a), während bei *N. striata* meist die Außendornen, die außerdem vielfach schräg nach außen stehen, die Innendornen überragen (Abb. 11). Aus Zweckmäßigkeitsgründen ist es jedoch unbedingt zu befürworten, weiterhin die beiden Formen als getrennte Arten zu behandeln. Bei der Durchsicht von Freilandproben mit schwacher Binokular-Vergrößerung ist *N. bipalium* immer sofort zu erkennen, während *N. striata* meist erst durch mikroskopische Untersuchung sicher von *N. psammarina* zu unterscheiden ist. Bezeichnend ist in diesem Zusammenhang, daß O. F. MÜLLER (1786) bei der Beschreibung beider Arten ihre Ähnlichkeit gar nicht erwähnt. Hinsichtlich des Kauapparates gehören *N. bipalium* und *striata* zur Gruppe mit abgewandelten Uncus-Typ (s. auch S. 191 u. Abb. 1b).

Maße und Variabilität. — Gesamtlänge (96 Ex.): 180—252 μ ; vorwiegend 200 bis 240 μ . Rumpflänge (24 Ex.): 185—211 μ ; dazu noch 2 Minimalwerte von 161 und 168 μ . Einen noch geringeren Wert stellte ich an einem Gefangenschaftstier fest, welches eine Rumpflänge von 145 μ und eine Gesamtlänge von 163 μ aufwies. Die Rumpflänge kann also zwischen 145 und 211 μ schwanken. Möglicherweise ist die Variationsbreite noch erheblich größer: Hoo■ (1895) gibt eine Länge (wahrscheinlich Gesamtlänge) von 282 μ an! — Innendornen (25 Ex.): 16—30 μ . — Rumpfbreite (95 Ex.): 111 bis 157 μ . — Rechtes Manubrium (69 Ex.): 26—34 μ . — Linkes Manubrium (73 Ex.): 30—38 μ ; dazu 1 Ex. mit 40 (!) μ . —

Trotz der großen Variabilität liegen keinerlei Anhaltspunkte vor, die eine Unterteilung in Rassen oder Lokalformen gerechtfertigt erscheinen lassen. Auch Temporalvariationen scheinen nicht vorzukommen.

Erwähnt seien noch zwei abnorme Bildungen. Ein Tier, das im übrigen keinerlei Besonderheiten aufwies, hatte stark gekrümmte Seitenstacheln (Abb. 12 b). Ein anderes Tier, ebenfalls von sonst normalem Bau, besaß einen überzähligen Vorderdorn. Eine ganz ähnliche Mißbildung weist ein Exemplar von *N. squamula* auf, das APSTEIN (1896) abbildete.

Vorkommen: — Die Art ist regelmäßig zu jeder Jahreszeit in Salzwiesentümpeln und sonstigen marinen Kleingewässern zu finden. Auch in der Seegrass-Region der Kieler Förde ist die Art häufig. Von Binnensalzstellen ist bisher noch kein Fund bekannt geworden. Gelegentlicher Übergang ins Süßwasser mag vorkommen, wie das Vorkommen im „Süßwasser“ des Barsbeker Sees zeigt.

Besprechung des Schrifttums zu *N. bipalium* (O. F. MÜLLER).

Der Erstbeschreibung O. F. MÜLLERS (1786) sind einige Abbildungen beigegeben, die das typische Bild ungepreßter Exemplare zeigt. Da jedoch die Seitenstacheln weder abgebildet noch in der Beschreibung erwähnt werden, war eine Identifizierung verständlicherweise erschwert. Erst CARLIN (1943) stellt die Sachlage insofern richtig, indem er MÜLLERS „*Branchionus bipalium*“ als Seitenstachel-Form identifiziert. Gleichzeitig allerdings faßt CARLIN ohne Begründung die beiden Seitenstachel-Formen zu einer Art, zu *N. striata* zusammen. — Im Laufe der Zeit sind viele Synonyme von *N. bipalium* aufgestellt worden. Einzelheiten der Formung und Größe sind oft nicht sicher aus den Angaben zu entnehmen. Sicher zu identifizieren ist ein von Hoo■ abgebildetes Exemplar, das eine Länge von 282 μ haben soll, was schon erwähnt wurde.

6. — *N. striata* (O. F. MÜLLER)

Der Artcharakter und die Abgrenzung gegen *N. bipalium* wurde schon oben erörtert. Maße und Variabilität. — Gesamtlänge (60 Ex.): 111—155 μ , vorwiegend um 125 μ . Rumpflänge (23 Ex.): 96—139 μ ; vorwiegend um 110 μ . Breite (56 Ex.): 75—113 μ . Rechtes Manubrium (47 Ex.): 18—22 μ . Linkes Manubrium (52 Ex.): 19—27 μ .

Der dorsale Vorderrand kann recht verschiedenes Aussehen besitzen. Meist sind die Außendornen sehr viel kräftiger ausgeprägt als die Innendornen. (Abb. 11 u. 14). Außerdem stehen sie meist schräg nach außen. Dieses Merkmal tritt beachtenswerterweise oft in ähnlicher Form bei *N. psammarina* auf. Es muß wohl als Konvergenz-Erscheinung aufgefaßt werden. Manchmal können Mittel- und Innendornen zu stumpfen Höckern reduziert sein (Abb. 14). Die Dornen-Region kann aber auch „normaler“ gestaltet sein, so daß sich etwa ein Bild wie bei *N. bipalium* bietet. — Dornenregion-Typ und Körpergröße sind zwei Komplexe, die unabhängig voneinander variieren. Die beiden nach *N. bipalium* hinweisenden Merkmale, nämlich große Körperlänge und „normaler“ Dornenregion-Typus, treten also durchaus nicht gehäuft in einem Individuum gleichzeitig auf, womit die Wahrscheinlichkeit, daß es sich bei den beiden Merkmalen um wirkliche Übergänge zu *N. bipalium* handelt, erheblich abgeschwächt wird.

Vorkommen: — *N. striata* fand ich ziemlich regelmäßig zu allen Jahreszeiten in Salzwiesen-Tümpeln und ähnlichen marinen Kleingewässern, jedoch selten in größerer Individuenzahl. Verhältnismäßig häufiges Vorkommen weist die Art auch in der Seegras-Region der Kieler Förde auf. Weiterhin stellte ich *N. striata* für die Binnensalzstelle bei Oldesloe fest. Dies ist meines Wissens der erste Nachweis einer rein marinen *Notholca*-Art an einer Binnensalzstelle (im Gegensatz zu *N. squamula salina*, die nur als marine Rasse einer sonst limnischen Art aufzufassen ist). — Ebenso wie *N. bipalium* stellte ich auch *N. striata* im „Süßwasser“ des Barsbeker Sees fest, so daß der gelegentliche Übergang in absolutes Süßwasser möglich erscheint.

Besprechung früherer Beschreibungen:

Die von O. F. MÜLLER (1786) gegebene Erstbeschreibung mit Abbildung (Seitenstacheln!) ist ohne weiteres identifizierbar. Mit *N. „striata“* wurde irrtümlicherweise in der Folgezeit durchweg *N. squamula* bezeichnet. Erst CARLIN (1943) klärte den Irrtum auf. (Siehe *N. squamula* und *N. bipalium*). HADA (1939) bildet ein Exemplar ab (Länge 125 μ ; Japanische Küste), das zweifellos zu *N. striata* gehört. Abweichend ist jedoch, daß die Innendornen die Außendornen beträchtlich überragen.

IV. *Notholca* und Salzgehalt

a) Die Überschreitung der Grenze zwischen Süß- und Salzwasser.

Wie im systematischen Teil geschildert wurde, sind in Salzwasser-Biotopen andere *Notholca*-Arten bzw. -Rassen verbreitet als im limnischen Bereich. Trotzdem besteht anscheinend uneingeschränkte Lebensfähigkeit im jeweils fremden Medium: Die Süßwasser-Formen von *Notholca* können auch im Salzwasser leben und die Salzwasser-Formen auch im Süßwasser. Im Freiland, nämlich in Grenzgebieten zwischen limnischem und marinem Bereich, können solche Übergänge in das jeweils fremde Medium zuweilen vorkommen, wie vereinzelte Funde zeigen. Im Laboratorium stellte sich dann heraus, daß das einzelne *Notholca*-Individuum als vollkommen euryhalin gelten kann. Die Umwandlung des Mediums (von Süßwasser in Salzwasser und umgekehrt) wird in den meisten Fällen ohne weiteres vertragen, vorausgesetzt, daß der Wechsel nicht zu schnell erfolgt.

Um das Ausmaß der Anpassungsfähigkeit festzustellen, wurden einige Versuche durchgeführt. Eine plötzliche Überführung aus dem Süßwasser in Salzwasser (beispielsweise 10‰) und umgekehrt verursacht Schädigungen, an denen das Tier im Laufe von einigen Stunden eingeht. Dagegen wurde eine plötzliche Verringerung des Salzgehaltes von 10‰ auf 2‰ ohne merklichen Schaden überstanden, wenn auch in den ersten Minuten nach der Änderung das Verhalten deutliche Störungserscheinungen zeigte. Nach 30 Minuten jedoch, wie auch am nächsten Tag, war kein Zeichen einer Beeinträchtigung mehr merkbar. — Bei dem plötzlichen Wechsel von 10‰ auf 5‰ war überhaupt keine Reaktion der Tiere erkennbar. — In der Praxis, beispielsweise um ganze Populationen aus dem Salzwasser ins Süßwasser zu überführen, erwies es sich als günstig, in etwa stündlichem Abstand den Salzgehalt durch Zugabe von reinem Süßwasser um jeweils auf die Hälfte zu verringern. Auf diese Weise wurde der Übergang in reines Süßwasser im Laufe von 6—10 Stunden meistens ohne Verluste vollzogen. Nur gelegentlich ergaben sich Schwierigkeiten, wobei ein Teil der Tiere im kritischen Bereich zwischen 0 und 1‰ abstarb. Die Ursache für dieses unterschiedliche Verhalten konnte nicht herausgefunden werden. Über den schnellsten möglichen Wechsel vom Süßwasser ins Salzwasser liegen keine genauen Versuche vor. Jedoch war die stufenweise Erhöhung des Salzgehaltes in ähnlichem Ausmaß wie bei der Aussüßung durchaus möglich. Allerdings wurde ein plötzlicher Wechsel von 10‰ auf 30‰ nicht vertragen. Im Freiland dürften öfter die Bedingungen für einen allmählichen Übergang gegeben sein. Bei Einmündungen fließender Gewässer in einen großen Wasserkörper können leicht ausgedehnte Überganszonen entstehen, die ein langsames Anpassen ermöglichen. Dies ist zweifellos in den Grenzgebieten des Sehlendorfer und Barsbeker Sees der Fall, wo limnische *Notholca*-Formen in Salzwasser und marine Formen in quasi-Süßwasser festgestellt werden. Sicherlich kann auch Salzgehalts-Schichtung in ruhigen Gewässern eine günstige Rolle spielen. Weiterhin ist an die Möglichkeit der Aussüßung von marinen Strandtümpeln durch Regen zu denken und ebenso an die Salzgehaltserhöhung durch Verdunstung. Nicht ohne weiteres durch hydrographische Faktoren zu erklären ist allerdings das Eindringen von *N. acuminata* in einen kleinen, völlig isolierten Salzwasser-Tümpel der Binnensalzstelle bei Oldesloe.

Im Laboratorium zeigt sich nach vollzogenem Wechsel des Mediums keinerlei Beeinträchtigung der gesamten Lebensfunktionen.

Parthenogenetische Fortpflanzung findet ohne Einschränkung weiterhin statt, und die Nachkommen sind in jeder Hinsicht normal. So gelang es mehrfach, Stämme der marinen Formen *N. bipalium*, *N. squamula* und *N. acuminata marina* über viele Generationen in Süßwasser zu halten. Ein in Süßwasser lebender Stamm von *N. acuminata marina* stand 7 Monate lang, was etwa 100 Generationen entspricht, unter Beobachtung. Ganz entsprechend erwiesen sich Stämme der limnischen Formen, besonders *N. acuminata lacustris* als in Meerwasser über viele Generationen lebensfähig. — Abgelegte Subitan-Eier, die einem radikalen Wechsel des Mediums ausgesetzt gewesen waren, starben ab. Inwieweit allmähliche Übergänge vertragen werden, wurde nicht geprüft. Über das Verhalten der Dauereier von *Notholca* bei Salzgehaltswechsel ist noch nichts bekannt.

Die Frage nach den Faktoren, die eine allgemeine Verbreitung der marinen Formen im limnischen Bereich und der limnischen Formen im marinen Bereich verhindern, kann vorläufig noch nicht beantwortet werden. Möglicherweise hat der Wechsel des Mediums doch irgendwelche negativen Folgen (Ausbleiben der bisexuellen Fortpflanzung?), die bei den bisherigen Zuchtversuchen noch nicht bemerkt wurden.

b) Wärmeresistenz und Salzgehalt

Das jahreszeitliche Vorkommen von *Notholca* weist einen beträchtlichen Unterschied zwischen limnischem und marinem Bereich auf. Während im Salzwasser *Notholca* das ganze Jahr über in etwa gleichbleibender Häufigkeit vorkommt, ist das Auftreten im Süßwasser ausgesprochen zyklisch, nämlich auf die kalte Jahreszeit beschränkt, mit einer Hauptentwicklung in den Frühlingsmonaten. Dieses zyklische Auftreten scheint demnach temperaturbedingt zu sein. Verstärkt wird diese Annahme dadurch, daß *Notholca* aus den kalten Gewässern (Quelltümpeln bei Malente) in den Sommermonaten nicht verschwindet; außerdem wird das Vorkommen während der Sommermonate aus arktischen und alpinen Regionen berichtet. Es sieht also so aus, als ob *Notholca* im Salzwasser besser höhere Temperaturen erträgt als im Süßwasser. Eine zunehmende Wärmeresistenz bei steigendem Salzgehalt ist zudem durch Experimente an Meerestieren festgestellt worden (KINNE 1954).

Im Laboratorium nun zeigte *Notholca* überraschendes Verhalten. Die Lebensfähigkeit bei Zimmertemperaturen von 20—25°; die wohl den höchsten Sommertemperaturen größerer Gewässer in unseren Breiten entspricht, war in Süß- und Salzwasser vollkommen gleich gut. Irgendwelche Unterschiede in den verschiedenen Lebenserscheinungen (Ernährung, Fortpflanzung) konnten nicht festgestellt werden. — Limnische und marine Formen verhielten sich dabei vollkommen gleichartig.

Nach diesen Befunden erscheint es fraglich, ob das sommerliche Verschwinden von *Notholca* in limnischen Gewässern wirklich temperaturbedingt ist. Immerhin ist es doch noch denkbar, daß im Süßwasser bei höheren Temperaturen eine geringe Schwächung der Vitalität stattfindet, die zwar in den Laboratoriumszuchten nicht mehr merklich in Erscheinung trat, jedoch im ökologischen Wechselspiel der Freiland-Verhältnisse von Bedeutung sein kann.

Zu den Temperaturgrenzen seien folgende Beobachtungen mitgeteilt: Dauertemperatur (mehrere Tage) von 25° wird ohne merkliche Schwächung ertragen. 28—30° (im Süß- und Salzwasser) bewirken nach 12 Stunden noch kein merklich gestörtes Verhalten; nach 24 Stunden jedoch sind schwere Schädigungen vorhanden. — Eine 15 Minuten dauernde Einwirkung von 33° (Salzwasser zwischen 3 und 30‰) führte zu vorübergehenden leichten Störungen des Normalverhaltens, von 35° dagegen zu schweren Schädigungen. (Andere Brackwasser-Rotatorien wie *Brachionius plicatilis*, *Testudinella clypeata*, *Colurella*, *Synchaeta* schienen durch die 35°-Erwärmung noch keinen Schaden erlitten zu haben.) — Die untere Temperaturgrenze wird durch den Gefrierpunkt bestimmt; zahlreiches *Notholca*-Vorkommen wurde häufig in unmittelbarer Nähe von Eisbildung, also um 0°, sowohl in Salz- wie auch im Süßwasser gefunden.

Zur oberen Salzgehaltsgrenze wäre noch folgende Beobachtung mitzuteilen: Im Laufe von 1—2 Tagen war in einer Zuchtschale mit *N. bipalium* durch langsame Verdunstung der Salzgehalt auf 50—60‰ angestiegen, zugleich war der Wimperschlag und damit die Fortbewegung der Tiere deutlich verlangsamt; außerdem arbeitete der Wimperapparat irgendwie „holperig“, im Gegensatz zum normalen, mehr „schnurrend“ zu nennenden Wimperschlag. Im übrigen machten die Tiere zunächst keinen gestörten Eindruck, erst nach eintägiger Beibehaltung des hohen Salzgehalts nahm die Sterblichkeit stark zu. Daraufhin wurde der Salzgehalt im Laufe von etwa 10 Stunden durch stufenweise Zugabe von Süßwasser auf etwa 30‰ herabgesetzt. Die anschließende Beobachtung zeigte, daß die überlebenden Tiere sich wieder vollkommen normal und gesund verhielten; Die Verlangsamung und die „Holperigkeit“ des Wimperschlages waren verschwunden. — Bei anderen Gelegenheiten wurden die Veränderungen in der Wimperbewegung in abgeschwächtem Maße auch schon bei etwa 40‰ festgestellt. — Demnach scheint also *Notholca* eine wesentliche Erhöhung über den normalen ozeanischen Salzgehalt auf die Dauer nicht vertragen zu können.

Literaturverzeichnis

- APSTEIN, C., (1896): Das Süßwasserplankton.-Kiel und Leipzig — BUCHHOLZ u. RÜHMANN, (1956): Notholca und Kellicottia. — Mikrokosmos, 45. Jahrg. Heft 12 — CARLIN, B. (1943): Die Planktonrotatorien des Motalaström. — Meddelanden Lunds Univ. Limn. Inst. 5. — DADAY, E., (1913): Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Kossogol-Beckens in der Nordwestlichen Mongolei. — Math. — Naturw. — Ber. aus Ungarn, Budapest, 26. — DIEFFENBACH, H., (1911): Biologische Studien an pelagischen Rädertieren. — Int. Revue Hydrob., Biol. Suppl. Ser. 3. — EHRENBERG, C. G., (1832): Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionstiere. — Phys. Abh. d. Königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. — EHRENBERG, C. G., (1838): Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. — Leipzig. — GILLARD, A., (1948): De Brachionidae van België met Beschouwingen over de Taxonomie van de Familie. — Natuurwet. Tijdschr. 30. — GOSSE, P. H., (1887): Twenty-four New Species of Rotifera. — Journ. Royal Micr., Soc., Ser. 2, Vol. 7. — HADA, Y., (1939): Some Rotatoria from Sea and brackish Water. — The Zool. Mag. Vol. 51, Tokio. — HAUER, J., (1925): Rotatorien aus den Salzwässern von Oldesloe (Holstein); in: Thienemann, Das Salzwasser von Oldesloe, 1. — HOOD, J., (1895): On the Rotifera of the County Mayo. — Proc. Royal Irish Acad. Ser. 3, Vol. 3. — JASCHNOW, W. A., (1922): Das Plankton des Baikalsees nach dem Material der Expedition des Zool. Mus. d. Moskauer Univ. 1917. — Russ. Hydrob. Ztschr. Bd. I, Nr. 8. — KINNE, O., (1954): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Salzgehaltes auf die Hitzeresistenz von Brackwasser-tieren. — Zool. Anz. 152, Heft 1. — LAUTERBORN, R., (1898): Über die Zyklische Fortpflanzung limnetischer Rädertiere. — Biol. Zentralblatt 18. — MONTET, G., (1915): Contribution à l'étude des Rotateurs du bassin de Léman. — Genf. — MÜLLER, O. F., (1786): Animalcula infusoria fluviatilia et marina. — Haunia (Kopenhagen). — OLOFSSON, O., (1918): Studien über die Süßwasserfauna Spitzbergens. — Zool. Bidrag Uppsala, Bd. 6. — PASQUALI, A., (1940): Ricerche preliminari sui Rotiferi della Laguna veneta. — R. Com. Talass. Ital. Memoria 283. — PEJLER, B., (1957): On Variation and Evolution in Planctonic Rotatoria. — Zool. Bidr. fr. Uppsala, Bd. 32. — REMANE, A., (1929): Rotatoria. in: Grimpe u. Wagler, Tierwelt der Nord- und Ostsee, VII. c. — VOIGT, M., (1957): Rotatorien, Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin. — WEBER, E. F., (1898): Faune rotatorienne du bassin du Léman. — Revue suisse de Zoologie. Tome V. — WULFERT, K., (1942): Über die Meeres- und Brackwasserrotatorien in der Umgebung von Rovigno d'Istria — Thalassia 4. — WULFERT, K., (1943): Rädertiere aus dem Salzwasser von Herrmannsbad. — Zool. Anz. 143.