

LANGZEITUNTERSUCHUNGEN (1969–2002) ZUR VERBREITUNG DER CLADOCEREN AUF DEN NIEDERSÄCHSISCHEN SANDINSELN DER SÜDLICHEN NORDSEE, DEUTSCHLAND

Long-term studies (1969–2002) of the cladoceran distribution on the sandy islands of the southern North Sea in Lower Saxony, Germany

Werner Hollwedel

Oldenburger Str. 16A, D-26316 Varel, e-mail: whollwedel@t-online.de

Abstract

From 1969 to 2002 the distribution of cladoceran species on ten islands in the southern North Sea was investigated. A total of 50 species was found. The small water bodies in the salt marsh have to be resettled after salt water floods; *Macrothrix hirsuticornis* and *Moina brachiata* are two of the pioneer species in the brackish water bodies. Most cladoceran species were found in permanent and temporary dune waters. Some of them were caught only occasionally and in low abundance. A characteristic species of dune waters is *Scapholeberis rammneri*, which was detected on eight islands. A small group of cladoceran species inhabited concrete basins containing drinking water for cattle and horses. The Hammersee on Juist island, a shallow freshwater lake since a dyke had been built in 1928, was inhabited by 35 species. Within the last decade the species number decreased because of eutrophication and biotopes being filled up by sedimentation. On islands with newly dug water bodies species number increased. The two species, *Macrothrix hirsuticornis* and *Scapholeberis rammneri*, characteristic of the islands in the southern North Sea, are endangered due to changes and losses of habitats on all but one (Wangerooge) islands.

sq

Key words: Cladocera, species diversity, distribution, sandy islands, southern North Sea

EINLEITUNG

Die niedersächsischen Inseln der südlichen Nordsee sind aus Sandbänken entstanden. Wenn durch Wasserstömungen und Wind die Sandbänke genügend erhöht waren und keine täglichen Überflutungen mehr stattfanden, siedelten sich Pionierpflanzen an, und es entwickelten sich Dünen. Zurzeit ist dieser Vorgang auf der Kachelotplate zwischen Borkum und Juist zu beobachten. Die Inseln liegen in einem Abstand von 4 bis 12 km vom Festland entfernt und haben bei Sturmfluten eine wichtige Funktion als Küstenschutz. Zwischen Inseln und Küste erstreckt sich das Wattenmeer, das täglich zweimal überflutet wird (Abb. 1).

Nur mit Hilfe von Transporteuren können Cladoceren in die Inselgewässer gelangen. Wenn sich nach Befruchtung durch Männchen resistente Dauereier entwickelt haben, können diese an den Beinen und am Gefieder der Vögel haften und in entfernte Gewässer getragen werden. Die Eier können auch ohne Schaden den Verdauungstrakt durchwandern und mit Ausscheidungsprodukten in Inselgewässer geraten (Löf-ler 1964, Proctor 1964). Vermutlich kommen auch Insekten und Kleinsäuger als Transporteure in Frage; Mehrere Gewässer einiger Nordseeinseln werden vom Bisam bewohnt (Abb. 4). Ebenfalls Menschen können zur Verbreitung der Cladocerenarten beitragen, wenn Ephippien sich am Schuhwerk, an Geräten oder Fahrzeugen anheften (Flößner, Kraus 1976). Aus den Dauereiern entstehen so genannte Su-

bitanweibchen, die sich durch Parthenogenese, also ohne Befruchtung, entwickeln, in kurzer Zeit vermehren und den Aufbau einer neuen Population beginnen.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die ersten Cladocerenfunde von Schneider (1900) auf Borkum und von Leege (1911) auf Memmert veröffentlicht. Erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wurde die Verbreitung der Cladoceren besonders auf Spiekeroog (Meijering 1970, 1990; Hollwedel 1995), Wangerooge und Juist (Hollwedel 2002a, 2003) und auf den jungen Inseln erforscht (Hollwedel & Scharf 1988, 2003). Ziel dieser Arbeit ist es, die Ergebnisse zusammenzustellen und Veränderungen der Cladocerenfauna aufzuzeigen.

DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der holländischen Grenze im Westen bis zur Wesermündung im Osten und wird auf vielen Karten als Ostfriesische Inseln bezeichnet (Abb. 1). Die Inseln unterscheiden sich in Ausdehnung, Bebauung, Küsten- und Dünenschutzeinrichtungen sowie in Anzahl und Arten der Gewässer. Alle Inseln gehören zum Niedersächsischen Nationalpark Wattenmeer. Die älteren Inseln haben von Norden nach Süden die gleichen Landschaftselemente: Strand, Primärdünen, Sekundärdünen, Tertiärdünen, Süß- und Salzwiesen; die drei jungen Inseln Memmert, Mellum und Minsener Oog werden

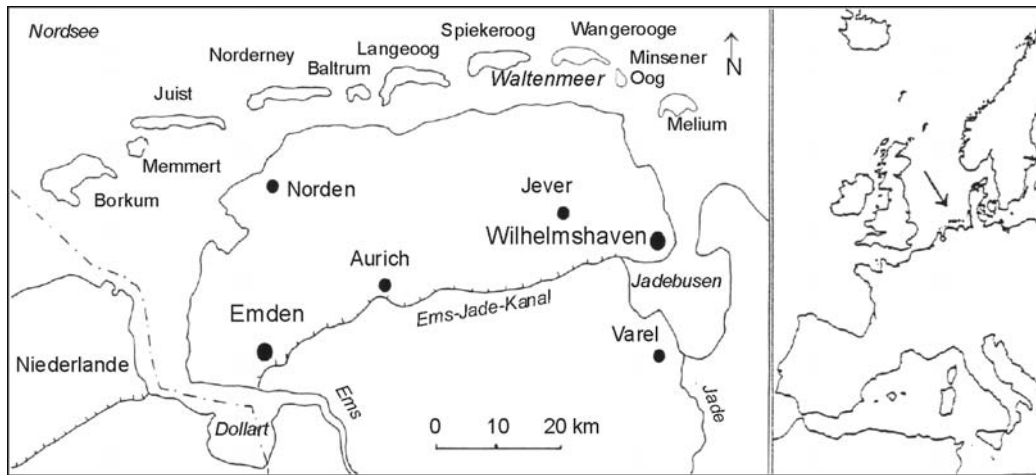


Abb. 1. Lage der niedersächsischen Nordseeinseln.

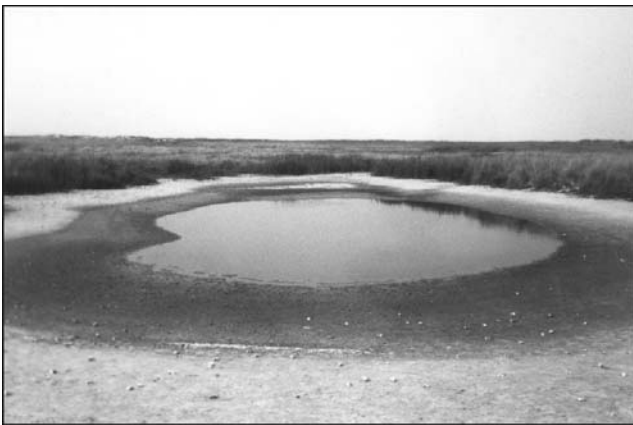


Abb. 2. Auskolkung durch Sturmfluten, Memmert, 1999.



Abb. 4. Bombentrichter in Tertiärdünen auf Wangerooge, 1983. Die Sandflächen am Ufer stammen von Grabungen des Bisams.



Abb. 3. Gewässer in der Salzwiese auf Juist, östlich des Rettungsschuppens, 1979.

durch Sturmfluten und Sandverwehungen immer wieder verändert. Die Gewässer auf den alten Inseln befinden sich im Wiesen- und Weidengelände binnen- und außendeichs, in den Tertiärdünen und im Siedlungsgebiet.

Nur wenige Inselgewässer sind auf natürliche Weise entstanden; dazu gehören Auskolkungen durch Sturmfluten, z.B. auf Memmert (Abb. 2), Juist, Langeoog und Spiekeroog, sowie Kolke, die in vorigen Jahrhunderten bei Deichbrüchen

entstanden sind, z.B. auf Borkum am Upholmdeich. Einige Süßwasseransammlungen haben sich nach Bodenentnahmen für Küstenschutzmaßnahmen gebildet (Abb. 3). Der flache Hammersee auf Juist entstand, nachdem ein Meereseinbruch im 17. und 18. Jahrhundert durch einen Sanddeich auf der Nordseite 1928 geschlossen wurde (Hollwedel 1984). Verschiedene Gewässertypen sind anthropogenen Ursprungs: Baggerseen, Löschteiche, Kurpark- und Gartenteiche, Viehtränken, "Franzosenschanzen" auf Borkum und Norderney, Bombentrichter aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges (Abb. 4), besonders zahlreich auf Wangerooge (Hollwedel 2002a). Etwa die Hälfte der gut 400 hier noch existierenden Trichter führen, zumindest periodisch, Wasser; einige von ihnen liegen im Einflussbereich von Salzwasser. Auch künstliche Becken wie Trinkwasserbehälter fürs Weidevieh und Regenwassertonnen bei Wohnhäusern werden von Cladoceren besiedelt (Hollwedel 2003).

Während die tieferen Seen und Kolke sowie die künstlichen Wasserbecken weniger von der Witterung beeinflusst werden, unterliegen die flachen Kleingewässer einer starken Dynamik durch Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt, durch Wind, Niederschlag, Viehtritt und Verlandungsprozesse. Gegen Ende der Untersuchungszeit nahm die



Abb. 5. Salzwiesentümpel auf Spiekeroog, 1977.



Abb. 7. Bombentrichter mit Grabenverbindung im Westingroden auf Wangerooge, 1996.

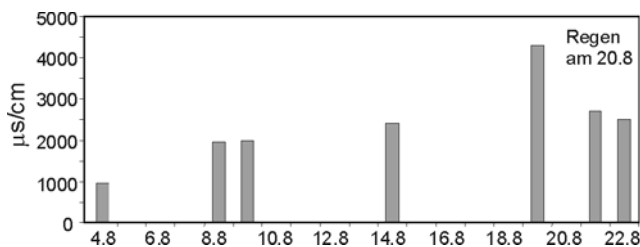


Abb. 6. Schwankungen der Leitfähigkeit in einem temporären Gewässer der Salzwiese auf der Insel Juist (aus Hollwedel 2003, verändert).

Verbuschung der Kleingewässer stark zu und damit auch Beschattung und Laubeintrag (Meijering 1990, Hollwedel 2002a).

Eine Beschreibung und Bewertung der Gewässer auf den niedersächsischen Nordseeinseln wurden von Niedringhaus, Zander (1998) veröffentlicht.

Die bei Sturmfluten von Salzwasser beeinflussten Inselgewässer sind gegenüber Festlandgewässern das Besondere. Wenn bei Sturmfluten Salzwasser in die Süßwasserbecken eindringt, bedeutet dies für viele Süßwasserorganismen eine tödliche Katastrophe. Nur jene Arten, die zufällig Dauerstadien gebildet haben, können ein solches Ereignis überstehen. Nach Aussüßung können sie neue Populationen bilden. Da die Cladocerenpopulationen in den Kleingewässern zu unterschiedlichen Zeiten zur sexuellen Fortpflanzung schreiten (Meijering 1970), erhöht sich die Aussicht für ein Überleben einer Art auf der Insel mit der größeren Anzahl ähnlicher Gewässer. Besonders die polyzyklischen Arten, die in relativ kurzen Abständen Dauereier produzieren, sind in diesen Gewässern erfolgreich.

Gestalt und Lage der gelegentlich von Salzwasserfluten überrollten Gewässer sind sehr unterschiedlich. Sie sind flach, liegen auf der Strandseite (Memmert), in den Wiesen und Weiden vor dem Deich (Memmert, Juist, Langeog, Spiekeroog), sowie in Tertiärdünen, die bei Orkanfluten gefährdet sind. Die im Osten der Insel Juist gelegenen beiden Kolke, der jüngere entstand bei den Sturmfluten 1976, sind zeitweise über 1 m tief. Die übrigen Gewässer sind sehr flach

und trocken periodisch vollständig aus. Die höher gelegenen Gewässer der Süßwiese werden seltener von Sturmfluten erreicht. Auch sehr flache Mulden in der Salzwiese, die durch den Tritt des Weideviehs vegetationsfrei gehalten werden, sind oft von Salzwasser beeinflusst und stark von Niederschlägen abhängig (Abb. 5). Innerhalb weniger Tage kann die Leitfähigkeit durch Verdunstung stark ansteigen und bei Regenfällen wieder abfallen (Abb. 6).

Baggerteiche wurden in den 70er und 80er Jahren auf Juist, Langeog, Spiekeroog und Wangerooge ausgehoben. Baggerseen sind auf Borkum und Langeog entstanden. Sie enthalten Brackwasser (über 10000 µS) und werden nicht von Cladoceren bewohnt.

Eine Sonderstellung nehmen die drei jungen Inseln Memmert, Mellum und Minsener Oog ein. Die Hausteiche auf Memmert und Mellum sind durch Deichanlagen geschützt, der Tümpel auf Minsener Oog liegt auf hohen Dünen und kann nur von Orkanfluten erreicht werden.

Die Gewässer der Süßwiese befinden sich im eingedeichten Bereich, haben aber in mehreren Fällen Salzwasser oder Brackwasserkontakte durch das Grabensystem (Abb. 7).

Bis zuletzt grasten Rinder, Pferde und Schafe hier und hielten die flachen Gewässer frei von Makrophyten. Mangel an Weidevieh führte in jüngster Zeit in einigen Gewässern zu einer vollständigen Vegetationsdecke. In mehreren Viehtränken und Bombentrichtern wuchs *Ranunculus aquatilis*. Alle Gewässer dieses Bereiches sind eutrophiert durch Vogelkot und Viehdung. Die binnendeichs gelegenen Kolke auf Borkum, die durch Deichbrüche entstanden sind, haben eine größere Tiefe als die Kleingewässer. Sie sind umgeben von dichtem Röhricht und schwer zugänglich.

Der flache Hammersee ist etwa 1 m tief, von einem breiten Röhrichtgürtel und von Weidenbruchwald umsäumt. Die Verlandung schreitet rapide fort, und infolge seiner Flachheit führen längere Trockenperioden fast zur vollständigen Austrocknung (1959 und 2003). Der Wasserspiegel ist unabhängig von den Gezeiten, auch Sturmfluten wirken sich nicht aus. Im Schutz des Röhrichts finden Stichlinge günstige Brutstätten; bei niedrigem Wasserstand allerdings haben die Seeschwalben und andere Vögel leichte Beute

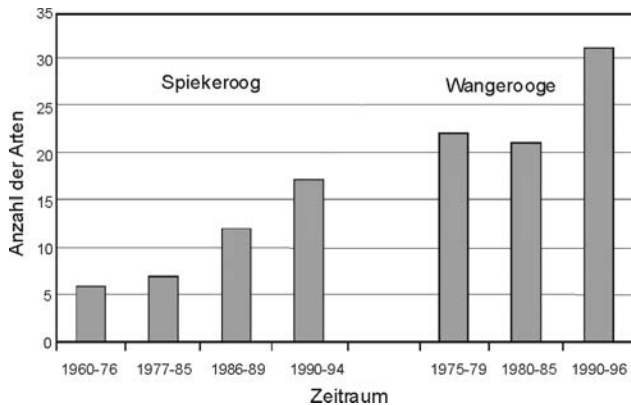


Abb. 8. Veränderungen der Artenzahlen auf Spiekeroog zwischen 1960 und 1994 und auf Wangerooge zwischen 1975 und 1996.

(Hollwedel 1984). Die Cladocerenpopulationen können sich vom Fraßdruck der Stichlinge erholen und nach erneuter Vernässung des Litorals Schutz und Nahrungsreservoir ausnutzen, sofern sie in der Lage waren, rechtzeitig Dauereier zu bilden. Das Gewässer ist eutroph; hohe Algenproduktion führt zu geringen Sichttiefen, oft verstärkt durch Wellenbewegung und aufgewirbeltes Sediment, so dass gegen Ende der Untersuchungsperiode keine Bodenflächen von Characeen und anderen Unterwasserpflanzen bedeckt waren.

Am vielfältigsten sind die Gewässer der Tertiärdünen; es gibt Löschteiche, Tümpel, Bodenentnahmestellen, Eisteiche, Fischteiche, Gartenteiche, Bombentrichter. Die meisten Teiche sind flach und vegetationsreich. Durch starken Besuch von Vögeln und Laubeintrag sind viele eutrophiert; auf Wangerooge jedoch gibt es Bombentrichter, die in nährstoffarmen Graudünen im Westen der Insel liegen, kaum von Büschen beschattet werden und außer von Unterwasserpflanzen in einigen Fällen auch von *Potamogeton natans* bewachsen sind.

Der Goldfischteich auf Juist östlich des Dorfes wurde in den 20er Jahren angelegt und enthielt bis Mitte der 70er Jahre einige Goldfische. Nachdem in der Nähe Brunnen gegraben und der Zufluss von Oberflächenwasser aus dem Dorf unterbrochen worden waren, fiel das Gewässer mehrmals im Sommer bis auf kleine Pfützen trocken. Dichter Baumbestand, Mangel an Licht für Wasserpflanzen und Ufervegetation, Verschmutzung durch zahlreiche Stockenten verschlechterten die Lebensbedingungen für die meisten Cladocerenarten. Die Entschlammung des nördlichen Gewässerteils 1994/95 brachte eine leichte Verbesserung.

Trinkwasserbehälter auf den Viehweiden und Regentonnen enthalten keine Makrophyten, gelegentlich gedeiht Darmtang. In kleinen Betonbecken und Folienteichen in den Hausgärten wachsen Tausendblatt, Schwertlilien und Seerosen. Leitungswasser oder Regenwasser wird ständig zugeführt. In einigen Fällen werden Fische gehalten.

Die pH-Werte schwankten ebenso wie die Leitfähigkeit in Abhängigkeit von Niederschlag und Verdunstung. Ausführliche Angaben über Chemismus und Vegetation der Inselgewässer sind von Niedringhaus und Zander (1998) veröffentlicht worden.

MATERIAL UND METHODE

Langzeituntersuchungen auf den niedersächsischen Nordseeinseln wurden von 1969 bis 2002 jährlich auf Juist und Memmert durchgeführt. Die Gewässer der übrigen Inseln wurden aus Zeit- und Kostengründen in größeren Zeitabständen beprobt, je nach Wetterlage im Sommer und/oder Herbst.

Für die Probenahmen wurde ein Stocknetz (Maschenweite 140 µm) benutzt, das mehrere Meter durch das Wasser gezogen wurde. Pflanzen wurden abgestreift, um an ihnen hängende Tiere und im interstitiellen Wasser befindliche Tiere zu fangen. Die obere Bodenschicht wurde aufgewirbelt, damit auf dem Sediment lebende Tiere ins Netz gerieten. Das Material wurde in 4%iger Formaldehydlösung fixiert und zu Hause unter dem Mikroskop untersucht. Flüssigkeits- und Dauerpräparate der verschiedenen Arten befinden sich in der Sammlung des Verfassers und im Museum für Mensch und Natur in Oldenburg.

ERGEBNISSE

Vorkommen der Cladocerenarten auf den verschiedenen Inseln

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 50 Cladocerenarten festgestellt (Tabelle 1). Das sind 60% der in Nordwestdeutschland vorkommenden Arten, darunter fünf neue Arten für das Gebiet, die seit 1981 aufgetreten sind (Hollwedel 1981). Baltrum, die kleinste der sieben alten Inseln, die allerdings nur einmal aufgesucht wurde, beherbergte lediglich 3 Arten. In den Gewässern der am häufigsten besuchten Inseln wurden am meisten Arten registriert, auf Juist 43, auf Wangerooge 35, auf Norderney 30. Von den 5 existenzbedrohten Arten (Herbst 1982) sind *Macrothrix hirsuticornis* und *Scapholeberis rammeri* charakteristische Bewohner zahlreicher Inselgewässer (Tabelle 1).

Auf den verschiedenen Inseln entwickelte sich der Artenbestand im Laufe der Untersuchungszeit unterschiedlich. Auf Spiekeroog stieg die Anzahl der gefangenen Arten von 6 im ersten Abschnitt der Untersuchungszeit auf 16 im Jahre 1994 und damit auf 21 der insgesamt auf dieser Insel festgestellten Arten (Abb. 8). Auch auf Wangerooge erhöhte sich die Artenzahl von 22 im ersten Abschnitt auf 31 im letzten der Probenahmen (Abb. 8). Auf den jungen Inseln schwankten die Artenzahlen erheblich, auf Minsener Oog zwischen 1 und 7, auf Mellum zwischen 3 und 8, auf Memmert zwischen 1 und 8 (Hollwedel, Scharf 2003). Eine negative Entwicklung der Artenzahlen wurde auf Juist registriert. An mehreren Fundorten sank die Artenzahl dramatisch, so dass die Juister Cladocerenfauna im letzten Abschnitt der Untersuchungsperiode nur noch aus etwa der Hälfte der Arten bestand (Hollwedel 2003).

Mehrere Arten wurden in geringer Menge oder selten gefunden, und es kam nicht oder nur vorübergehend zum Aufbau einer Population. Zu diesen Arten gehören *Acroporus harpae*, *Alona costata*, *Bosmina longispina*, *Ceriodaphnia megops*, *Daphnia atkinsoni*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Disparalona rostrata*, *Eurycercus lamellatus*, *Megafenestra aurita*, *Pleuroxus trigonellus*, *P. uncinatus*, und *Rhynchotalona falcata*. Durch Stetigkeit und meistens auch

Tabelle 1

Vorkommen der Cladoceren auf den niedersächsischen Inseln der südlichen Nordsee (1969 bis 2002)

Arten	Borkum	Juist	Norderney	Baltrum	Langeoog	Spiekerog	Wangerooge	Memmert	Minsener Oog	Mellum
<i>CTENOPODA</i>										
<i>Diaphanosoma mongolianum</i> (Uéno, 1938, emend. Korovchinsky, 1981)		X								
<i>ANOMOPODA</i>										
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1835)					Sch		X			X
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	X	X	X				X	X		
<i>Alona costata</i> Sars, 1862		X								
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862		X	X		X	X	X			
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1776)	1900	X	X				X			
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1861		X	X		X	X	X	X		
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1864)	1900	X	X		X		X			
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1843)		X			Sch	X	X			
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	X	X	X		X	X	X	X		X
<i>Bosmina longispina longispina</i> Leydig, 1860		X					X			
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	X	X	X		X		X			X
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Müller, 1867	X	X	X		X		X		X	X
<i>Ceriodaphnia megops</i> Sars, 1862							X			
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862		X	X				X		X	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	X	X	X				X			
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	X	X	X		X		X			X
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Daphnia atkinsoni</i> Baird, 1859		X								
<i>Daphnia curvirostris</i> Eylmann, 1887	X	X	X		X	X	X	X		X
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1863		X								
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X		X	X	X			
<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Daphnia obtusa</i> Kurz, 1875		X					X			
<i>Daphnia pulex</i> Leydig, 1860	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Daphnia pulicaria</i> Forbes, 1893							X			
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)		X								
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776)		X								
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1848)		X	X							
<i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878		X	X							
<i>Ilyocryptus cumetaus</i> Štifter, 1988		X				X	X			
<i>Ilyocryptus sordidus</i> (Liévin, 1848)		X			X	X	X			
<i>Leydigia leydigi</i> (Schoedler, 1863)	Sch	X	X			X	X	X		
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman & Brady, 1867		X	Eph		X	X		X		
<i>Megafenestra aurita</i> (Fischer, 1849)		X								
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	1900	X	X		X	X	X	X		

Tabelle 1

Vorkommen der Cladoceren auf den niedersächsischen Inseln der südlichen Nordsee (1969 bis 2002)

Arten	Borkum	Juist	Norderney	Baltrum	Langeoog	Spieker- roog	Wan- gerooge	Memmert	Minsener Oog	Mellum
<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)	1900		X		X	1971	X	X		
<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1861		X					X	X		
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars, 1862)	X	X	X			X	X	X		
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	X	X	X		X	X	X		X	
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O.F. Müller, 1776)			X			1990				
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785)	X	X	X				X			
<i>Pleuroxus uncinatus</i> Baird, 1850	X									
<i>Rhynchotalona falcata</i> (Sars, 1861)		X								
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	1900	X				X				
<i>Scapholeberis rammeri</i> Dumont & Pensaert, 1983	X	X	X		X		X	X	X	X
<i>Simocephalus congener</i> (KOCH, 1841)							X		X	X
<i>Simocephalus exspinosus</i> (Koch, 1841)	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X		X	X	X	X	X	X
HAPLOPODA										
<i>Leptodora kindti</i> (Focke, 1844)		X								
Anzahl der Arten	24	43	30	3	22	21	35	15	9	12

X = Nachweis der Art, Sch = Schalenfund, 1990 = Meijering (1990), 1971 = Fossilfund Meijering (1971), 1900 = Schneider (1900). Fettdruck: existenzbedrohte Arten.

durch hohe Abundanz waren die ersten beiden Gruppen der Tabelle 2 gekennzeichnet; sie kamen in fast allen Gewässerarten vor. Einige Arten, die in Nordwestdeutschland weit verbreitet sind, fehlten auf allen Inseln. Dazu gehören *Sida crystallina* und *Polyphemus pediculus*, obwohl für sie geeignete Lebensräume in Dünengewässern u. a. auf Wangerooge westlich des Dorfes in schwach sauren Bombentrichtern existieren (150 bis 650 µS/cm; pH 5,0 bis 6,9). Auch *Daphnia ambigua*, *D. parvula* und *Pleuroxus denticulatus*, die von Nordamerika eingewandert sind und Mitte der 70er Jahre bis nach Nordwestdeutschland vordrangen, haben die Inseln noch nicht erreicht.

Besiedlung der verschiedenen Gewässer durch Cladoceren

Gewässer in Wiesen und Weiden vor den Deichen

Charakteristische Artengemeinschaften dieser Extremgewässer, die in unregelmäßigen Abständen von Salzwasserfluten überrollt werden, bestehen aus *Daphnia magna*, *D. pulex*, *Macrothrix hirsuticornis* und *Moina brachiata*. Auch *Chydorus sphaericus*, und *Simocephalus vetulus* sind in einigen dieser Gewässer zumindest zeitweise anzutreffen (Tabelle 2). Diese 6 Arten waren auf Spiekeroo bis 1976 die

einigen Cladocerenarten (Jacobi, Meijering 1979). *Macrothrix hirsuticornis* ist eine Charakterart dieser temporären Gewässer. Sie lebt im weichen sandigen, schlackigen Sediment. Als kaltstenotherme Art bildet sie Maxima im Frühjahr und Herbst (Flößner 2000). In der warmen Jahreszeit trat sie zahlenmäßig gegenüber *Moina brachiata* und *Daphnia magna* zurück, und es kam wiederholt zu sexueller Fortpflanzung. Ehippialweibchen (Abb. 9) hatten eine Größe von ±0,6 mm, die Männchen waren etwas kleiner (±0,5 mm). Auffällig ist die unterschiedliche Gestalt der 1. Antenne: beim Weibchen schwach gekrümmt, distal verbreitert und der Vorderrand mit Stachelgruppen besetzt (Abb. 10); die Männchen haben eine gerade, nicht verbreiterte Antenne, an der Vorderseite mit einer langen Sinnesborste (Abb. 11). An der niedersächsischen Nordseeküste gibt es nur wenige Fundorte dieser beiden Arten südlich Cuxhaven in der Marsch zwischen Sommerdeich und Hauptdeich (Kukert 1984, Hollwedel *unveröff.*).

Manche flachen, periodischen Gewässer der Salzwiese wurden nur von einer Art besiedelt, von *Daphnia magna* oder *Moina brachiata*. In etwas höher gelegenen und seltener überfluteten Tümpeln traten ferner *Ceriodaphnia reticulata*, *Daphnia curvirostris* und *S. congener* auf, die wie die vorigen Arten polyzyklisch sind und wiederholt Dauereier produzieren. In einem flachen Gewässer bei der Domäne Bill auf

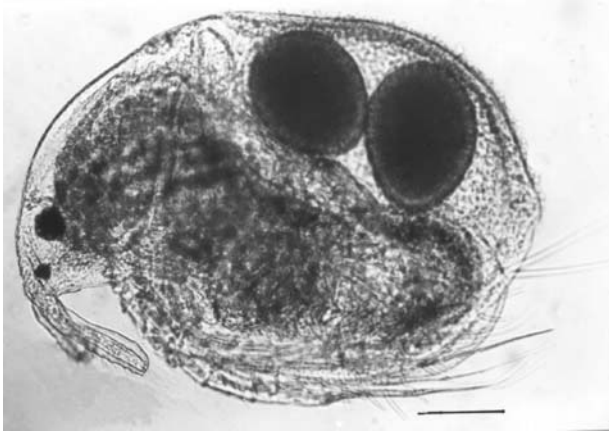


Abb. 9 *Macrothrix hirsuticornis*, Sexualweibchen; Juist, Domäne Bill, 01.08.1973. Balken 110 µm.

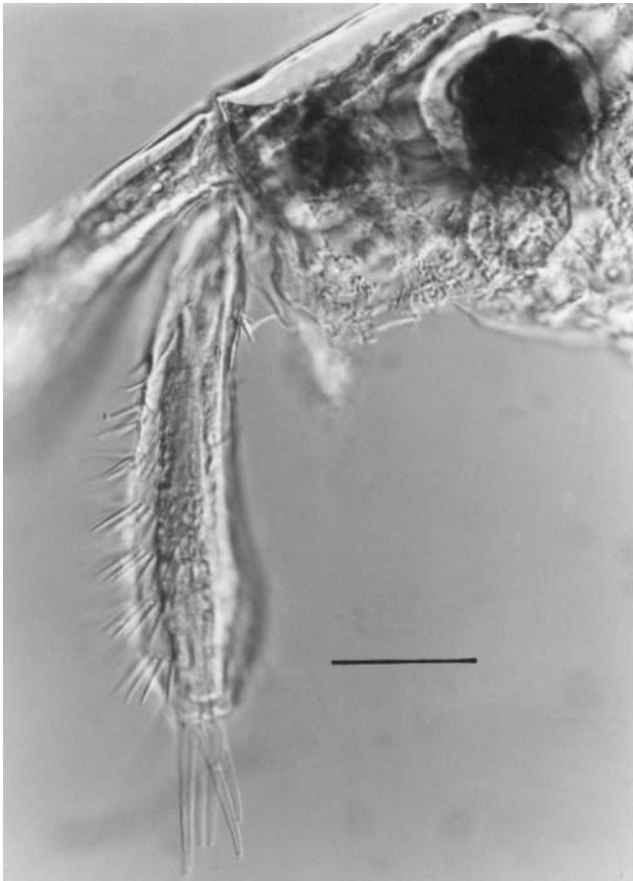


Abb. 10 *Macrothrix hirsuticornis*, Weibchen, 1. Antenne; Langeoog, 05.06.1975. Balken 60 µm.

Juist wurden in zwei aufeinander folgenden Jahren einige Exemplare von *D. atkinsoni* gefunden, zugleich ein erster Nachweis dieser Art in Deutschland (Hollwedel 1975). Kürzlich berichteten Louette und De meester (2004) über neue Funde in Flandern in einem anderen Gewässer gelang es *Scapholeberis mucronata*, in zwei Jahren neben *S. rammneri* eine Population aufzubauen. In den höher gelegenen und selten überfluteten Gewässern stieg die Anzahl der gefundenen Arten beträchtlich an (Tab. 2). Das am höchsten

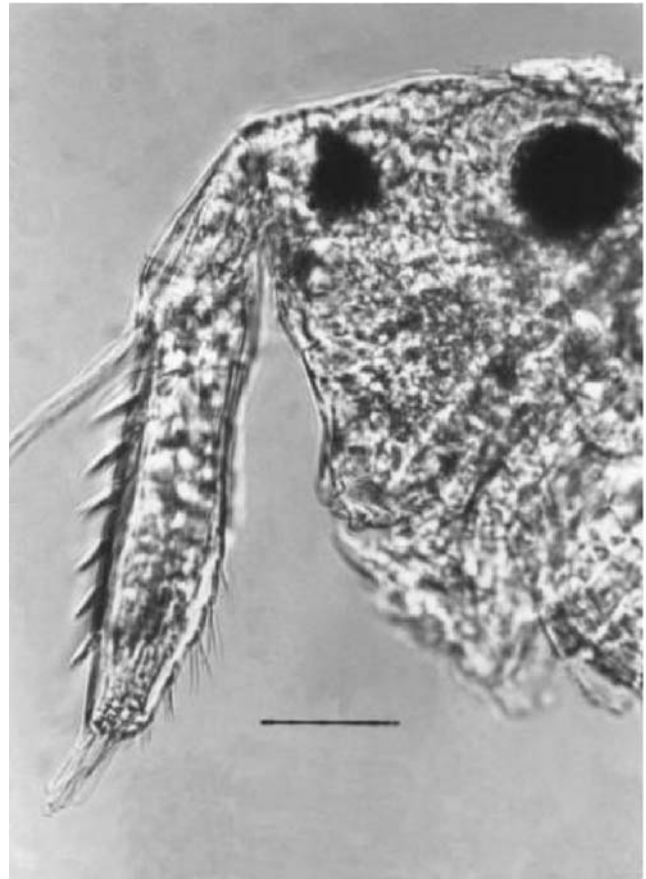


Abb. 11 *Macrothrix hirsuticornis*, Männchen, 1. Antenne mit langer Sinnesborste; Juist, Domäne Bill, 12.06.1975. Balken 30 µm.

gelegene ungeschützte Gewässer auf Juist, das erst bei Fluten von 1,80 m über der mittleren Hochwasserlinie erreicht wird und längere Zeit Süßwasser mit einer Leitfähigkeit zwischen 440 und 2650 µS/cm enthielt, beherbergte in sturmflutfreien Jahren bis zu 22 Cladocerenarten (Hollwedel 2003).

Gewässer in den durch Deiche geschützten Wiesen und Weiden

Regelmäßig und in hoher Abundanz wurden hier neben den oben genannten Arten *Daphnia obtusa* in flachen, *Bosmina longirostris* in tieferen Gewässern gefangen. In Tümpeln, die Verbindung zum Entwässerungssystem haben, konnte mehrmals *Moina brachiata* und *Moina macrocopa* nachgewiesen werden. Gewässer in den Dünenausläufern, aber noch im Weidebereich, wurden in geringer Anzahl von mehreren Arten der Dünenengewässer besiedelt, u.a. von *Alona guttata*, *A. quadrangularis*, *Alonella excisa* und *A. nana*. Dagegen trat die Charakterart der Salzwiesen, *Macrothrix hirsuticornis*, zurück und wurde nur in Einzelexemplaren gefangen. Die Gesamtzahl der Arten in diesem Bereich entsprach der in den höher gelegenen Gewässern vor den Deichen.

Gewässer in Tertiärdünen und im bebauten Gebiet

Die verschiedenartigen Dünenengewässer und Teichanlagen bieten Lebensraum für die meisten der gefundenen Cla-

Tabelle 2

Verbreitung der Cladoceren in den verschiedenen Gewässern der niedersächsischen Nordseeinseln

1969 bis 2002	vor dem Deich		Hinter dem Deich		In Tertiärdünen und im bebauten Gebiet		Wasserbehälter	Juist Hammersee
	untere Wiesen und Weiden	obere Wiesen und Weiden	flache Gewässer	tiefe Gewässer Kolke	Eisteiche, Bombentrichter, Schanzen	Garten-, Park-, Schönungs-, Löschteiche	Viehtränken, Regentonnen	
<i>Chydorus sphaericus</i>	V	V	V	IV	V	V	V	V
<i>Daphnia longispina</i>	I	V	V	V	V	V	III	I
<i>Daphnia magna</i>	V	III	V	V	V	V	V	V
<i>Daphnia pulex</i>	V	V	IV	V	V	V	V	II
<i>Oxyurella tenuicaudis</i>	II	I	II	IV	V	II	V	III
<i>Scapholeberis rammneri</i>	III	V	II	I	V	V	II	V
<i>Simocephalus vetulus</i>	III	V	V	IV	V	V	IV	IV
<i>Alona rectangula</i>	III	I	IV	I	V	II		IV
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	II	IV	III	IV	V	V		V
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	II	V	IV	III	V	V		III
<i>Daphnia curvirostris</i>	III	V	III	IV	V	V	II	
<i>Moina brachiata</i>	V	II	V	III	V	III	V	
<i>Pleuroxus aduncus</i>	II	V	III	I	IV	V		IV
<i>Simocephalus exspinosus</i>	II	IV	IV	I	V	III		IV
<i>Alona guttata</i>		I	I	II	III	II		III
<i>Alonella excisa</i>		I	I	III	IV	I		II
<i>Bosmina longirostris</i>		I	II	V	V	V		IV
<i>Leydigia leydigi</i>		II	II	I	IV	III		III
<i>Pleuroxus truncatus</i>		I	I		V	V	I	III
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>		I		III	I		IV	II
<i>Alona affinis</i>			I	I	II	I		V
<i>Alonella nana</i>			I	I	III	I		III
<i>Daphnia obtusa</i>			V	II	V	V	V	
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	V	IV	I	I		I		
<i>Ceriodaphnia dubia</i>		IV			V	V		V
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		III			III	II		V
<i>Graptoleberis testudinaria</i>		I		II	IV	II		
<i>Alona quadrangularis</i>			I	III	IV			IV
<i>Ilyocryptus sordidus</i>				I	III	II		II
<i>Moina macrocopa</i>			V		II	II	III	
<i>Bosmina longispina</i>	I	I						I
<i>Ilyocryptus agilis</i>					I	I		III
<i>Ilyocryptus cuneatus</i>					II	II		I
<i>Monospilus dispar</i>				I	I			IV
<i>Acroperus harpae</i>	I	I						
<i>Scapholeberis mucronata</i>		V				V		
<i>Daphnia atkinsoni</i>	II							
<i>Pleuroxus uncinatus</i>				I				
<i>Ceriodaphnia megops</i>					II			
<i>Daphnia pulex</i>					V			
<i>Disparalona rostrata</i>					IV			
<i>Pleuroxus trigonellus</i>					IV			
<i>Simocephalus congener</i>					IV			

Tabelle 2

Verbreitung der Cladoceren in den verschiedenen Gewässern der niedersächsischen Nordseeinseln

1969 bis 2002	vor dem Deich		Hinter dem Deich		In Tertiärdünen und im bebauten Gebiet		Wasserbehälter	Juist
Arten	untere Wiesen und Weiden	obere Wiesen und Weiden	flache Gewässer	tiefe Gewässer Kolke	Eisteiche, Bombentrichter, Schanzen	Garten-, Park-, Schönungs-, Löschteiche	Viehtränken, Regentonnen	Hammersee
<i>Alona costata</i>								III
<i>Daphnia galeata</i>								V
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>								I
<i>Eurycercus lamellus</i>								I
<i>Leptodora kindti</i>								V
<i>Megafenestra aurita</i>								IV
<i>Rhynchotalona falcata</i>								I

Höchste Abundanzstufe der Art in einer Probe: I = einzeln (1-3 Individuen), II = wenige (4-10), III = mehrere (11-25), IV = viele (26-100), V = massenhaft (über 100 Individuen). Die erste Artengruppe kam in allen Gewässerarten vor, die letzte nur in einer Gewässerart.

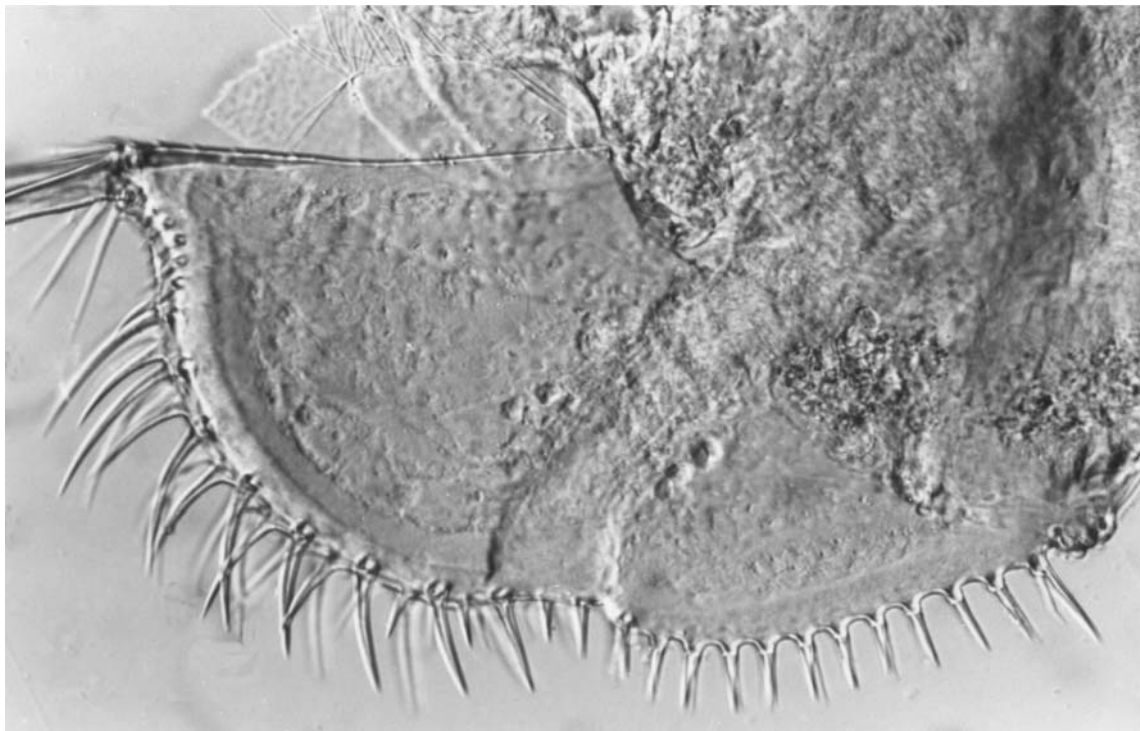


Abb. 12. *Ilyocryptus cuneatus*, Weibchen; präanaler Abschnitt des Postabdomen mit Doppeldornen; Wangerooge, 14.8.1983. Balken 65 µm.

docerenarten (Tabelle 2). Fast alle Arten, die in den Gewässern der Wiesen und Weiden lebten, kamen auch in den Tertiärdünen vor. Nur *Macrothrix hirsuticornis* und die in Einzelexemplaren gefundenen *Acroperus harpae* und *Bosmina longispina* fehlten hier. *Scapholeberis mucronata* bildete zur selben Zeit wie in einem Gewässer vor dem Deich eine starke Population im Löschteich bei der Domäne Bill auf Juist aus. Neu waren in diesem Inselbereich *Daphnia pulex*, *Disparalona rostrata*, *Pleuroxus trigonellus*, in geringer Anzahl *Ilyocryptus agilis* und *Ceriodaphnia megops*. *Simocephalus congener* wird von einigen Autoren als Subspecies (Flößner 2000), von anderen als selbständige Art angesehen (Orlova-Bienkowskaja 2001). Sie kam auf den

jungen Inseln vor (Hollwedel, Scharf 2003) und auf Wangerooge, wurde aber von uns bei früheren Untersuchungen nicht gesondert aufgeführt, so dass sie sich wahrscheinlich bei den Funden auf den alten Inseln unter dem Namen der Stammform verbirgt.

Ilyocryptus cuneatus ist ebenfalls eine neue Art für die Nordseeinseln. Sie wurde von Stifter (1988) von *I. sordidus* getrennt. Unsere Nachuntersuchungen einiger noch vorhandener Exemplare aus Inselgewässern ergaben, dass es sich um *I. cuneatus* handelt. Da die meisten Proben nicht aufbewahrt wurden, lässt sich das Vorkommen der beiden Arten nicht für alle Fundorte klären. Vermutlich ist *I. cuneatus* in Nordwestdeutschland weiter verbreitet als *I. sordidus* (Holl-

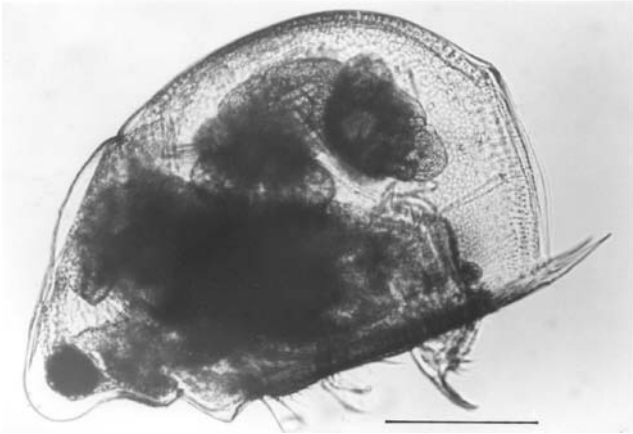


Abb. 13. *Scapholeberis rammneri*, Weibchen; Juist, Eisteich 28.07.1969. Balken 200 µm.

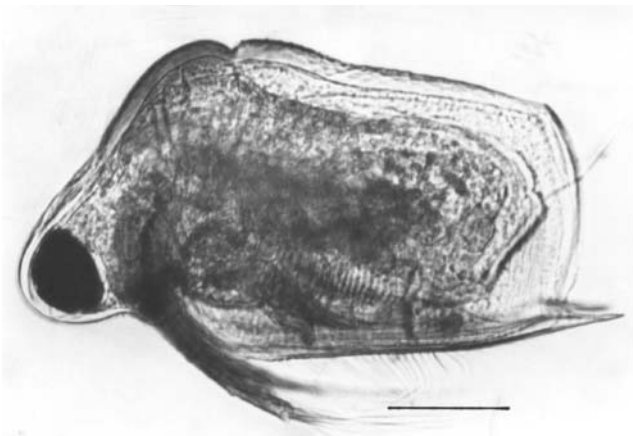


Abb. 14. *Scapholeberis rammneri*, Männchen; Mellum 04.10.1984. Balken 110 µm.

wedel 2002b, Hollwedel und Terlutter 2003). Ein Unterscheidungsmerkmal sind die Doppeldornen im präanalen Abschnitt des Postabdomens (Abb. 12).

Eine Charakterform der Gewässer in den Tertiärdünen ist *Scapholeberis rammneri*. Sie ist mit Ausnahme von Baltrum und Spiekeroog auf allen Inseln verbreitet. Nur zwei-

mal wurde sie vergesellschaftet mit *S. mucronata* im Löschteich bei der Domäne Bill auf Juist gefunden (Hollwedel 2003). Trotz umfangreicher Suche konnte sie im niedersächsischen Küstenraum nur südlich Cuxhaven und bei Varel nachgewiesen werden (Kukert 1984, Hollwedel *unveröff.*). Im Binnenland wurde sie bisher im Großen Meer (Ostfriesland), im Dümmer und in einem Parkgewässer der Stadt Oldenburg gefunden (Hollwedel, Poltz 1985, Hollwedel *unveröff.*). Auffällige Kennzeichen der Art sind die Falten am Schalenhinterrand (Abb. 13 und 14).

Im Goldfischteich auf Juist gingen die Artenzahlen seit den 70er Jahren drastisch zurück. *Daphnia curvirostris*, *D. magna* und *D. pulex*, die wechselnde Wasserstände und Verschmutzung vertragen, wanderten ein und nur vier weitere Mitglieder der früheren Artengemeinschaft besiedelten am Ende den Teich (Abb. 15).

Wasserbehälter

13 Cladocerenarten konnten in den Trinkwasserbehältern fürs Weidevieh nachgewiesen werden, obwohl die Pferde und Rinder häufig tranken und dann Leitungswasser automatisch zulief. Der größte Teil der Cladocerenarten kam regelmäßig und sogar in hoher Abundanz vor (Tab. 2). Neben den *Daphnia*-Arten war *Oxyurella tenuicaudis* ständige Bewohnerin dieser Tränken.

In einer Regentonne, die vom Hausdach gespeist wurde, waren von 1972 bis 1988 in mehreren Jahren fertile Weibchen und/oder Sexualtiere folgender Arten vorhanden: *Ceriodaphnia laticaudata*, *Daphnia curvirostris*, *D. obtusa*, *D. magna*, *D. pulex* und *Simocephalus vetulus*.

Hammersee auf Juist

Der Hammersee nimmt nicht nur wegen seiner Entstehungsgeschichte, sondern auch wegen der Artendiversität eine besondere Stellung ein. 35 Arten wurden hier gefunden, so viele wie in keinem anderen Inselgewässer. 7 Arten kamen nur im Hammersee vor: *Alona costata*, *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Eurycercus lamellatus*, *Lepidodora kindti*, *Megafenestra aurita* und *Rhynchotalona falcata*. Aber der Artenbestand des kleinen Flachsees verringerte sich drastisch von Jahrzehnt zu Jahrzehnt: 1968 bis

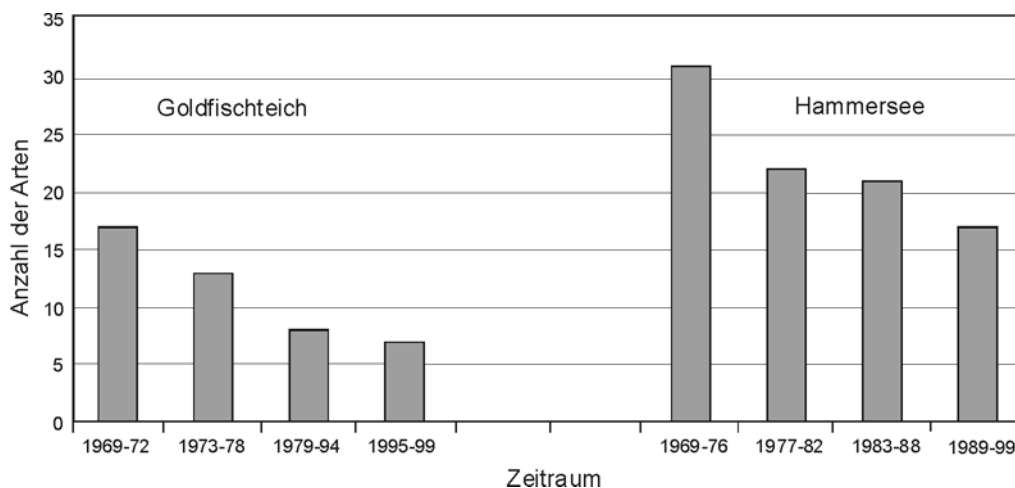


Abb. 15. Veränderungen der Artenzahlen im Goldfischteich und Hammersee auf Juist zwischen 1969 und 1999.

1976: 31 Arten, 1977 bis 1982: 22 Arten, 1983 bis 1988: 21 Arten, 1989 bis 1999: 17 Arten (Abb. 15). Durch Stetigkeit über die gesamte Untersuchungsperiode zeichneten sich folgende Arten aus: *Alona affinis*, *A. rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia magna* und *Oxyurella tenuicaudis*. Die räuberische Cladocere *Leptodora kindti* trat erst seit 1984 auf. Die vier existenzgefährdeten Arten konnten zuletzt im Hammersee nicht mehr nachgewiesen werden, *Rhynchotalona falcata* seit 1976, *Bosmina longispina* seit 1977, *Megafenestra aurita* seit 1982 und *Scapholeberis rammneri* seit 1989.

DISKUSSION

Die Organismen der flachen Inselgewässer unterliegen wiederholt starken Veränderungen im Laufe eines Jahres durch Temperaturschwankungen, Niederschlag, Verdunstung und Salzwassereinfluß. Bei manchen Inselbesuchen konnten einige Gewässer überhaupt nicht beprobt werden, weil sie ausgetrocknet oder noch nicht ausgesüßt waren und keine Cladoceren beherbergten. Durch wiederholte Besuche während der Langzeituntersuchungen und Proben, die mir von Kollegen und Freunden zur Verfügung gestellt wurden, konnten trotzdem der Artenbestand der verschiedenen Inselgewässer ermittelt und Veränderungen erfasst werden. Allerdings beinhaltet die festgestellte Artenzahl auch einmalige Einzelfunde. Hier handelt es sich vermutlich um Invasionsversuche, wie zum Beispiel bei *Bosmina longispina*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Eurycercus lamellatus* und *Rhynchotalona falcata* im Hammersee sowie bei *Ceriodaphnia megops* und *Daphnia atkinsoni* in Kleingewässern.

Die unterschiedliche Anzahl der auf den größeren Inseln gefundenen Arten ist damit zu erklären, dass auf Juist, Norderney und Wangerooge die meisten verschiedenartigen Gewässer existieren und daher auch die Artenvielfalt am größten ist. Außerdem wurden diese drei Inseln am häufigsten aufgesucht. Es ist daher zu vermuten, dass die Anzahl der auf Borkum und Langeoog vorkommenden Arten höher ist.

In den verschiedenen Inselbereichen wurden die temporären Tümpel der Salzwiese und die künstlichen Wasserbehälter von den wenigsten Cladocerenarten besiedelt. Die Gewässer der baum- und gebüschfreien Salzwiese sind den oft schnell wechselnden physikalischen und chemischen Veränderungen ausgesetzt, mit denen die polyzyklischen Arten am besten zurechtkommen. In den Viehtränken und Regentonnen dürften der unregelmäßige Zufluss und die Wasserentnahme eine limitierende Rolle spielen. Andererseits gelangen wahrscheinlich bei häufigem Möwenbesuch auch immer wieder Ehippien ins Wasser. Die höchsten Artenzahlen wurden im Tertiärdünenbereich und auf Juist im Hammersee registriert. Der Grund dafür liegt in der vielfältigen Gestalt der zahlreichen Kleingewässer und in den unterschiedlichen Kleinbiotopen des breiten Röhrrichtgürtels.

Bei den öfter aufgesuchten Inseln zeichneten sich positive und negative Tendenzen ab. Auf der Insel Juist, deren Gewässer Niedringhaus und Zander (1998) als die am wenigsten wertvollen eingestuft haben, wurde ein deutlicher Rückgang der Artenzahlen festgestellt. Folgende Gründe sind dafür anzuführen:

- die Eutrophierung und zunehmende Verlandung beim Hammersee und die Verschmutzung durch Vogelkot bei Kleingewässern,
- die Absenkung des Grundwasserspiegels infolge neuer Brunnen zur Trinkwasserversorgung,
- die Änderung der Weidenutzung nach Einrichtung des Nationalparks. An einigen Gewässern der Viehweiden unterbleiben die vegetationshemmenden Tritte der Rinder und Pferde;
- neuerdings der Mangel an Weidevieh in den noch vorhandenen Weiden mit der gleichen Auswirkung auf die Kleingewässer,
- die Aufgabe der künstlichen Viehtränken und Einrichtung von Selbsttränken.
- Ein Anstieg der Artenzahlen, insbesondere auf Memmert und Spiekeroog, ist zurückzuführen auf die Bildung von Kolken durch Sturmfluten,
- die Entstehung neuer Gewässer durch Bodenabbau für Baumaßnahmen,
- die Pflegemaßnahmen anthropogen entstandener Gewässer, insbesondere Entschlammung und Vertiefung und damit auch auf die Verbesserung der Wasserqualität.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt dem Jubilar, Prof. Dr. B.W. Scharf, dem ich seit Jahrzehnten in Freundschaft verbunden bin. Er hat mir wertvolle Anregungen für meine Arbeiten gegeben und außerdem das gleichzeitige Vorkommen der Ostracoden in einigen der von Cladoceren bevölkerten Gewässer untersucht. Herrn Dr. D. Flößner danke ich für jahrzehntelange Begleitung und Beratung bei meinen Untersuchungen, insbesondere bei taxonomischen Problemen. Ferner bedanke ich mich bei den Vogelwarten und Helfern für zahlreiche Probenahmen auf verschiedenen Inseln, bei Prof. Dr. Becker, Dr. Bröring, Dr. Clemens, H. Kuhbier, Dr. Niedringhaus, Dr. Rietzau und beim Inselvogt R. Schopf auf Memmert sowie bei meinen Kolleginnen und Kollegen L. Hashagen, D. Ihnken, D. Schönwart, W. Unverfehrt und E. Wilkens.

LITERATURE

- Flößner D. 2000. Die Haplozoa und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden, 428pp.
- Flößner D., Kraus K. 1976. Zwei für Mitteleuropa neue Cladoceren-Arten (*Daphnia ambigua* Scourfield und *Daphnia parvula* Fordyce) aus Süddeutschland. *Crustaceana* 30, 301–309.
- Herbst H.V. 1982. Deutsche existenzbedrohte Branchiopoda und Copepoda (Crustacea). *Archiv für Hydrobiologie* 95, 107–114.
- Hollwedel W. 1975. Ein für Deutschland erster Nachweis von *Daphnia atkinsoni* Baird, 1859 (Crustacea, Cladocera). *Archiv für Hydrobiologie* 75, 140–145.
- Hollwedel W. 1981. The distribution of cladocera on the East Frisian Islands. In Smit C.J., Den Hollander J., Van Wingerden W., Wolff J. (eds.), *Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area* (Report 10 of the Wadden Sea Working Group), Leiden 275pp, 146–156.
- Hollwedel W. 1984. Zur Cladocerenfauna des Hammersees auf Juist und deren Bedeutung als Fischnahrung. *Drosera* '84, 41–50.
- Hollwedel W. 1995. Neubesiedlung der Insel Spiekeroog durch weitere Süßwassercladocerenarten. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 48, 199–208.

- Hollwedel W. 2002a. The cladoceran fauna of bomb-crater pools on the East Frisian island of Wangerooge (southern North Sea). *Quekett Journal of Microscopy* 39, 397–407.
- Hollwedel W. 2002b. Zur Cladocerenfauna eines Waldteiches und eines Stadtteiches. Langzeitbeobachtungen im Vareler Mühlenteich und Oldenburger Dobbenteich. *Drosera* 2002, 79–90.
- Hollwedel W. 2003. Die Wasserflöhe (Cladocera) der Nordseeinsel Juist. Untersuchungen der Jahre 1969–1999. *Schriftenreihe Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer* 6, 1–18.
- Hollwedel W., Poltz J. 1985. Die Cladocerenfauna des Dümmers 1982–1984. *Drosera* '85, 49–64.
- Hollwedel W., Scharf B.W. 1988. Süßwassercladoceren und -ostracoden (Crustacea) auf den niedersächsischen Nordseeinseln Mellum und Memmert. *Drosera* '88, 341–369.
- Hollwedel W., Scharf B.W. 2003. Zur Verbreitung der Süßwassercladoceren und -ostracoden auf drei jungen Sandinseln der südlichen Nordsee. *Natur- und Umweltschutz. Zeitschrift Mellumrat* 2, 43–51.
- Hollwedel W., Terlutter H. 2003. Zur Verbreitung der Cladoceren in den Gewässern des Naturschutzgebietes "Heiliges Meer", Kreis Steinfurt (Westfalen). *Drosera* (im Druck).
- Jacobi S., Meijering M.P.D. 1979. Vorkommen von Wasserflöhen (Cladocera) auf Spiekeroog 1960–1976. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 32, 57–67.
- Kukert H. 1984. Die Crustaceen der Brackwassertümpel im Außendeichsland zwischen Spieka-Neufeld und Arensch-Berensch/Cuxhaven und ihre Verteilung in Beziehung zum Salzgehalt (Crustacea: Cladocera, Copepoda, Amphipoda, Decapoda). *Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen* 40, 115–136.
- Leege O. 1911. Die Entomostraken der Insel Memmert mit Berücksichtigung der übrigen aus Ostfriesland bekannten Arten. *Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft zu Emden* 96, 101–105.
- Löffler H. 1964. Vogelzug und Crustaceenverbreitung. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft Leipzig, Suppl. zu Zool. Anz.* 27, 311–316.
- Louette G., De Meester L. 2004. Rapid colonization of a newly created habitat by cladocerans and the initial build-up of a *Daphnia*-dominated community. *Hydrobiologia* 513, 245–249.
- Meijering M.P.D. 1970. Süßwassercladoceren unter dem Einfluß mariner Sturmfluten. *Archiv für Hydrobiologie* 67, 1–31.
- Meijering M.P.D. 1971. Erster Nachweis von *Moina macrocopa* Straus für die ostfriesischen Inseln. *Gewässer und Abwässer* 51/52, 76–78.
- Meijering M.P.D. 1990. Auentypische Wasserflöhe (Cladocera) auf Spiekeroog. Beiträge zur Limnologie von Oberflächengewässern auf den ostfriesischen Inseln. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 43, 173–182.
- Niedringhaus R., Zander B. 1998. Die Kleingewässer der Ostfriesischen Inseln. Zustandsanalyse und ökologische Bewertung anhand der Flora/Vegetation und der Wirbellosenfauna. *Schriftenreihe des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer* 3, Wilhelmshaven 270pp.
- Orlova-Bienkowskaja M.J. 2001. Cladocera: Anomopoda: Daphniidae: genus *Simocephalus*. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental Waters of the World 17. Backhuys Publishers, Leiden, 125pp.
- Proctor V.W. 1964. Viability of Crustacean eggs recovered from ducks. *Ecology* 45, 656–658.
- Schneider O. 1900. Die Tierwelt der Nordseeinsel Borkum unter Berücksichtigung der von den übrigen ostfriesischen Inseln bekannten Arten. *Abhandlungen der Naturwissenschaftler Vereinigung Bremen* 16, 1–174.
- Štifter P. 1988. Two new species of the genus *Ilyocryptus* (Cladocera, Crustacea) confused with *I. sordidus* Liévin. *Věst. Česk. Spol. Zool.* 52, 290–301.