

Zur Verbreitung der Süßwasser-Cladoceren und -Ostracoden auf drei jungen Sandinseln der südlichen Nordsee

Von Werner Hollwedel und Burkhard W. Scharf

1. Einleitung

Memmert, Mellum und Minsener Oog gehören zu den jungen Inseln der südlichen Nordsee, die Anfang des 20. Jahrhunderts aus Sandbänken entstanden sind (Abb. 1). Nachdem die Sandbänke nicht mehr bei jeder Flut überrollt wurden und sich Pionierpflanzen angesiedelt hatten, kam es zur Dünenbildung. Zurzeit ist ein solcher Vorgang auf der Kachelotplate zwischen Borkum und Juist zu beobachten. Auf Memmert und Mellum wurde diese Entwicklung durch Anpflanzungen unterstützt. Ausführliche Beschreibungen dieser Vorgänge finden sich in den Mellum-Büchern von HARTUNG (1950) und GERDES et al. (1987) sowie bei SCHOPF (1979) und HAESELER (1988). Die Insel Minsener Oog (früher Oldeog) entstand vor dem ersten Weltkrieg durch den Bau von Leitdämmen in der Außenjade, die das Fahrwasser nach Wilhelmshaven vor Versandung und Verschlickung schützen und für größere Schiffe offen halten sollten. Bei der Jadevertiefung 1975 bis 1978 wurden größere Sandmengen auf die Insel gespült, was in kurzer Zeit zu einer Erhöhung und Vergrößerung der Insel führte. Hier wurden großflächige Anpflanzungen durchgeführt (KUHBIER 1987), die den Sand festhalten und Verdriftung durch Wind verhindern sollten. Die Insel Memmert ist ganzjährig von einem Inselvogt bewohnt, die beiden anderen Inseln werden vom Frühjahr bis Herbst von Naturschutzwarten des Mellumrates betreut.

Cladoceren (Wasserflöhe) und Ostracoden (Muschelkrebse) sind durch Kiemen atmende Kleinkrebse, die Inselgewässer nur durch passive Verbreitung von Dauereiern (Abb. 2), aber auch von Tieren besiedeln können. Neben Kleinsäugetern und Insekten sind hauptsächlich Vögel Transporteure dieser Dauereier, die an den Beinen und am Gefieder haften bleiben und beim Besuch der Inselgewässer ins Wasser gelangen. Die Dauereier widerstehen Trockenheit, Hitze und Kälte; sie sind sogar in der Lage, bei der Nahrungsaufnahme der Vögel den Verdau-



Abb. 1: Lage der Inseln Memmert, Mellum und Minsener Oog, südliche Nordsee.

ungstrakt unbeschadet zu passieren, später ausgeschieden zu werden und so in neue Gewässer zu gelangen. Auch von Menschen können möglicherweise Dauereier unbemerkt transportiert werden, wenn in den Rillen der Gummistiefel sich zufällig Schlamm mit Dauereiern von einem anderen Gewässer festgesetzt hat. Aus den Dauereiern entwickeln sich Weibchen, die sich parthenogenetisch, d.h. eingeschlechtlich ohne Befruchtung durch Männchen, vermehren

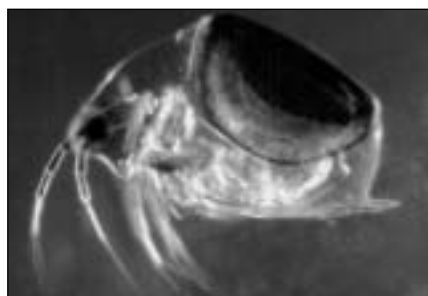


Abb. 2: *Scapholeberis rammneri*, Ehiphialweibchen mit Dauerei.

und das neue Gewässer besiedeln. Dieses gilt ebenfalls für die sich parthenogenetisch fortpflanzenden Ostracodenarten. Bei den Ostracodenarten, die Männchen ausbilden, sind Individuen beider Geschlechter erforderlich, um ein Gewässer zu besiedeln.

Über Funde von Kleinkrebsen auf Mem-

mert berichtete LEEGE bereits 1911; aber der damalige Hausteich existiert nicht mehr, weil die Insel sich nach Osten verlagert hat. Das Vorkommen von Cladoceren und Ostracoden im Teich beim neuen Haus und in anderen Gewässern sowie im Hausteich auf Mellum wurde von HOLLWEDEL und SCHARF (1988) untersucht. Ziel der jetzigen Untersuchungen war es, die weitere Entwicklung der Besiedlung und die Sukzessionen in den neu entstandenen Gewässern auf Memmert und Minsener Oog zu beobachten.

2. Die untersuchten Gewässer

2.1 Die Teiche

Der Hausteich und die neuen Teiche auf Memmert

Haus und Teich auf Memmert sind von Deichanlagen umgeben, die das Eindringen von Salzwasser auch bei höheren Fluten verhindern. Der Hausteich entstand beim Bau des neuen Hauses 1971 (Abb. 3). Sehr bald bildete sich ein Schilfring, Unterwasservegetation fehlt. Durch Vogelkot eutrophierte der Teich schnell; die Sichttiefe betrug, zumindest im Sommer, nur wenige Zentimeter. Die in mehreren Jahren gemessenen pH-Werte schwankten zwischen 6,3 und 10,0,

die Leitfähigkeit zwischen 2750 und >10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Im Jahre 1997 musste der Deich erhöht werden, und durch Bodenentnahmen an fünf Stellen entstanden vier neue Teiche (Abb. 4). Sie liegen außendeichs und sind bei höheren Fluten dem Salzwassereinfluß ausgesetzt. Die Leitfähigkeit betrug im August 1999 zwischen 4400 und 9500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die pH-Werte lagen bei 9,0. In kurzer Zeit waren die Ufer von Binsen und Schilf eingesaumt. Unterwasservegetation bildete



Abb. 3: Memmert, Hausteich, 1999.



Abb. 4: Memmert, neuer Teich außendeichs östlich des Hauses, 1999.

sich nicht. Die zahlreichen Vögel sorgten auch hier für eine baldige Eutrophierung. Im großen Teich östlich des Hauses wurden 1999 Stichlinge beobachtet wie zuvor in dem im Jahr 1976 entstandenen Kolk. Wahrscheinlich werden bei Sturmfluten Stichlinge in die Gewässer gespült und dezimieren als Fressfeinde u. a. die Cladoceren- und Ostracodenpopulationen.

Der Teich auf Mellum

Der Teich bei der Naturschutzstation auf Mellum ist ebenfalls durch Deichanlagen vor Salzwasserüberflutungen geschützt (Abb. 5). Er wird durch Niederschlagswasser gespeist, und wegen der Flachheit des Gewässers kommt es zu starken Temperatur- und Wasserstandsschwankungen. Abgestorbene Pflanzenteile und eingewehtes Laub bilden organischen Schlamm. Das führt zu weiterer Verflachung des Gewässers und infolge der Zersetzungsprozesse zu Sauerstoff-



Abb. 5: Mellum, Teich bei der Station, 1984.

armut. Pflegemaßnahmen waren erforderlich, um das Gewässer, auch im Interesse der Vogelwelt, zu erhalten. Neben gelegentlichen kleineren Maßnahmen durch die Naturschutzwarte wurde nach 1983 der Teich im August 2002 wieder entschlammt und vertieft (GARDEN & CLEMENS 2002). Obwohl der Teich nicht von Salzwasserfluten überrollt werden kann, gab es Schwankungen des Salzgehaltes. Der Salzeintrag kann auf äolischem Wege bei Sturm, vielleicht aber auch über das Grundwasser erfolgen. Im September 1996 betrug die Leitfähigkeit 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (im April 1986: 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$), der pH-Wert 8,0 (1986: 6,2).

Der Teich auf Minsener Oog

Gegen Ende der Sandaufspülungen 1978 wurde ein flacher Teich ausgebagert (Abb. 6), in dem sich allmählich pflanzliche und tierische Organismen ansiedelten. Insbesondere das Hornblatt (*Ceratophyllum submersum*), das in der jeveländischen Marsch viele, auch brackige Gewässer besiedelt, bildete



Abb. 6: Minsener Oog, Teich, 1981.



Abb. 7: Minsener Oog, Verbuschung 1999 (Foto Clemens)

bald dichte Unterwassermatten. Durch die Anwesenheit zahlreicher Vögel gelangen große Mengen Kot ins Gewässer, das als guanotroph (LEENTVAAR 1981) bezeichnet werden kann. Wegen der zunehmenden Flachheit des Gewässers wurde mehrmals der Schlamm abgeschoben und der Teich vertieft (KUHBIER mündl. Mitt.). Begünstigt durch die Bepflanzung der künstlichen Dünen bildete sich eine Ufervegetation aus, und es begann eine baldige Verbuschung (Abb. 7),



Abb. 8: Memmert, der 1976 entstandene Kolk am Weg, 1990.



Abb. 9: Memmert, Kolke am Weststrand, 1984.

eine Entwicklung, die auch auf anderen Nordseeinseln zu beobachten ist (MEIJERING 1990, HOLLWEDEL 2002). Im Sommer 1981 betrug der pH-Wert 7,0 und die Leitfähigkeit des Wassers 5800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Spätere Messungen konnten leider nicht durchgeführt werden.

2.2. Die Auskolkungen auf Memmert

Sturmfluten führten im Winter 1976 zu einer ersten Auskolkung am Weg vom Strand zum Haus (Abb. 8). Dieser Kolk existiert immer noch; er ist aber durch Überflutungen und Sedimentation stark verflacht. Nur die dünne, helle oberste Bodenschicht führt Sauerstoff, darunter liegt schwarzer O_2 -freier Schlick. Des Öfteren trocknet das Gewässer vollständig aus. Makrophyten fehlen.

Ende der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts zerstörten Sturmfluten die Dünen am Weststrand der Insel und bildeten weitere flache Kolke (Abb. 9), die wie

der zuerst entstandene durch Niederschläge, zumindest periodisch, aussüßten und für Süßwassercladoceren und –ostracoden bewohnbar wurden (HOLLWEDEL & SCHARF 1988). Die Populationen mussten aber sowohl mit Salzwasserüberschwemmungen als auch mit Austrocknung der flachen Gewässer fertig werden. Die pH-Werte lagen in den Kolken zwischen 7,0 und 10,0. Die niedrigste Leitfähigkeit wurde 1988 gemessen (1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$), die höchste bis 1999 (>10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei starker Verdunstung der Salzgehalt und damit die Leitfähigkeit deutlich ansteigen, wie das auch in Gewässern auf Juist beobachtet wurde (HOLLWEDEL 2003).

3. Material und Methode

Von 1969 bis 2002 wurde das Material in den Gewässern der Insel Memmert von einem der Autoren (W.H.) und dem Inselvogt R. SCHOPF gesammelt. Auf Mellum entnahmen außer W.H. verschiedene Naturschutzwarte Proben aus dem Teich beim Stationshaus. Der Tümpel auf Minsener Oog wurde von W.H., H. KUHBIER und mehreren Naturschutzwarten beprobt. Dies geschah auf Mellum und Minsener Oog vom Frühjahr bis Herbst möglichst in etwa monatlichen Abständen, auf Memmert einmal im Sommer und gelegentlich im Herbst und Frühjahr. Die Konservierung erfolgte in 4%iger Formaldehydlösung oder Spiritus. Sobald es möglich war, wurde das Material unter dem Mikroskop untersucht. Die Cladocerenarten wurden isoliert und in Formol und einem Tropfen Glycerin konserviert; die Ostracoden wurden in Alkohol aufbewahrt. Die Bearbeitung der Cladoceren übernahm W.H., die Bestimmung der Ostracoden führte B.Sch. aus. Die Leitfähigkeit und die pH-Werte wurden nur gemessen, wenn W.H. vor Ort war.



Abb. 10: *Bosmina longirostris*, „Rüsselkrebschen“, Weibchen.

Tabelle 1: Abundanz der Cladocerenarten in den Gewässern der Inseln Memmert, Mellum und Minsener Oog.). E = Ehippialweibchen, M = Männchen, S = Subitanweibchen. 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). Fettdruck: existenzgefährdete Arten. Änderung der Nomenklatur seit 1988: *Leydigia leydigi* = *L. quadrangularis*; *Simocephalus congener* = *S. exspinosus* v. *congener*.

	Memmert	Mellum	Minsener Oog
<i>Chydorus sphaericus</i> O.F.MÜLLER, 1785	EM V	S V	S V
<i>Daphnia magna</i> STRAUS, 1820	SEM V	SEM V	SEM V
<i>Daphnia pulex</i> LEYDIG, 1860	SSEM V	SEM V	SEM V
<i>Simocephalus congener</i> (KOCH, 1841)	SEM IV	SEM IV	SEM V
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.MÜLLER, 1776)	SEM III	SEM IV	SEM V
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.MÜLLER, 1785)	W II	S I	
<i>Daphnia curvirostris</i> EYLMANN, 1887	SEM V	SEM V	
<i>Alona affinis</i> (LEYDIG, 1860)	S II		
<i>Alona rectangula</i> SARS, 1861	S I		
<i>Leydigia leydigi</i> (LEYDIG, 1860)	S II		
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> NORMAN & BRADY, 1867	S III		
<i>Moina brachiata</i> (JURINE, 1820)	SEM V		
<i>Moina macrocopa</i> (STRAUS, 1820)	SEM V		
<i>Monospilus dispar</i> SARS 1862	S II		
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (SARS, 1862)	S III		
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E.MÜLLER, 1867		SEM III	SEM V
<i>Scapholeberis rammeri</i> LEYDIG, 1860		SEM V	SEM V
<i>Acroperus harpae</i> (BAIRD, 1823)		W I	
<i>Ceriodaphnia dubia</i> RICHARD, 1894		S E IV	
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (JURINE, 1820)		SEM III	
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> SARS, 1862			E I
<i>Pleuroxus aduncus</i> (JURINE, 1820))			S V
Anzahl der Arten	15	12	9

Zur Bestimmung der Arten benutzten wir die Werke von FLÖSSNER (2000), LIEDER (1996) und ORLOVA-BIENKOWSKAJA (2001).

4. Ergebnisse

4.1. Cladoceren

Im Laufe der Langzeituntersuchung wurden von insgesamt 22 gefundenen Cladocerenarten auf Memmert 15, auf Mellum 12 und auf Minsener Oog 9 Arten festgestellt (Tab. 1). Im Vergleich zur er-

sten Untersuchung (HOLLWEDEL & SCHARF 1988) sind 6 Arten neu aufgetreten. 5 Arten bevölkerten Gewässer auf allen drei Inseln. Sie traten in hoher Abundanz auf, allerdings nicht in allen Jahren. *Chydorus sphaericus* und die beiden *Daphnia*-Arten sind Ubiquisten, die den extremen Lebensbedingungen in den kleinen Inselgewässern angepasst sind. Auch die *Simocephalus*-Arten sind in Dünengewässern der meisten Nordseeinseln anzutreffen (HOLLWEDEL 1981).

Sowohl auf Memmert als auch auf Mellum wurden *Bosmina longirostris* und



Abb. 11: *Macrothrix hirsuticornis*, Weibchen mit Subitaneiern, die ohne Befruchtung durch Männchen gebildet werden.



Abb. 12: *Pleuroxus aduncus*, Weibchen.

Daphnia curvirostris gefangen. Das „Rüsselkrebsschen“ *Bosmina longirostris* (Abb. 10) wurde im alten Hausteich auf Memmert zu Anfang der Untersuchungszeit, auf Mellum nur einmal (1999) gefunden. *Daphnia curvirostris* war auf Mellum eine stete Bewohnerin, auf Memmert trat sie erstmals 1988, nach Einrichtung der neuen Teiche in mehreren Jahren auf. Den Inseln Mellum und Minsener Oog sind zwei Arten gemeinsam, die auf Memmert fehlen: *Ceriodaphnia laticaudata* und die existenzbedrohte *Scapholeberis rammneri* (Abb. 2).

Ausschließlich auf Memmert existierten 8 Arten, darunter die zu den gefährdeten Arten zählende *Macrothrix hirsuticornis* (Abb. 11); nur auf Mellum kamen 3, auf Minsener Oog 2 Arten vor (Tab. 1). *Macrothrix hirsuticornis*, *Moina brachiata* und *M. macrocopa* sind charakteristische Bewohner der Salzwiesengewässer, die periodisch von Salzwasser beeinflusst werden; sie fehlten auf Mellum und Minsener Oog. Die Bodenbewohner *Leydigia leydigi* und *Monopilus dispar* wurden ausschließlich im Hausteich auf Memmert gefunden, ebenso *Alona affinis*, *A. rectangula* und *Oxyurella tenuicaudis*. Letztere bevorzugt kleine, eutrophe, auch oligohaline Gewässer. Auf der Nachbarinsel Juist trat sie regelmäßig in den Trinkwasserbehältern am Rande der Salzwiesen auf (HOLLWEDEL 2003). Bei *Acroperus harpae* und *Ceriodaphnia pulchella* handelt es sich um einmalige Einzelfunde, die nur auf Mellum bzw. Minsener Oog gefundenen wurden. Die beiden anderen *Ceriodaphnia*-Arten besiedeln des öfteren gemeinsam Kleingewässer in den Dünen der größeren Nordseeinseln. *Pleuroxus aduncus* (Abb. 12) ist eine auf den Inseln verbreitete Art, die sich auch in leicht salzhaltige Kleingewässer vorwagt.

Die höchste Frequenz im jeweiligen Untersuchungszeitraum erzielten drei Arten auf allen Inseln (Abb. 13-15): *Daphnia magna*, *Chydorus sphaericus* und *D. pulex*. Ihnen folgen mit über 50% auf Memmert *Simocephalus congener*, auf Mellum *S. vetulus* und *Daphnia curvirostris* und auf Minsener Oog *S. congener* und *Pleuroxus aduncus*.

Die Artenzahl auf Memmert schwankte während der 34jährigen Untersuchungszeit sehr stark (Abb. 16). Sie betrug in den meisten Jahren des ersten Jahrzehnts 5 bis 8, in der ersten Hälfte des

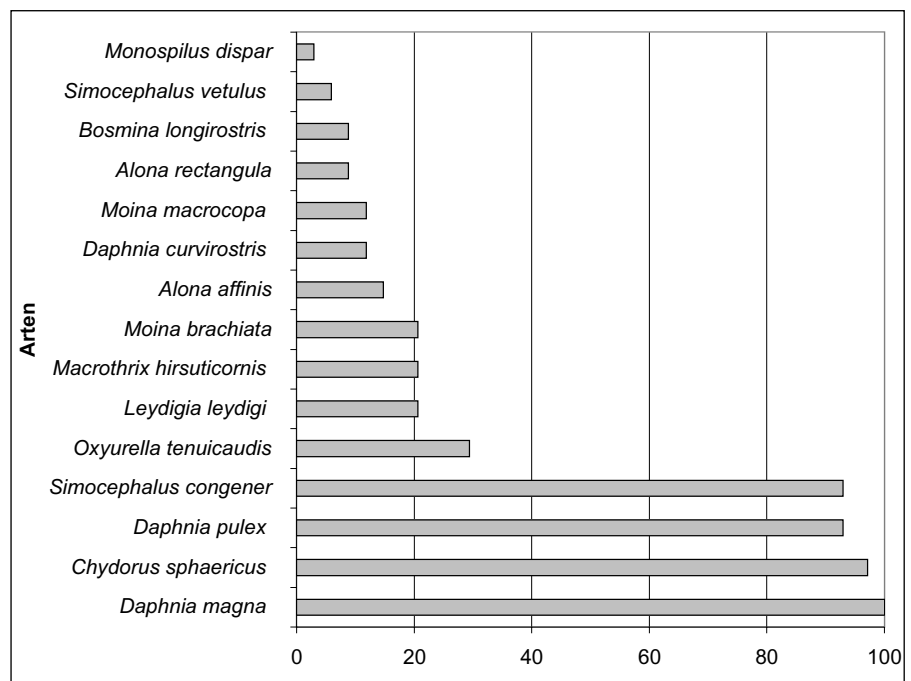


Abb. 13: Frequenz in % des jährlichen Vorkommens der Cladocerenarten im Zeitraum von 1969-2002 auf Memmert. 100 % bedeutet, dass diese Art jedes Jahr auftrat.

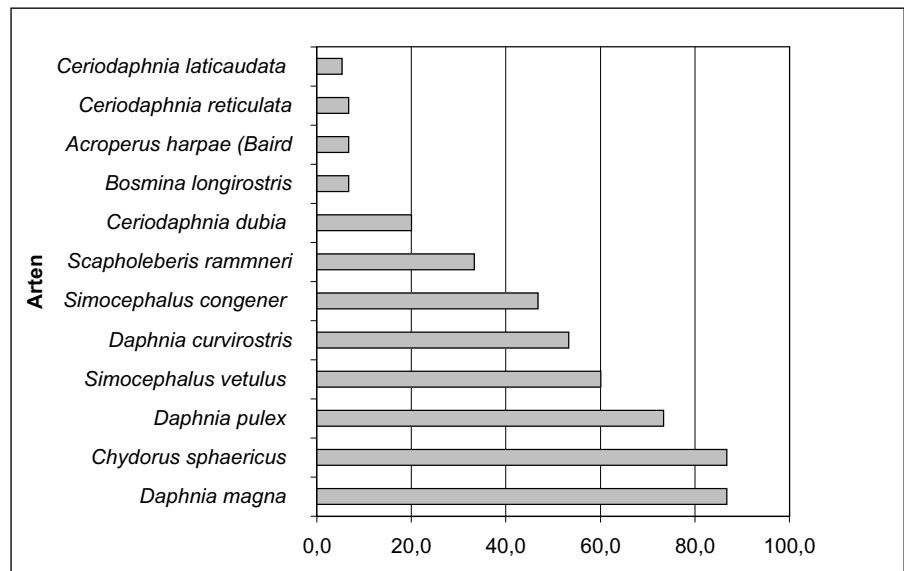


Abb. 14: Frequenz in % des jährlichen Vorkommens der Cladocerenarten im Zeitraum von 1970-2002 auf Mellum. 100 % bedeutet, dass diese Art jedes Jahr auftrat.

zweiten Jahrzehnts 2 bis 5, und danach gab es einen Anstieg bis auf 6 Arten; in der Mitte des dritten Jahrzehnts wechselte die Artenzahl zwischen 6 und 1 (1997). Gegen Ende der Untersuchungszeit erfolgte wieder ein Anstieg bis auf 7 Arten. Im Vergleich mit den Ergebnissen von 1988 ist festzustellen, dass 2 Arten (*Alona rectangula* und *Bosmina longirostris*) auf Memmert nicht mehr vorkamen und dass 4 Arten neu eingewandert sind: *Daphnia curvirostris*, *Moina macrocopa*, *Monospilus dispar* und *Simocephalus vetulus*.

Auf Mellum gab es in den 15 Jahren

Schwankungen der Artenzahl zwischen 3 und 8 (Abb. 17). Bis 1994 stieg die Zahl der gefundenen Arten bis auf 7, fiel dann in den folgenden Jahren bis auf 4 (1998) und erhöhte sich 1999 sprunghaft auf 8. Aber in den letzten Jahren der Untersuchungszeit wurden immer nur 5 Arten gefunden. Im Vergleich zur ersten Bearbeitung fehlten seit 1988 *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia dubia*, *C. reticulata* und *Scapholeberis rammneri* in den Proben. Im Jahr 1999 wanderte *Bosmina longirostris* ein, wurde danach aber nicht wieder im Teich bei der Station entdeckt.

Die Sukzession der Cladocerenarten im

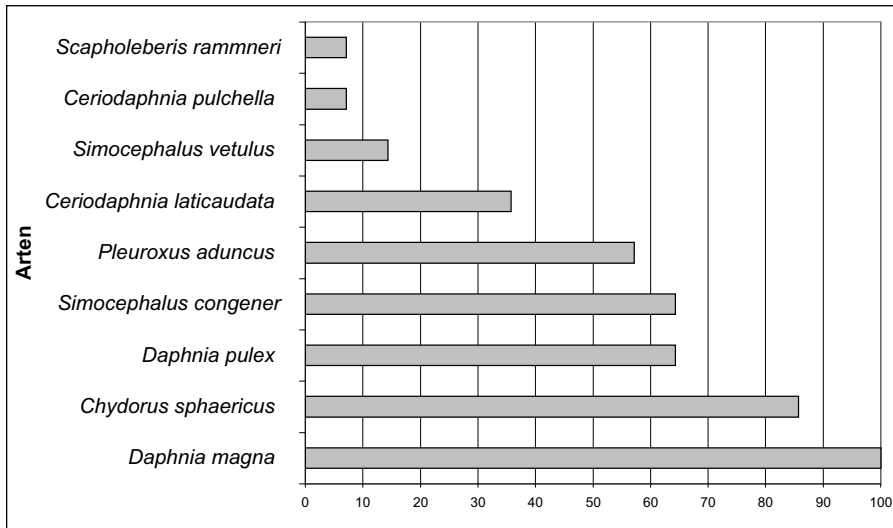


Abb. 15: Frequenz in % des jährlichen Vorkommens der Cladocerenarten im Zeitraum von 1981-2002 auf Minsener Oog. 100 % bedeutet, dass diese Art jedes Jahr auftrat.

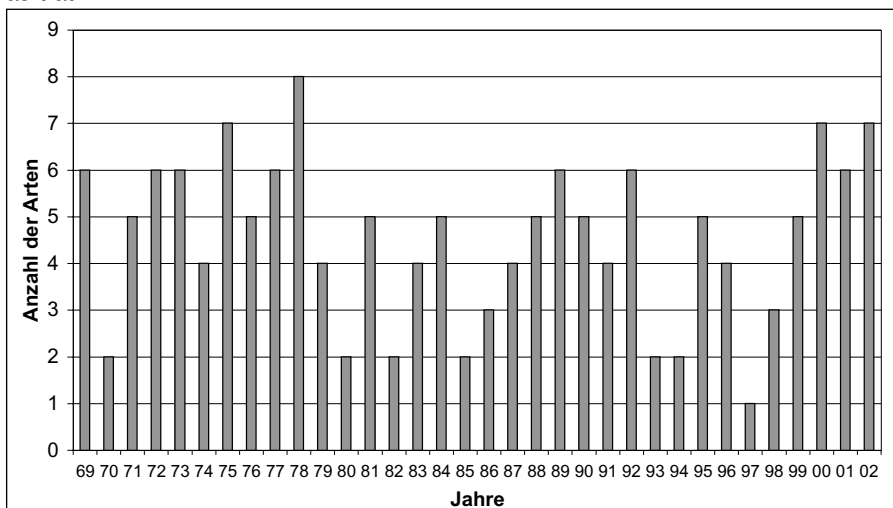


Abb. 16: Anzahl der gefundenen Cladocerenarten auf Memmert von 1969-2002

Teich auf Minsener Oog verlief nicht kontinuierlich (Abb. 18). Zu Beginn der Untersuchungen im Oktober 1981 wurden keine Cladoceren gefangen. Auch Zuchtversuche aus Schlammproben blieben erfolglos; es gab vermutlich keine Dauereier. Die Erstbesiedlerin und einzige Art 1985 und 1987 war *Daphnia magna*. 1988 erfolgte ein regelrechter Invasionschub. Neben *Daphnia magna* entwickelten sich starke Populationen von *D. pulex*, *Simocephalus congener*, *S. vetulus* und *Chydorus sphaericus*. *Pleuroxus aduncus* eroberte sich zum ersten Mal einen Platz in der Artengemeinschaft, vereinzelte Exemplare von *Ceriodaphnia pulchella* wurden nur in diesem Jahr gefunden. In den folgenden Jahren bis 1993 reduzierte sich die Artenzahl auf 2. 1994 erfolgte wieder ein Anstieg und das erste Auftreten von *Ceriodaphnia laticaudata*, die in Pflanzenbeständen, auch im brackischen Wasser anzu-

treffen ist (FLÖSSNER 2000, HOLLWEDEL 2003). Nur einmal (1999) kam es zu einem massenhaften Auftreten von *Scapholeberis rammneri*. Die Artenzahl pendelte sich danach zwischen 4 und 7 ein.

4.2. Ostracoden

Die Entwicklung der Ostracoden auf den Inseln Texel, Borkum, Memmert, Juist, Langeroog, Spiekeroog, Wangeroog und Mellum, in den Jahren von 1970 bis 1987, ist bei HOLLWEDEL & SCHARF (1988) beschrieben. Die meisten der 27 gefundenen Ostracoden sind dort abgebildet, weshalb hier auf eine erneute Darstellung mittels REM-Bilder verzichtet wird. Abb. 19 zeigt das Bild eines häufigen Ostracoden. Die Namen der Arten haben sich seit 1988 zum Teil geändert. Die in der vorliegenden Veröffentlichung verwendeten Namen entsprechen denen in MEISCH (2000). *Heterocypris sali-*

na ist in der Arbeit von 1988 noch unter *Cyprinotus salinus* aufgeführt. Nach MEISCH (2000) gehört *Sarscypridopsis sp.* in HOLLWEDEL & SCHARF (1988) zu *S. aculeata*.

Von den zwischen 1988 und 2002 auf den Inseln Memmert, Mellum und Minsener Oog gefundenen 20 Arten waren 18 lebend gefangen worden (Tab. 2). Nur von 2 Arten liegen ausschließlich leere Klappen, bzw. Tiere mit stark mazeriertem Weichkörper vor. Das sind *Pontocythere elongata* und *Leptocythere sp.* Beide Arten stammen aus dem marinen bzw. brackischen Bereich und sind wahrscheinlich mit Sturmfluten in die Binnengewässer eingetragen worden. Da es sich um Einzelfunde handelt, ist zu schließen, dass die Arten nicht in der Lage waren, eine Population aufzubauen.

Potamocypris unicaudata war quantitativ innerhalb einer Probe oft am häufigsten vertreten, allerdings konnte sie bisher nicht auf Mellum nachgewiesen werden. *Herpetocypris chevreuxi* war fast immer im Hausteich vom Memmert anzutreffen, aber stets nur in geringer Anzahl. Dasselbe gilt für *Sarscypridopsis aculeata*, die in den Kolken auf Memmert vorkommt. Wenn *Heterocypris incongruens* auftrat, erschien sie meist in großer Individuenzahl.

Im Hausteich auf Memmert wurden 1970-1987 *Candona candida*, *Cypria ophthalmica*, *Eucypris virens*, *Herpetocypris chevreuxi*, *Heterocypris salina*, *Plesiocypris newtoni*, *Sarscypridopsis aculeata*, *Potamocypris arcuata*, *P. unicaudata* und *Limnocythere inopinata* gefunden. Seit 1998 wurden die folgenden Arten nachgewiesen: *Eucypris virens*, *Herpetocypris chevreuxi*, *Heterocypris salina*, *Sarscypridopsis aculeata* und *Limnocythere inopinata*. In den von Zeit zu Zeit vom Salzwasser überfluteten Kolken hingegen wurden die folgenden Arten entdeckt: *Cypria ophthalmica*, *Heterocypris incongruens*, *H. salina*, *Sarscypridopsis aculeata* und in einigen Jahren auch *Potamocypris unicaudata*. Während im Hausteich vor allem *Candona candida*, *Herpetocypris chevreuxi* und *Potamocypris unicaudata* dominierten, waren es in den Kolken: *Eucypris virens*, *Heterocypris incongruens*, *H. salina* und *Sarscypridopsis aculeata*.

Über den Zeitraum von 1988 bis 2002 wurden auf Memmert 11 Arten, auf Mel-

Tabelle 2: Vorkommen von Ostracoden auf den Nordseeinseln Memmert, Mellum und Minsener Oog in den Jahren von 1970 bis 2002. • = lebend, o = nur leere Klappen gefunden.

		1970- 1987	1988	1989	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
<i>Candona candida</i>	Memmert	•	•												
	Mellum	•													•
	Min. Oog						•							o	
<i>Pseudocandona albicans</i>	Memmert														
	Mellum	•											•	•	o
<i>Cypria ophtalmica</i>	Memmert		•												
	Mellum	•						•					•	•	•
	Min. Oog							•		•	•	•		•	
<i>Cyclocypris ovum</i>	Mellum	•													
<i>Notodromas monacha</i>	Memmert	•													
	Mellum	•													
	Min. Oog											•			
<i>Cypris pubera</i>	Memmert	•													
	Min. Oog			•	•	•			•	•	•	•			
<i>Eucypris virens</i>	Memmert	o													
	Mellum	•						•					•	•	
<i>Herpetocypris chevreuxi</i>	Memmert	•	•												
	Mellum	o													
<i>Heterocypris incongruens</i>	Memmert	•													
	Mellum	•												•	•
	Min. Oog				•	•	•	•	•	•	•				
<i>H. salina</i>	Memmert	•	•												
	Mellum	o						•							•
	Min. Oog		•			•			•						
<i>Cypridopsis hartwigi</i>	Memmert	•													
	Min. Oog													•	
<i>Plesocypridopsis newtoni</i>	Memmert	•	•												
	Min. Oog									•				•	
<i>Sarscypridopsis aculeata</i>	Memmert	•	•												
<i>Potamocypris arcuata</i>	Memmert	•	•												
<i>P. unicaudata</i>	Memmert	•	•												
	Min. Oog		•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	
<i>Limnocythere inopinata</i>	Memmert	•													
<i>Cyprideis torosa</i>	Memmert	•													
	Mellum	o													
<i>Loxoconcha baltica</i>	Memmert	•													
<i>Pontocythere elongata</i>	Min. Oog				o										
<i>Leptocythere</i> sp.	Min. Oog		o												

lum 5 und auf Minsener Oog 11 gefunden. Die Artenzahl schwankt zwischen den einzelnen Jahren zwischen 10 in 1988, 1991 sowie 2001 und 5 in 1989, 1996 und 2000. In den meisten Jahren wurden zwischen 7 und 8 Arten entdeckt.

5. Diskussion

Aufgrund der Anzahl und Vielfalt der Gewässer auf den drei Inseln war zu erwarten, dass Memmert die höchste und Minsener Oog die niedrigste Artenzahl aufweisen, während Mellum eine Mittelstellung einnehmen würde. Auf Memmert besteht die größte Anzahl verschiedenartiger Gewässer: ein durch Deiche geschützter, von einem Schilfring umgebener und wenig beschatteter Teich, vier außendeichs gelegene neue Teiche und fünf Kolke. Letztere sind durch Salzwasserfluten entstanden und werden immer wieder überflutet. Sie werden, zumindest temporär, von Arten bewohnt, die in den Teichen fehlen. Auf Mellum gibt es nur einen alten Teich, der durch Pflegemaßnahmen vor der Verlandung bewahrt wurde. Im Gegensatz dazu ist der Teich auf Minsener Oog wesentlich jünger, und die Verbuschung hat erst vor kurzem eingesetzt. Möglicherweise fehlen daher noch einige Arten, z.B. *Daphnia curvirostris*, *Ceriodaphnia dubia* und *C. reticulata*. Neben dem Alter eines Gewässers und damit der Entwicklung von ökologischen Nischen, spielt sicherlich auch die Konkurrenzsituation eine Rolle; wer zufällig zuerst kommt, mahlt zuerst.

Bei der großen Anzahl von Vögeln ist der Transport von Dauereiern der Süßwassercladoceren und -ostracoden aus benachbarten Gewässern auf anderen Inseln und dem Festland von großer Bedeutung. In relativ kurzer Zeit werden neu entstandene Gewässer wie auf Memmert und Minsener Oog besiedelt. Besonders erfolgreich sind polyzyklische *Daphnia*- und *Simocephalus*-Arten sowie *Chydorus sphaericus*, da sie insbesondere in periodischen Gewässern am häufigsten Dauereier produzieren. Sie sind daher auch in der Lage, sich in temporären Gewässern zu behaupten. Mit Ausnahme von *Simocephalus vetulus* sind sie außerdem in der Lage, höhere Salzgehalte zu ertragen. Die beiden existenzbedrohten Arten, *Macrothrix hirsuticornis* und *Scapholeberis rammeri*, haben eine Chance, neue Populationen durch passiven Transport von Dauerei-

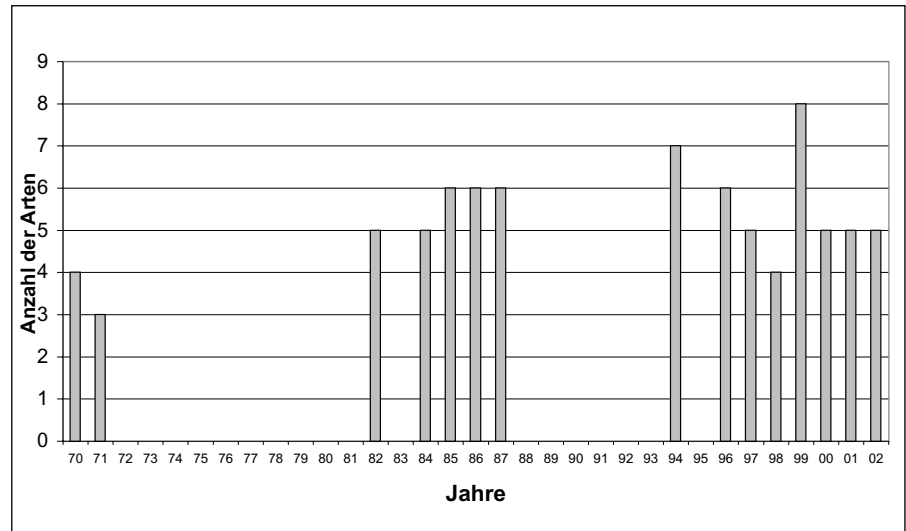


Abb. 17: Anzahl der gefundenen Cladocerenarten auf Mellum von 1970-2002. In den Jahren ohne Balken wurden keine Proben genommen.

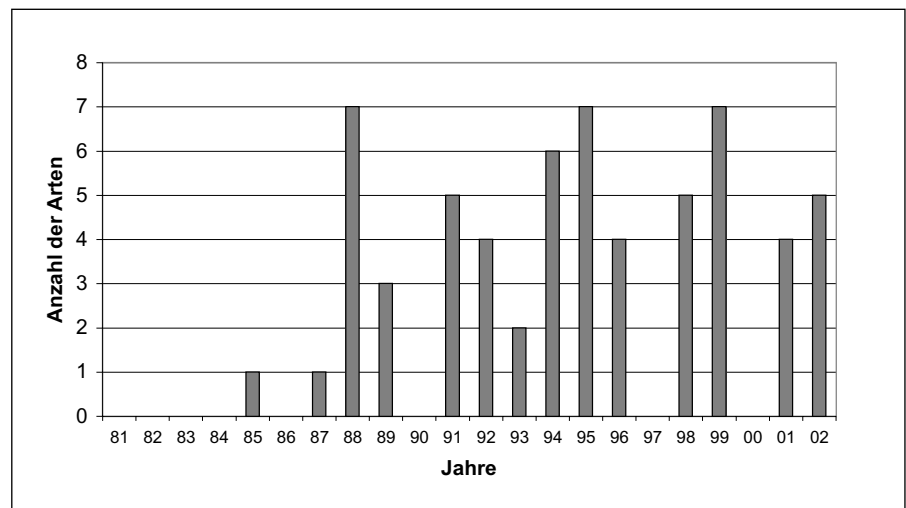


Abb. 18: Anzahl der gefundenen Cladocerenarten auf Minsener Oog von 1981-2002. In den Jahren ohne Balken wurden keine Proben genommen.

ern aus Gewässern benachbarter Inseln aufzubauen, solange diese dort existieren.

Auffällig sind nicht nur die Schwankungen der Artenzahlen auf allen drei Inseln, sondern auch die Anzahl der pro Jahr maximal gefangenen Arten, auf Memmert und Mellum je 8 und auf Minsener Oog 7.

Nur wenige Ostracoden-Arten dominieren auf den Gewässern der Sandinseln. Dazu zählen: *Cyprina optalmica*, *Cypris pubera*, *Eucypris virens*, *Herpetocypris chevreauxi*, *Heterocypris incongruens*, *H. salina*, *Sarsocypridopsis aculeata* und vor allem *Potamocypris unicaudata*. Allerdings zeigt Tab. 2 auch, dass selbst diese Arten nicht auf allen Inseln vorkommen und wie oben dargelegt auf Memmert unterschiedliche Präferenzen zwischen dem Hausteich und den Kolken haben.

Es ist auffällig, dass nur *Candona candida*, *Cyprina optalmica*, *Notodromas monacha*, *Eucypris virens*, *Heterocypris incongruens* und *H. salina* alle drei Inseln – und oft auch nur kurzfristig – besiedelt haben (Tab. 2). Die übrigen Arten fehlten zumindest auf einer der Inseln. Vergleicht man den Zeitraum von 1970 bis 1987 mit dem von 1988 bis 2002, so ergibt sich kein auffälliger Unterschied in der Besiedlung. Die häufigen Arten waren, wie bei den Cladoceren, in beiden Zeiträumen vorhanden; bei den seltenen Arten sind erwartungsgemäß große Schwankungen festzustellen.

Offenbar bieten die kleinen Inselgewässer wegen ihrer Dynamik nur für eine begrenzte Artengruppe geeignete Lebensräume. Beim Vergleich mit einem alten See fällt die Artenarmut noch stärker auf. Die Gewässer auf den Inseln sind extreme Gewässer, von den Eigenschaften

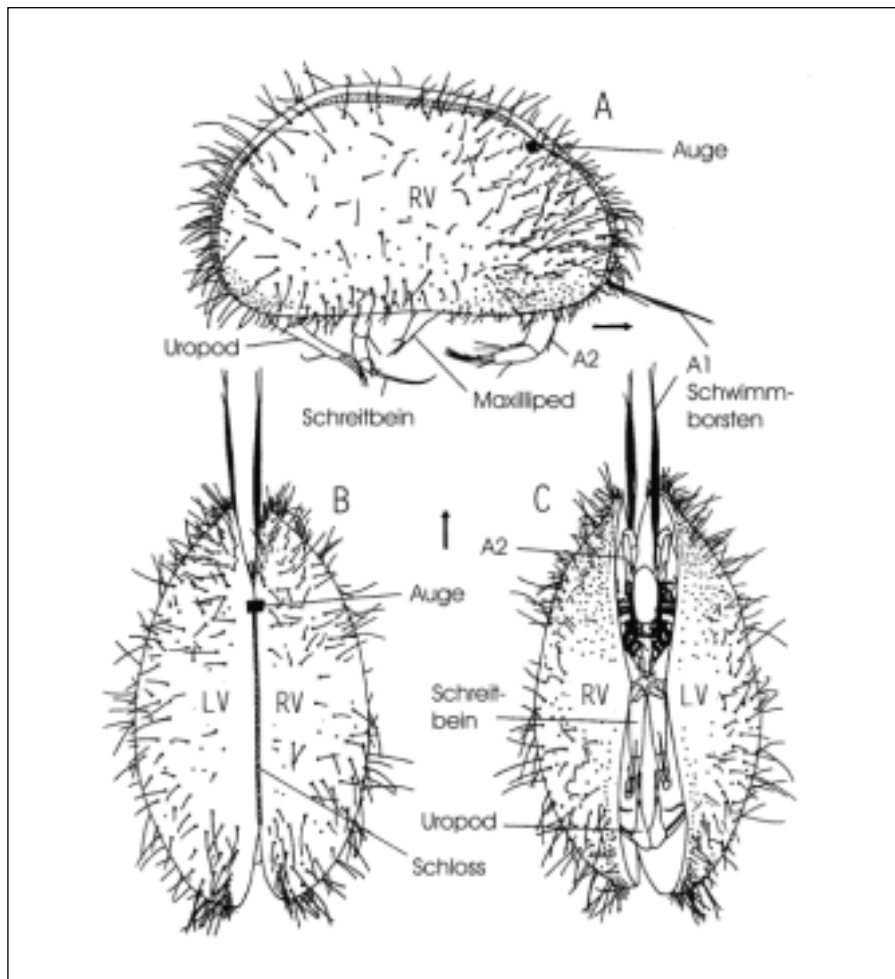


Abb. 19: *Pseudocandona compressa*, Weibchen, in Seiten-, Rücken und Bauchansicht. Die Schalen von *Pseudocandona* tragen viele steife Borsten. (aus MEISCH 2000).

und von der Besiedlung her.

Folgende Faktoren dürften sich entscheidend auf die Verbreitung der Cladoceren und Ostracoden ausgewirkt haben:

- Die Insellage und das junge Alter der Gewässer. Es gibt keine Zuflüsse, die die Tiere aus anderen Gewässern einspülen würden. Nur durch den Transport von Tieren oder deren Dauereiern mittels Vögel, Insekten, Wind und gelegentlich den Menschen sind die Gewässer überhaupt besiedelbar.
- Der Salzgehalt. Er dürfte entscheidend für den Unterschied zwischen der Besiedlung der Kolke und dem alten Hautsteich auf Memmert sein. Es ist damit zu rechnen, dass bei starken Stürmen nicht nur die Kolke direkten Kontakt mit dem Meerwasser bekommen, sondern dass auch auf dem äolischen Wege alle anderen Gewässer mit salzhaltigem Wasser befrachtet werden. Hier spielt

allerdings der Verdünnungsfaktor durch das vorhandene, nicht salzhaltige Wasser eine wichtige Rolle.

- Der submerse Pflanzenbestand, der den Cladoceren und Ostracoden Nahrung und Schutz bietet. Dasselbe gilt für Büsche am Ufer, deren Blätter ins Wasser fallen.
- Die Verlandung der Gewässer, die zu Extremsituationen wie Austrocknung und Entschlammung zur Erhaltung des Gewässers führt.
- Extrem trockene Jahre, in denen nur wenige Cladoceren- und Ostracodenarten nachgewiesen werden konnten. Die Artenvielfalt kann nur durch Pflege der künstlichen Gewässer erhalten bleiben. Hierzu zählen insbesondere: Teilweise Entschlammung, Vertiefung, Entbuschung eventuell Neuanlage von Gewässern. Die natürlich entstandenen Kolke dagegen sollten dem freien Spiel der Kräfte zwischen Salzwasserüberflutung und Aussüßung überlassen bleiben.

6. Zusammenfassung

Langzeituntersuchungen zur Cladoceren- und Ostracodenfauna auf Memmert und Mellum wurden fortgeführt und auf der neuen Insel Minsener Oog 1981 begonnen. Seit 1988 wurden auf den drei Inseln 6 Neufunde, insgesamt 22 Cladocerenarten (Anomopoda) festgestellt, 15 auf Memmert, 12 auf Mellum und 9 auf Minsener Oog. *Chydorus sphaericus*, *Daphnia magna*, *D. pulex* und *Simocephalus congener* kamen auf allen Inseln in hoher Abundanz und großer Stetigkeit vor. Charakteristische Bewohner der salzwasserbeeinflussten Kleingewässer (*Macrothrix hirsuticornis*, *Moina brachiatata* und *M. macrocopa*) wurden nur in den Kolken auf Memmert angetroffen.

Die von Deichen geschützten Teiche auf Memmert und Mellum sind gekennzeichnet durch Arten der Düngewässer auf anderen Inseln der südlichen Nordsee. Die 1997 außendeichs entstandenen neuen Teiche auf Memmert wurden bisher von Sturmfluten verschont, so dass sich ähnliche Cladoceren-Gemeinschaften wie in den alten Teichen entwickelt haben. Der in den künstlichen Dünen auf Minsener Oog 1981 angelegte Teich wurde ab 1985 von *Daphnia magna* besiedelt, die zu den Pionierarten der Düngewässer gehört. 1988 bereits folgten weitere Arten. Auf allen Inseln schwankte die jährliche Artenzahl beträchtlich bedingt durch relativ schnell wechselnde Temperaturen und des Salzgehaltes in den Kleingewässern.

20 Ostracodenarten wurden auf den untersuchten Inseln gefunden, 14 auf Memmert, 10 auf Mellum, 11 auf Minsener Oog. Die Besiedlung der zeitweise von Salzwasser beeinflussten Kolke auf Memmert unterschied sich von den Teichen durch Anwesenheit von *Cyprina ophthalmica*, *Heterocypris incongruens*, *H. salina*, *Sarscypridopsis aculeata* und *Potamocypris unicaudata*. Im Teich auf Minsener Oog begann die Einwanderung der Ostracoden mit 3 Arten. Die höchste Artenzahl wurde 2001 mit 5 Arten erreicht.

7. Summary

Long-term investigations on the cladoceran and ostracod fauna of the young sandy islands Memmert and Mellum (southern North Sea) were continued

and started on the newly built island of Minsener Oog in 1981. Since 1988 on the three islands 6 new findings have been reported; altogether 22 cladoceran species were found, 15 on Memmert, 12 on Mellum and 9 on Minsener Oog. *Chydorus sphaericus*, *Daphnia magna*, *D. pulex* and *Simocephalus congener* were most abundant and frequent on all three islands. Characteristic inhabitants of small water bodies influenced by salt water floods (*Macrothrix hirsuticornis*, *Moina brachiata* and *M. macrocopa*) were present only on Memmert Island. The water bodies protected by dikes on Memmert and Mellum were inhabited by those species that occur in dune waters on other islands of the North Sea. Similar cladoceran communities live in the new ponds existing since 1997 outside the dike ring which have not yet been overrolled by seawater floods. In the pond on Minsener Oog, which was dug in 1981, *Daphnia magna* was the first settler in 1985 till the maximum number of species was found in 1988. On all three islands the number of species varied a lot from year to year due to quickly changing temperatures and salt concentrations in the small water bodies.

20 ostracod species were found on the investigated islands, 14 on Memmert, 10 on Mellum and 11 on Minsener Oog. The species composition in the water bodies temporarily influenced by saltwater on Memmert differed from the pond by the presence of *Cypria ophthalmica*, *Heterocypris incongruens*, *H. salina*, *Sarscypridopsis aculeata* and *Potamocypris unicaudata*. In the pond on Minsener Oog the invasion of ostracod species began with 3 species. The maximum number of species was 5 found in 2001.

Danksagung

Wir bedanken uns bei allen, die über viele Jahre für uns Proben genommen haben: R. SCHOPF, Memmert, Prof. Dr. BECKER, Wilhelmshaven, H. KUHBIER, Bremen, Dr. T. CLEMENS, Varel, und den Naturschutzwarten auf Mellum und Minsener Oog.

8. Literatur

- FLOSSNER, D. (2000): Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden, 428 S.
- GARDEN, T. & T. CLEMENS (2002): Kreisbedienstete reinigen Süßwasserteich auf Mellum. – Natur- und Umweltschutz. Zeitschr. Mellumrat 1: 64-65.
- GERDES, G., W. E. KRUMBEIN & H. E. REINECK (ed.) (1987): Mellum, Portrait einer Insel. Kramer-Verl., Frankfurt/Main, 344 S.
- HAESELER, V. (1988): Entstehung und heutiger Zustand der jungen Düneninseln Memmert und Mellum sowie Forschungsprogramm zur Besiedlung durch Insekten und andere Gliederfüßer. – Drosera '88: 5-46.
- HARTUNG, W. (Hrsg.) (1950): Mellum, ein Vogelparadies. Diekmann-Verl., Oldenburg, 96 S.
- HERBST, H. V. (1982): Deutsche existenzbedrohte Branchiopoda und Copepoda (Crustacea). – Arch. Hydrobiol. 95: 107-114.
- HOLLWEDEL, W. (1981): The distribution of Cladocera on the East Frisian Islands. In: Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area. In: SMITT, C.J., J. DEN HOLLANDER, W. VAN WINGERDEN & W. J. WOLFF (eds.): Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area, Report 10. Balkema, Rotterdam, 275 pp. (146-156).
- HOLLWEDEL, W. (2002): 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. (2003): Die Wasserflöhe (Cladoceren) der Nordseeinsel Juist. Untersuchungen der Jahre 1969-1999. Schriftenreihe Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer 6, Wilhelmshaven (im Druck).
- HOLLWEDEL, W. & SCHARF, B.W. (1988): Süßwassercladoceren und -ostracoden auf den niedersächsischen Nordseeinseln Mellum und Memmert. – Drosera '88: 341-369.

KUHBIER, H. (1987): Oldeog – die „Alte Insel“ vor der Jade. – Seekajak 8/87: 11-14.

LEEGE, O. (1911): Die Entomostraken der Insel Memmert mit Berücksichtigung der übrigen aus Ostfriesland bekannten Arten. – Jber. naturforsch. Ges. Emden 96: 101-105.

LEENTVAAR, P. (1981): Hydrobiology of dune waters. – In: SMITT, C.J., J. DEN HOLLANDER, W. VAN WINGERDEN & W. J. WOLFF (eds.): Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area, Report 10. Balkema, Rotterdam, 275 pp. (128-146).

MEIJERING, M.P.D. (1990): Auentypische Wasserflöhe (Cladocera) auf Spiekeroog. Beiträge zur Limnologie von Oberflächengewässern auf den ostfriesischen Inseln. – Betr. Naturk. Niedersachsens 43: 173-182.

MEISCH, C. (2000): Crustacea: Ostracoda. In SCHWOERBEL, J. & ZWICK, P.: Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/3: 1-522. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, Berlin

ORLOVA-BIENKOWSKAJA, M.J. (2001): Cladocera: Anomopoda: Daphnidae: genus *Simocephalus*. – Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental Waters of the World 17. Backhuys Publishers, Leiden, 125 pp.

SCHOPF, R. (1979): Die Vogelinsel Memmert. Soltau-Verl., Norden, 207 S.

Anschrift der Verfasser:

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

Prof. Dr. Burkhard W. Scharf
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Gewässerforschung Magdeburg
Brückstr. 3A · D-39114 Magdeburg;
e-mail: Burkhard.W.Scharf@t-online.de