

Artendiversität von Cladoceren in Süßwassertümpeln am St. Lorenz-Golf und in anderen waldfreien Landschaften zwischen 47° und 82° nördl. Breite

Von Meertinus P. D. Meijering*

Zusammenfassung: In waldfreien Landschaften verläuft die Artendiversität von Cladoceren in Tümpeln weitgehend parallel zu den Breitengraden. Die Zahl der Arten steigt von 4 bei 82° N auf 50 bei 47°30'; letzteres konnte an Küsten des St. Lorenz-Golfes gezeigt werden. Sobald jedoch Wald aufkommt und landwirtschaftlich genutztes Gelände stärker eutrophiert wird, fällt die Artenzahl merklich ab, so in einer Tümpelserie an der Northumberland Strait. Auf Iles-de-la-Madeleine konnte *Alonopsis elongata* nachgewiesen werden, die wahrscheinlich von Europa eingeschleppt wurde.

Summary: In open landscapes the diversity of Cladocera-species largely runs parallel to latitudes. The number of species increases from 4 at 82° N to 50 at 47°30' N; the latter was shown along coasts of the Gulf of St. Lawrence. However, as soon as woods come up and rural country becomes more and more eutrophicated, the number of species drops markedly, so in a series of ponds near Northumberland Strait. On Iles-de-la-Madeleine *Alonopsis elongata* was found, which is likely to be introduced from Europe.

1. EINFÜHRUNG

Luft- und Wasserströme transportieren warme und kalte Luft- und Wassermassen über viele Breitengrade hinweg nach Norden oder Süden und beeinflussen terrestrische und marine Ökosysteme weiträumig und erheblich. So ist das Klima in West-Spitzbergen unter der Einwirkung des atlantischen Golfstroms und damit korrelierter Luftmassen trotz weit nördlicher Lage ziemlich warm (siehe auch SUMMERHAYES & ELTON 1923), wogegen die Nord- und Ostküsten Neufundlands trotz weit südlicher Lage sehr kühl sind (STEELE 1975a). Energiebilanzen stehender Binnengewässer sind dagegen weit überwiegend von örtlichen Strahlungsbedingungen geprägt (HUTCHINSON 1957). Dies zeigt sich besonders deutlich in bis zum Grunde durchsonnten Tümpeln waldfreier Landschaften, die dabei gerade in hocharktischen Gebieten weit mehr als ihre terrestrische Umgebung erwärmt werden können (RAKUSA-SUSZCZEWSKI 1963, JACOBI & MEIJERING 1978). Gleiches gilt für Tümpel weit südlicher Regionen mit borealem Klimatypus, wie die Küsten des südlichen Labrador an der Strait of Belle Isle (MEIJERING 1983).

Entsprechend verlaufen nun die nördlichen Verbreitungsgrenzen limnischer Tümpelbesiedler im Großen und Ganzen parallel zu den Breitengraden, wie am Beispiel der zumeist holarktisch verbreiteten Cladoceren (Wasserflöhe) für beide Seiten des Atlantik – in Europa, auf Grönland und in Nordamerika – gezeigt werden konnte (MEIJERING 1988). Dabei wichen Werte einiger klimatisch begünstigter Gebiete etwas ab, so die Küsten der Disko-Bucht in West-Grönland mit erhöhter Cladocerenvielfalt; hier wurden auch erhöhte Respirationsraten in Seen nachgewiesen (RØEN 1962, HANSEN 1967, WELCH 1974).

Zur Überprüfung eigener Ergebnisse und weiterer aus der Literatur (MEIJERING 1988) sollte nunmehr in einem klimatisch stark differenzierten Gebiet versucht werden, die Relevanz breitengradparalleler Cladocerenvielfalt gezielt zu belegen. Als besonders aufschlußreich wurden dafür Küstengebiete des St. Lorenz-Golfes gehalten (Abb. 1).

2. DIE UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Im Meeresgebiet des St. Lorenz-Golfes finden sich auf vergleichsweise kleinem Raum außerordentlich steile

* Prof. Dr. M. P. D. Meijering, Fachgebiet Fließgewässerkunde, Fachbereich Landwirtschaft, Gesamthochschule Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D-3430 Witzenhausen
Manuskript erhalten: 29. 4. 1991, angenommen: 20. 8. 1991

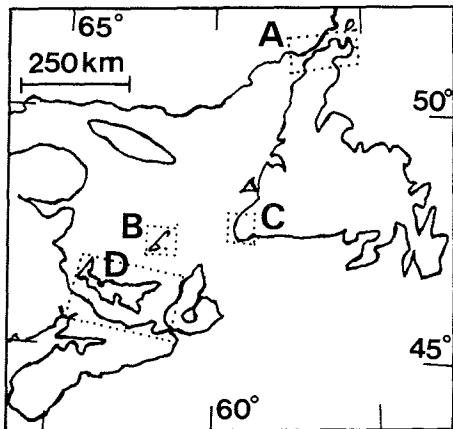


Abb. 1: Übersichtskarte des St. Lorenz-Golfes mit den Untersuchungsgebieten A-D.

Fig. 1: General map of the Gulf of St. Lawrence with research areas A-D.

Gradienten in den sommerlichen Höchsttemperaturen des Oberflächenwassers. Sie betragen jeweils im August vor den Küsten der Prinz-Edward-Insel (46° N) 19° C, dagegen in der Strait of Belle Isle ($51^\circ 30'$ N) nur 7° C (STEELE 1975a und b). Zwischen beiden Meeresgebieten beträgt die Entfernung etwa 750 km Luftlinie.

Sommerliche Oberflächentemperaturen von 19° C findet man auf der europäischen Seite des Atlantik vor den Küsten der Normandie (48° N), solche von 7° C etwa auf halbem Wege (73° N) zwischen dem norwegischen Nordkap und der Bären-Insel. Die Entfernung zwischen diesen beiden Meeresgebieten beträgt etwa 3000 km Luftlinie, das Vierfache der Vergleichsstrecke im St. Lorenz-Golf.

Von insgesamt 54 am St. Lorenz-Golf untersuchten Tümpeln lagen jeweils 18 in folgenden drei Teilgebieten:

1. In Küstengebieten Quebecs, Labradors und Nord-Neufundlands an der geographischen Breite $51^\circ 30'$ N (Abb. 2) entlang der sommerkühlen Strait of Belle Isle, wo die Oberflächentemperatur des Wassers im August nur 7° C erreicht. Die dort ausgewählten Tümpel verteilen sich über eine Strecke von etwa 120 km Luftlinie.
2. Auf den Iles-de-la-Madeleine und in Küstengebieten in SW-Neufundland an der geographischen Breite $47^\circ 30'$ N (Abb. 3 u. 4) nahe und an der Cabot Strait. Hier erreicht die August-Temperatur 14° C (vor der SW-Küste Neufundlands) bis 17° C (Iles-de-la-Madeleine). Die dort ausgesuchten Tümpel verteilen sich über etwa 225 km Luftlinie.
3. Am West- und am Ostende der Prinz-Edward-Insel sowie an und nahe der St. George Bay an der Küste von Nova Scotia, zumeist entlang der im Sommer recht warmen Northumberland Strait, durch die der 46. Breitengrad verläuft. Hier werden im August an der Meeresoberfläche 19° C erreicht. Die dort ausgesuchten Tümpel liegen bis zu 250 km von einander entfernt (Abb. 5).

3. MATERIAL UND METHODEN

In den genannten Teilgebieten wurden jeweils 18 Tümpel und kleine Flachseen von einem Pkw aus gesucht;

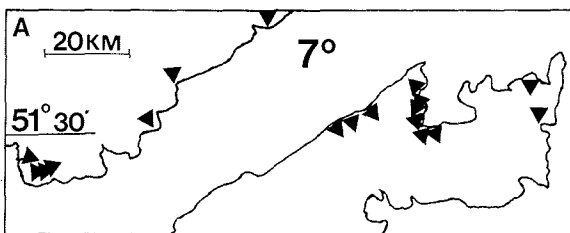


Abb. 2: Sammelstellen entlang der Strait of Belle Isle. Temperatur der Meeresoberfläche im August 7° C.

Fig. 2: Sampling sites along the Strait of Belle Isle. Temperature of sea-surface in August 7° C.

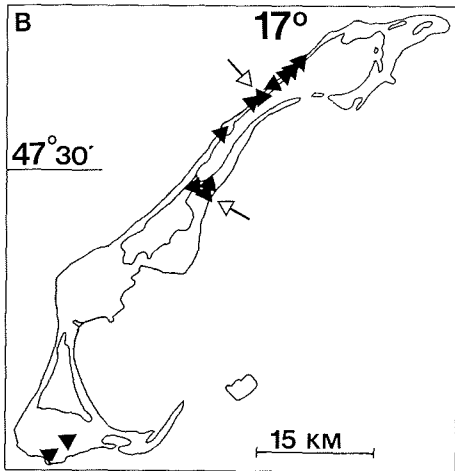


Abb. 3: Sammelstellen auf Iles-de-la-Madeleine. Temperatur der Meeresoberfläche im August 17° C. Pfeile deuten auf Vorkommen von *Alonopsis elongata*.

Fig. 3: Sampling sites on Iles-de-la-Madeleine. Temperature of sea-surface in August 17° C. Arrows point at sites of *Alonopsis elongata*.

nur wenige von ihnen waren auf Karten verzeichnet. Bei der Auswahl der Gewässer wurde auf folgende Merkmale geachtet:

1. Die Entfernung vom Meer sollte möglichst klein sein, zumeist geringer als 1 km, in Ausnahmefällen bis 5 km. Zudem wurden nur Tümpel ausgewählt, die unter 50 m ü. NN lagen.
2. Der Durchmesser der Gewässer betrug 10 bis etwa 200 m. Da sie im Herbst des Trockenjahres 1989 noch Wasser führten, wurden sie für perennierend gehalten. Alle waren jedoch flach und durchlichtet.
3. Wegen der Meeresnähe war sicherzustellen, daß es sich wirklich um limnische und nicht um Brackwassertümpel handelte. So wurde jeweils zu Beginn einer Tümpeluntersuchung gemessen, ob etwa 1000 µS Leitfähigkeit nicht überschritten wurden. Abgesehen von einem Tümpel mit 1213 µS lagen alle zwischen 50 und 550 µS. Außerdem waren die Tümpel fast alle neutral bis mäßig sauer und lagen vorwiegend zwischen pH 6,6 und 5,9 (Abb. 6). Bei diesen Messungen wurden Geräte von WTW eingesetzt.
4. Es wurde versucht, sich möglichst auf Tümpel ohne Ufergehölze zu beschränken, was allerdings im Teilgebiet um den 46. Breitengrad nicht mehr gelang (Tab. 1). Röhrichte wurden registriert, insbesondere *Typha*-Bestände.
5. Tümpel mit offensichtlichen Beeinträchtigungen wie Uferverbau, Viehtritt oder Abwassereinleitungen wurden gemieden. Ausgewählt wurden vielmehr solche, die als naturnah eingestuft werden konnten, einschließlich ihrer Ufer und Einzugsareale.

Alle Tümpel wurden mit einem Wurfnetz vom Ufer aus befishet. Das Netz hatte eine Maschenweite von 0,2 mm. Die Fänge wurden mit Formalin fixiert und erst im Labor nach Cladoceren untersucht, die sich in 53 von 54 Proben auch tatsächlich fanden.

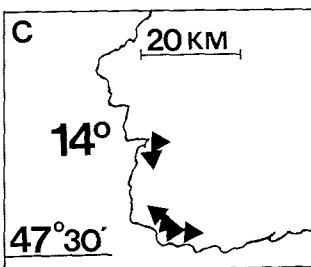


Abb. 4: Sammelstellen an der SW-Küste von Neufundland. Temperatur der Meeresoberfläche im August 14° C.

Fig. 4: Sampling sites on the SW-coast of Newfoundland. Temperature of sea-surface in August 14° C.

Breitengrad (Zahl Tümpel)	Tümpel mit Gehölzen	Tümpel ohne Gehölze	Tümpel mit <i>Typha</i> -Röhricht	Tümpel ohne <i>Typha</i> -Röhricht
51°30' (18)	2	16	1	17
47°30' (18)	3	15	6	12
46° (18)	15	3	14	4

Tab. 1: Tümpel mit oder ohne Gehölz auf den Ufern sowie mit oder ohne *Typha*-Röhricht im ufernahen Flachwasser.

Tab. 1: Ponds with or without copse on the banks and with or without *Typha* reeds in littoral shallows.

Die Aufsammlungen wurden an folgenden Tagen durchgeführt: Tümpel im Westen der Prinz-Edward-Insel am 19. 9. 89, im Osten dieser Insel am 20. und 22. 9. 89. Tümpel auf der Îles-de-la-Madeleine am 21. 9. 89. Tümpel der Quebec- und Labradorküste am 19. und 20. 9. 78, die drei westlichsten Tümpel an der Nordküste von Neufundland am 21. 9. 78 (siehe MEIJERING 1983). Die übrigen Tümpel an der Nordküste Neufundlands wurden am 24. 9. 89 besammelt, die Tümpel an der Südwestküste Neufundlands am 26. 9. 89. Die Tümpel an der Küste von Nova Scotia schließlich wurden am 28. 9. 89 aufgesucht. Es handelt sich also um Herbstfänge aus dem Zeitraum vom 19. bis 28. September, wobei 10 Tümpel im Jahre 1978 und 44 weitere im Jahre 1989 besammelt wurden. Dabei lagen die Lufttemperaturen zwischen 3,5° C am frühen Morgen des 20. 9. 78 bei Red Bay (Labrador) und 25,8° C am Nachmittag des 22. 9. 89 bei Murray Harbour N. im Ostteil der Prinz-Edward-Insel. Die Wassertemperaturen reichten von 5,5° C bis 20,8° C in Tümpeln an den gleichen Orten und Daten.

Die Bestimmung der Cladoceren erfolgte mit Hilfe von SCOURFIELD & HARDING (1958), BROOKS (1959), HERBST (1962) und KUBERSKY (1977), deren ökologische Einordnung nach HRBÁČEK, KORÍNEK & FREY (1978), NOTENBOOM-RAM (1981) und NEGREA (1983) sowie nach eigenen Erfahrungen. Die holarktische Verbreitung fast aller gefundenen Cladocerenarten erlaubte die zusätzliche Verwendung europäischer Literaturquellen für die Auswertung des nordamerikanischen Tiermaterials.

Um Literaturangaben vergleichbar zu machen, wurde auf Anraten von Dr. J. BREHM (siehe MEIJERING 1988) folgendes statistische Verfahren angewendet: Die jeweilige Anzahl untersuchter Tümpel, zum Beispiel 18, wurde auf 600 extrapoliert. Hierzu wurden zunächst alle Einzelvorkommen von Cladoceren in den untersuchten Tümpeln addiert und gleich 100% gesetzt, danach die prozentuale Häufigkeit der häufigsten gefundenen Art als erste Art auf der X-Achse mit den Ordnungszahlen der Arten abgetragen. Anschließend wurde die prozentuale Häufigkeit der seltensten gefundenen Art bei ihrer Ordnungszahl eingetragen (siehe das aktuelle Beispiel in Abb. 9). Unter der Annahme einer Gaus'schen Normalverteilung der Artenhäufigkeiten wurde sodann in einem Wahrscheinlichkeitsnetz die quantitative Relation der häufigsten zur seltensten Art auf logarithmischer Skala linear verlängert bis der Prozentsatz der seltensten Art in 600 angenommenen Tümpeln noch 18/600 vom Prozentsatz der seltensten in 18 Tümpeln tatsächlich gefundenen Art betrug. Damit wurde eine neue Ordnungszahl auf der X-Achse ablesbar. Sie gibt an, wieviel Arten in 600 statt in 18 Tümpeln, also bei gut dreiunddreißigfacher Sammelintensität, gefunden worden wären. Es ist nicht zwingend, gerade auf 600 zu extrapolieren, doch wurde das bereits früher so gehandhabt (MEIJERING 1988) und hier aus Vergleichsgründen beibehalten. Da für die

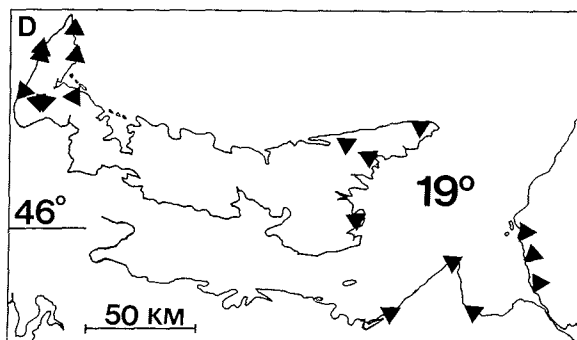


Abb. 5: Sammelstellen auf der Prinz-Edward-Insel und an der Küste von Nova Scotia. Temperatur der Meeresoberfläche im August 19° C.

Fig. 5: Sampling sites on Prince Edward Island and on the coast of Nova Scotia. Temperature of sea-surface in August 19° C.

vorliegende Untersuchung drei Gruppen von je 18 Tümpeln gebildet wurden, konnten diese auch in den gefundenen Artenzahlen, also unmittelbar mit einander verglichen werden.

Zur Effektivität dieser Berechnungsmethode wird weiter unten in Zusammenhang mit Abb. 12 Stellung genommen.

4. ERGEBNISSE

4.1 Cladoceren-Vorkommen am St. Lorenz-Golf

In den 54 Tümpeln der Untersuchung am St. Lorenz-Golf wurden 38 Cladocerenarten gefunden; sie wurden in Tab. 2 aufgelistet und dabei gesondert für folgende geographisch-politische Gebiete aufgeführt: Quebec-Küste bei Blanc Sablon mit anschließender Labradorküste bis Red Bay (Labr. in Tab. 2), Nordküste der Insel Neufundland (Nfl. N.), Südwestküste der Insel Neufundland (Nfl. S.), Iles-de-la-Madeleine (I. Mad.), Prinz-Edward-Insel (PEI) und Küste von Nova Scotia (N. Sc.) bei der St. George Bay. (Hierzu siehe auch Abb. 2 bis 5).

Die Aufsammlung ergab für die Quebec-Labrador-Küste in 7 Tümpeln 15 Arten, für die Nordküste Neufundlands in 11 Tümpeln 16 Arten, für die SW-Küste Neufundlands in 6 Tümpeln 16 Arten, für Iles-de-la-Madeleine in 12 Tümpeln 19 Arten, für die Prinz-Edward-Insel in 12 Tümpeln 12 Arten und für 6 Tümpel an der Küste von Nova Scotia 10 Arten.

Auf einige der in Tab. 2 aufgelisteten 38 Arten, die insgesamt gefunden wurden, sei hier besonders aufmerksam gemacht:

1. *Chydorus sphaericus* ist als einzige dieser Arten in allen sechs hier aufgeführten Küstengebieten vertreten.
2. *Eurycercus lamellatus*, *Monospilus dispar* und *Pleuroxus striatus* wurden erstmals auf Neufundland nachgewiesen (vgl. DAGGETT & DAVIS 1975).
3. *Pleuroxus procurvus* ist die einzige von 38 Arten, die nicht in Europa vorkommt.
4. *Alonopsis elongata* kann als neu für Nordamerika gelten, da die bisher bekannten drei Vorkommen aus Maine, Nova Scotia und Neufundland als *Alonopsis americana* abgetrennt wurden (KUBERSKY 1977), um die es sich bei zwei Funden auf den Iles-de-la-Madeleine aber nicht handelt.
5. Nach Tab. 2 sind 6 Arten nur in der südlichsten Tümpelgruppe auf PEI und in Nova Scotia gefunden worden. Nach Literaturangaben (HRBÁČEK, KORÍNEK & FREY 1978 u. a.) sind 5 dieser Arten in Europa zumindest bis zum 50., 60., 70. und, wie *Daphnia longispina* auf der Bären-Insel (JACOBI & MEIJERING 1978), sogar am 74. Breitengrad vertreten. Nur *Pleuroxus procurvus* könnte am St. Lorenz-Golf eine nördliche Verbreitungsgrenze haben (siehe BROOKS 1959).

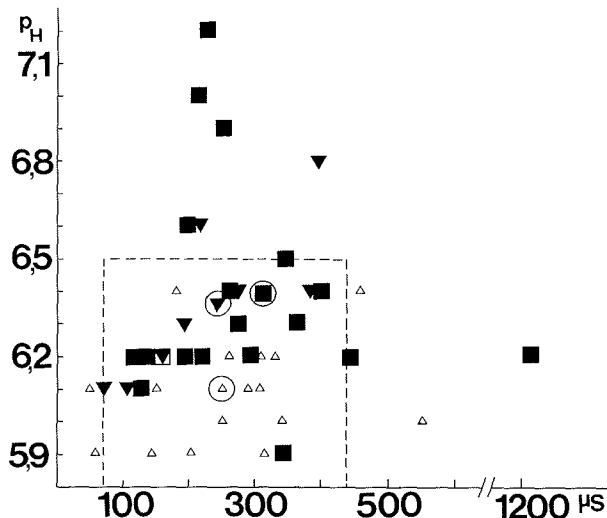


Abb. 6: Werte der Leitfähigkeit und des pH der besammelten Tümpel entlang den Breitengraden 46° N (■), 47° 30' N (△) und 51° 30' N (▼). Mittelwerte dieser Gruppen in Kreisen. Weitere 10 Werte von Tümpeln an der Strait of Belle Isle, die in 1978 mit abweichender Methodik gewonnen wurden, liegen innerhalb der gestrichelten Linie.

Fig. 6: Values of conductivity and pH of the sampled ponds along the latitudes 46° N (■), 47° 30' N (△) and 51° 30' N (▼). Mean values of these groups are circled. Additional 10 values from ponds on the Strait of Belle Isle, which were gained with different methods in 1978, lie within the dotted line.

Art	Labr.	Nfl. N.	Nfl. S.	I. Mad.	PEI	N. Sc.
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Latona setifera</i>	+	+	+	-	-	-
<i>Sida crystallina</i>	-	+	-	+	-	-
<i>Holopedium gibberum</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+	+	-	+	+	+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	-	-	+	-	+	+
<i>Daphnia longispina</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Daphnia pulex</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Scapholeberis kingi</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Simocephalus serrulatus</i>	-	+	-	+	+	+
<i>Bosmina longirostris</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Bosmina longispina</i>	-	+	+	-	-	-
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Ophryoxus gracilis</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Acroperus harpae</i>	+	+	+	-	-	+
<i>Alona affinis</i>	+	+	+	-	-	-
<i>Alona costata</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Alona guttata</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Alona quadrangularis</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Alonella excisa</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Alonopsis elongata</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Chydorus gibbus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Chydorus ovalis</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Chydorus piger</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Eurycercus glacialis</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	+	-	+	+	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Leydigia quadrangularis (= leydigi)</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Monospilus dispar</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Pleuroxus hastatus (= laevis)</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Pleuroxus procurvus</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Pleuroxus striatus</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Pleuroxus truncatus</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Polyphemus pediculus</i>	+	-	+	+	-	-

Tab. 2: Cladocerenarten in 54 Tümpeln an Küsten des St. Lorenz-Golfes. Für Abkürzungen siehe Text.

Tab. 2: Cladocera-species in 54 ponds on the coasts of the Gulf of St. Lawrence. For abbreviations see text.

4.2 Cladoceren-Diversität in den Tümpeln

Die Anzahl der Cladocerenarten pro Tümpel schwankt außerordentlich. Abb. 7 zeigt, daß in der Mehrzahl der Tümpel eine bis drei Arten angetroffen wurden, am häufigsten drei. Ein Drittel der Tümpel enthielt vier bis acht Arten und nur wenige Gewässer gingen darüber hinaus. Artenreiche Tümpel fanden sich am ehesten in der mitt-

Breitengrad	Anzahl Tümpel	ø Anzahl Arten/Tümpel	min.-max. Anzahl Arten/Tümpel	Anzahl gefundener Arten
51° 30'	18	3,17	0 – 9	22
47° 30'	18	5,39	1 – 13	27
46°	18	3,06	1 – 7	16

Tab. 3: Artenzahlen in Tümpeln an verschiedenen Breitengraden an den Küsten des St. Lorenz-Golfes.

Tab. 3: Numbers of species in ponds along different latitudes on the coasts of the Gulf of St. Lawrence.

Art	Anzahl Vorkommen	Art	Anzahl Vorkommen
<i>Chydorus sphaericus</i>	37	<i>Bosmina longirostris</i>	5
<i>Alona costata</i>	20	<i>Alona affinis</i>	4
<i>Alona quadrangularis</i>	16	<i>Sida crystallina</i>	4
<i>Daphnia pulex</i>	15	<i>Pleuroxus truncatus</i>	4
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	14	<i>Scapholeberis kingi</i>	4
<i>Simocephalus serrulatus</i>	13	<i>Alona guttata</i>	4
<i>Acroperus harpae</i>	8	<i>Pleuroxus denticulatus</i>	3
<i>Ophryoxus gracilis</i>	7	<i>Bosmina longispina</i>	2
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	7	<i>Pleuroxus striatus</i>	2
<i>Polyphemus pediculus</i>	6	<i>Alonopsis elongata</i>	2
<i>Latona setifera</i>	5	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2
<i>Eurycerus lamellatus</i>	5	<i>Chydorus piger</i>	2
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	5	Restliche 13 Arten je	1

Tab. 4: Frequenz von 38 Cladocerenarten in 54 Tümpeln an den Küsten des St. Lorenz-Golfes.

Tab. 4: Frequency of 38 Cladocera-species in 54 ponds on the coasts of the Gulf of St. Lawrence.

leren Gruppe der Tümpel bei 47°30' N, die auch die höchste mittlere Anzahl Arten pro Tümpel aufwies (Tab. 3).

4.3 Artenhäufigkeit im Untersuchungsgebiet

Die häufigste von insgesamt 38 Arten in allen 54 Tümpeln war *Chydorus sphaericus*, die 37 mal auftrat (Tab. 4). Ihm folgten 5 weitere Arten mit 20 bis 13 Vorkommen; weitere 18 Arten waren noch mehr als 5 mal vertreten, 11 Arten 4 bis 2 mal während die restlichen 13 Arten je einmal gefunden wurden. Insgesamt addieren sich die Vorkommen auf 209, wovon die häufigste Art 17,7% ausmachte, die 5 häufigsten Arten 48,8%, die 10 häufigsten Arten 68,4% und schließlich die 20 häufigsten 89,0%. Fast die Hälfte, nämlich 18 von 38 Arten, tragen somit nur 11% der Vorkommen bei, darunter die 13 seltensten mit je einem Vorkommen zusammen nur 6,2%. Der häufigsten Art mit 17,7% steht also eine seltene mit nur 0,48% der Vorkommen gegenüber. Der Nachweis weiterer Arten wird also immer aufwendiger, deren quantitative Bedeutung jedoch immer geringer.

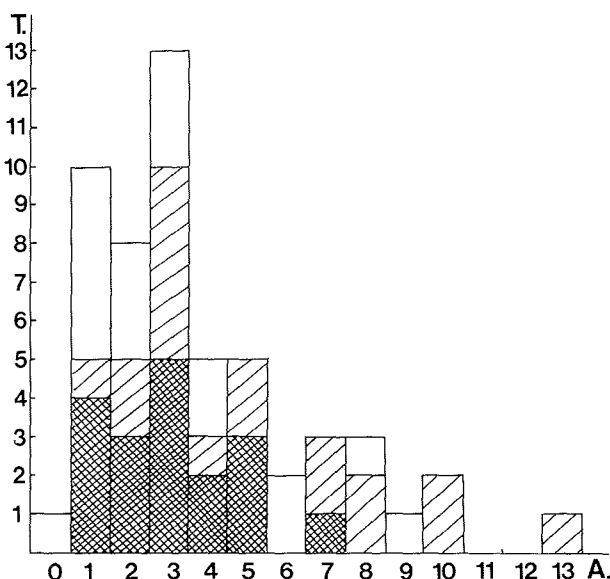


Abb. 7: Artenzahlen pro Tümpel entlang den Breitengraden 46° N (doppelt schraffiert), 47°30' (einfach schraffiert) und 51°30' N (weiß).

Fig. 7: Numbers of species per pond along the latitudes 46° N (cross-barred), 47°30' (barred) und 51°30' N (white).

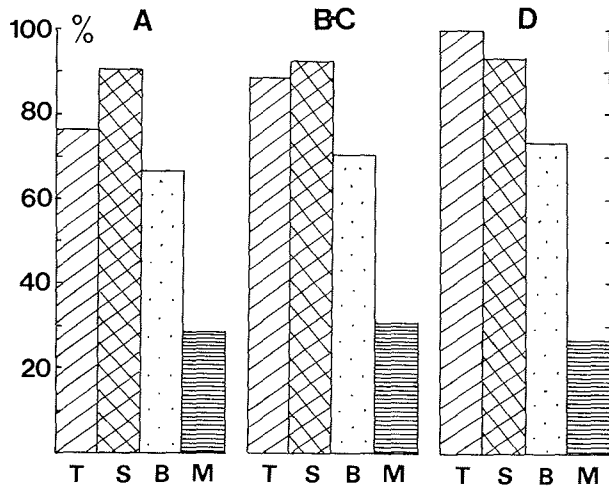


Abb. 8: Prozentuales Auftreten der in drei Regionen am St. Lorenz-Golf vorkommenden Cladocerenarten in Tümpeln (T), Seen (S), Brackwässern (B) und Mooren (M) nach Erfahrungen in Europa.

Fig. 8: Percentual occurrence of the Cladocera-species from 3 regions on the Gulf of St. Lawrence in ponds (T), lakes (S), brackish waters (B) and moors (M) according to experiences in Europe.

4.4. Ökologische Einordnung der Cladocerenfaunen

Mit Hilfe der Angaben von HRBÁČEK, KORÍNEK & FREY (1978), NOTENBOOM-RAM (1981), NEGREA (1983) und eigenen Erfahrungen wurde festgestellt, ob (in Europa) eine Cladocerenart auch (!) in Tümpeln (T), Seen (S), Brackwässern (B) oder Moorgewässern (M) vorkommen kann. Sodann wurde die Artenzahl in einem Teilgebiet – z. B. A entlang der Strait of Belle Isle – gleich 100% gesetzt und dann jeweils für Tümpel, Seen, Brack- oder Moorgewässern festgestellt, wieviele Arten (in %) jeweils auch solche Biotope besiedeln können. In Abb. 8 sind die Ergebnisse für die drei Teilgebiete einander gegenübergestellt.

Im Hinblick auf ihr sonstiges Auftreten in Seen, Brackwässern und Moorgewässern gleichen sich die Cladocerenfaunen der drei Tümpelgruppen sehr stark; lediglich im Auftreten von Tümpelarten zeigt sich ein gewisser Gradient, der von 76% im Norden über 88% in der Mitte bis 100% im Süden reicht.

4.5 Cladocerenvielfalt in den Breitengradgruppen

In Abb. 9 sind die Häufigkeiten der jeweils häufigsten gefundenen Arten zu den jeweils seltensten gefundenen als Prozentzahl im Gesamtvorkommen zu einander in Beziehung gesetzt. Weiterhin wurde die prozentuale Häufigkeit von 18 auf 600 Tümpel (Proben) extrapoliert.

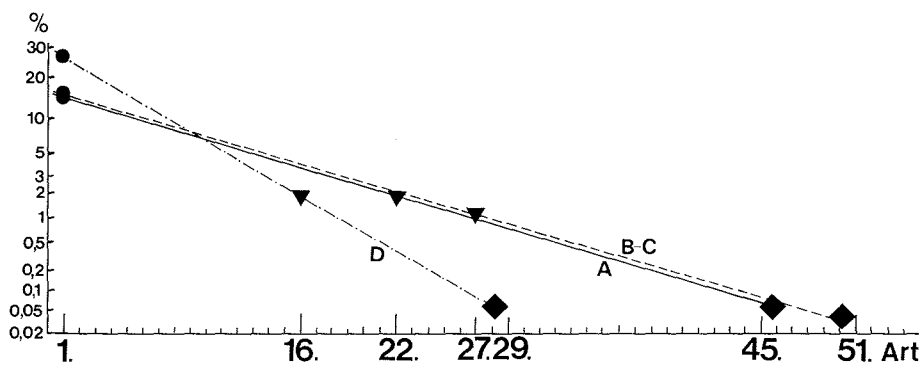


Abb. 9: Prozentuale Häufigkeit der jeweils häufigsten (●), der jeweils seltensten gefundenen (▼) und der seltensten kalkulierten (◆) Art in Tümpelgruppen an verschiedenen Breitengraden. Weitere Erklärungen im Text.

Fig. 9: Percentual abundance of the most frequent (●), the rarest found (▼) and the rarest calculated (◆) species respectively in groups of ponds along different latitudes. Further explanations in the text.

Die jeweils erste, häufigste Art, in allen Fällen *Chydorus sphaericus*, umfaßte in der Gruppe A 14%, in der Gruppe B–C 14,9% der Vorkommen, in der Gruppe D davon stärker abweichend 25,5%. In Gruppe A fanden sich 22, in Gruppe B–C 27, in Gruppe D aber nur 16 Arten. Extrapolation auf jeweils 600 Tümpel ergab bei A 45,8 Arten, bei B–C 50,2 Arten und bei D nur 28,2 Arten.

4.6 Artenvielfalt waldfreier und beschatteter Tümpel

Wie bereits aus Tab. 1 zu entnehmen war, wurden 20 bewaldete und 34 waldfreie Tümpel untersucht; von den insgesamt 54 untersuchten Tümpeln wiesen 21 *Typha*-Röhrichte auf, 33 dagegen waren frei von *Typha*. Diese unterschiedlichen Gewässertypen wurden getrennt analysiert. Die Artenliste mit Angaben zum Vorkommen in den verschiedenen Tümpeln ist in Tab. 5 enthalten.

In Tümpeln mit Ufergehölzen fanden sich 16 Arten, in Tümpeln mit *Typha* 21, in Tümpeln ohne Ufergehölze 33 und in Tümpeln ohne *Typha* 31. Auf Tümpel mit Wald und mit *Typha* beschränkt waren nur 3, durchweg seltene Arten, auf Tümpel mit Ufergehölz nur eine, wogegen keine Art ausschließlich in *Typha*-Tümpeln vorkam. Dagegen fanden sich 16 Arten nur in wald- und *Typha*-freien Tümpeln, worunter einige, wie *Acantholeberis curvirostris* und *Ophryoxus gracilis* an bis zu 7 Probestellen.

In Abb. 10 sind die gefundenen und die kalkulierten Artenzahlen für die folgenden Gruppen von Tümpeln aufgeführt: 7 Tümpel mit Wald und ohne *Typha* (a), 13 Tümpel mit Wald und mit *Typha* (b), 8 Tümpel ohne Wald

Art	mit Wald	ohne Wald	mit <i>Typha</i>	ohne <i>Typha</i>
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	–	+	–	+
<i>Latona setifera</i>	–	+	–	+
<i>Sida crystallina</i>	–	+	+	+
<i>Holopedium gibberum</i>	–	+	–	+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+	+	+	+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	+	+	+	+
<i>Daphnia longispina</i>	–	+	+	–
<i>Daphnia pulex</i>	+	+	+	+
<i>Scapholeberis kingi</i>	+	+	+	+
<i>Simocephalus serrulatus</i>	+	+	+	+
<i>Bosmina longirostris</i>	–	+	–	+
<i>Bosmina longispina</i>	–	+	–	+
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	–	+	–	+
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	–	+	–	+
<i>Ophryoxus gracilis</i>	–	+	–	+
<i>Acroperus harpae</i>	+	+	+	+
<i>Alona affinis</i>	–	+	–	+
<i>Alona costata</i>	+	+	+	+
<i>Alona guttata</i>	–	+	–	+
<i>Alona quadrangularis</i>	+	+	+	+
<i>Alonella excisa</i>	–	+	–	+
<i>Alonopsis elongata</i>	–	+	–	+
<i>Chydorus gibbus</i>	–	+	+	–
<i>Chydorus ovalis</i>	+	–	+	–
<i>Chydorus piger</i>	–	+	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	+	+	+
<i>Eurycercus glacialis</i>	–	+	–	+
<i>Eurycercus lamellatus</i>	+	+	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	–	+	–	+
<i>Leydigia quadrangularis</i> (syn.)	–	+	+	–
<i>Monospilus dispar</i>	–	+	–	+
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	+	–	+	–
<i>Pleuroxus hastatus</i>	–	+	–	+
<i>Pleuroxus procurvus</i>	+	–	–	–
<i>Pleuroxus striatus</i>	+	+	+	+
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	+	–	+	–
<i>Pleuroxus truncatus</i>	+	–	+	+
<i>Polyphemus pediculus</i>	–	+	+	+

Tab. 5: Auftreten von Cladoceren in Tümpeln mit oder ohne Ufergehölz oder *Typha*-Röhricht.

Tab. 5: Occurrence of Cladocera in ponds with or without copse or *Typha* reeds.

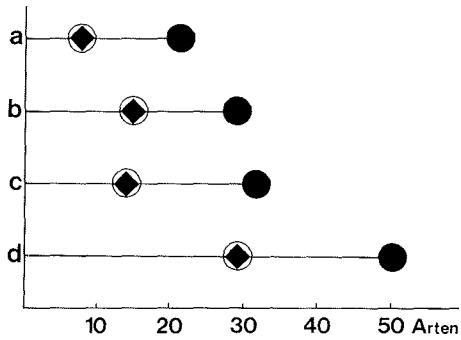


Abb. 10: Gefundene (◆) und kalkulierte (●) Artenzahlen in 7 Tümpeln mit Ufergehölz aber ohne *Typha* (a), in 13 Tümpeln mit Ufergehölz und *Typha* (b), in 8 Tümpeln ohne Ufergehölz aber mit *Typha* (c) und in 26 Tümpeln ohne Ufergehölz und *Typha* (d).

Fig. 10: Numbers of species found (◆) and calculated (●) in 7 ponds with copse but without *Typha* (a), in 13 ponds with copse and *Typha* (b), in 8 ponds without copse but with *Typha* (c) and in 26 ponds without copse and *Typha* (d).

und mit *Typha* (c) sowie 26 Tümpel ohne Gehölz auf den Ufern und auch ohne *Typha*-Bestände (d). Es zeigt sich, daß die wald- und *Typha*-freien Tümpel ein erheblich umfangreicheres Artenspektrum aufweisen als solche mit *Typha* oder gar noch Ufergehölzen.

Schließlich wurden nochmals entsprechend dem Vorgehen in Abb. 8 die Cladocerenfaunen ökologisch eingeordnet, diesmal getrennt nach solchen in Tümpeln ohne Wald und *Typha* (oWT), insgesamt 26, und Tümpeln mit Wald und/oder *Typha* (mWT), insgesamt 28 (Abb. 11). Es ergaben sich einige Unterschiede. So liegt der Prozentsatz der in Europa auch für Tümpel nachgewiesenen Arten in waldfreien Tümpeln deutlich niedriger als bei bewaldeten Gewässern. Auch in Moorgewässern ansässige Arten überwiegen in waldfreien Tümpeln. Dagegen sind Unterschiede im Hinblick auf sonstiges Vorkommen in Brackwässern kaum, für Seen gar nicht zu erkennen.

4.7 Zur Häufigkeit von *Chydorus sphaericus* in den Tümpeln

Im gesamten Untersuchungsgebiet trat *Chydorus sphaericus* als häufigste Art auf. Einerseits war sie innerhalb der Tümpel am häufigsten zu finden, andererseits aber auch innerhalb des gesamten Cladocerenvorkommens. Aus Tab. 6 geht hervor, daß *Chydorus sphaericus* in Tümpeln ohne *Typha*-Bewuchs und ohne Ufergehölz vergleichsweise schwach vertreten war, viel stärker dagegen in Tümpeln mit *Typha* und Waldumsäumung. Relativ schwach vertreten war *Chydorus sphaericus* in den Tümpeln der Gruppe A an der Strait of Belle Isle, viel stärker dagegen in den beiden anderen geographischen Gruppen, wobei zur Gruppe B-C noch 6 Tümpel von der

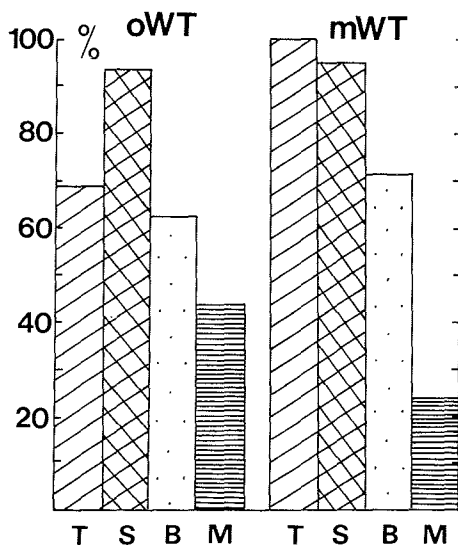


Abb. 11: Prozentuales Auftreten von Cladocerenarten verschiedener Anpassungstypen (siehe Abb. 8) in 26 Tümpeln ohne Ufergehölz und *Typha* (oWT) und in 28 Tümpeln mit Wald und/oder *Typha* (mWT) am St. Lorenz-Golf.

Fig. 11: Percental occurrence of Cladocera-species of different types of adaptation (see fig. 8) in 26 ponds without copse and *Typha* (oWT) and in 28 ponds with copse and/or *Typha* (mWT) along the Gulf of St. Lawrence.

Tümpel	n	% Ch/T	% Ch/V
oW _o T	26	57,7	12,6
mW _m T	13	76,9	25,0
A	18	44,4	14,0
B-C	18	77,8	14,9
B-C+Av.	24	79,2	15,8
D	18	77,8	25,5

Tab. 6: Prozentuales Auftreten von *Chydorus sphaericus* in den Tümpeln (% Ch/T) und dem Gesamtvorkommen der Cladoceren (% Ch/V). Anzahl untersuchter Tümpel = n. oT = ohne *Typha*, mT = mit *Typha*, oW = ohne Wald, mW = mit Wald, A, B-C und D siehe Abb. 2-5, Av. = Halbinsel Avalon.

Tab. 6: Occurrence of *Chydorus sphaericus* in percent of ponds (% Ch/T) and of all Cladocera occurrences (% Ch/V). Number of sampled ponds = n. oT = without *Typha*, mT = with *Typha*, oW = without copse, mW = with copse, A, B-C and D see Fig. 2-5, Av. = Avalon peninsula.

Halbinsel Avalon (siehe SMIRNOV & DAVIS 1973) auf gleicher geographischer Breite hinzugenommen werden konnten.

Während sich nun die Häufigkeitszunahme von *Chydorus sphaericus* in den Tümpeln von Gruppe A nach B-C vollzieht, geschieht das innerhalb der Vorkommen erst von Gruppe B-C nach Gruppe D. Dies bedeutet, daß der in Gruppe B-C vergleichsweise schon häufige *Chydorus sphaericus* dort noch mit zahlreichen anderen Cladocerenarten vergesellschaftet ist, deren Zahl dann aber zur Gruppe D hin stark abnimmt.

5. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Artendiversität von Cladoceren in kleinen, stehenden Oberflächengewässern hängt wesentlich von der geographischen Breite ab, jedenfalls in waldfreien Landschaften (MEIJERING 1988). Einer Zusammenstellung eigener Ergebnisse und solcher aus der Literatur konnten nunmehr weitere, gezielt in niedrigen geographischen Breiten und am Rande des Waldgürtels wie auch der Kulturzone gesammelte hinzugefügt werden (Abb. 12). Dabei wurde wiederum die bereits früher verwendete kalkulierte Artenzahl für 600 Tümpel eingesetzt.

Die Erhöhung der Anzahl untersuchter Tümpel an der Strait of Belle Isle von 10 auf 18 führte einerseits zur Bestätigung der potentiellen Artenzahl von 46, andererseits zur Auffindung von 3 weiteren Arten, so daß aus dieser Region nunmehr 22 statt bisher 19 von 46 Arten bekannt sind.

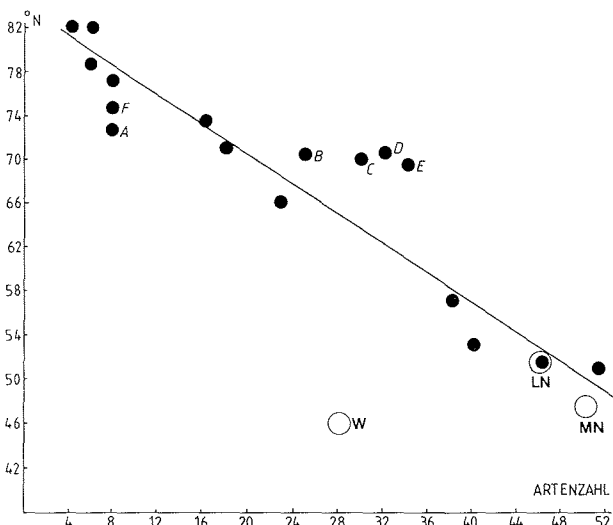


Abb. 12: Potentielle Anzahl von Cladocerenarten in (600) Tümpeln in Abhängigkeit von der geographischen Breite. Schwarze Punkte bezeichnen Ergebnisse verschiedener Untersuchungsorte (siehe MEIJERING 1988 und hier Abb. 14), offene Kreise solche vorliegender Untersuchung von den Labrador- und N-Neufundlandküsten (LN), den Iles-de-la-Madeleine und SW-Neufundland (MN) sowie der vorwiegend bewaldeten Küsten der Prinz-Edward-Insel und Nova Scotia (W).

Fig. 12: Potential number of Cladocera-species in (600) ponds in relation to geographical latitude. Black dots indicate results from various localities (see MEIJERING 1988 and here Fig. 14), open circles those of the recent presentation from coasts of Labrador and N-Newfoundland (LN), Iles-de-la-Madeleine and SW-Newfoundland (MN) and of the wooded coasts of Prince Edward Island and Nova Scotia (W).

Die Tümpelserie bei 47°30' N liegt 4 Breitengrade südlicher als die 18 Tümpel an der Strait of Belle Isle und ihre auf 50,2 kalkulierte Artenzahl überstieg diejenige in den nördlichen Tümpeln um 4,4, also in einer zu erwartenden Größenordnung. Die dort tatsächlich gefundene Artenzahl betrug 27, also auch 5 mehr als an der Strait of Belle Isle.

Aus SMIRNOV & DAVIS (1973) konnten 6 weitere Tümpel aus der Umgebung der neufundländischen Hauptstadt St. John's einbezogen werden, die ebenfalls auf 47°30' N liegen. Die kalkulierte Artenzahl bestätigte sich dabei (49,8) und es wurden weitere Arten bekannt, deren Namen sich nunmehr auf 32 von 50 addieren.

In den überwiegend von Ufergehölzen umsäumten Tümpeln am 46. Breitengrad fiel die kalkulierte wie auch die gefundene Artenzahl dramatisch ab. Hier ändert sich einerseits das Lichtklima in den Tümpeln, andererseits aber auch der Trophiegrad der Gewässer, wie schon die *Typha*-Bestände, aber auch das vermehrte Auftreten von *Chydorus sphaericus* anzeigt. Während die Tümpel der Serie D schon eindeutig in der Kulturlandschaft liegen, gilt dies für diejenigen der Gruppe B-C erst teilweise, für diejenigen der Gruppe A noch kaum.

Nach FREY (1976) ist *Chydorus sphaericus* als ausgesprochener Eutrophierungszeiger zu werten, man könnte ihn fast einen Kulturförderer nennen. Wegen seiner Bedeutung als häufigste Art beeinflusst er die Kalkulationsrechnung, die hier Anwendung fand. Es wurde deshalb überprüft, wie sich ein Ausschluß dieser Art aus der Berechnung auf deren Ergebnis auswirkt. Bei Verwendung der jeweils zweithäufigsten Art als erste (*Alona costata* oder *Alona quadrangularis*) erhöhte sich das Kalkulationsergebnis in allen drei Breitengradsgruppen um jeweils ungefähr 6%. Die quantitativen Relationen zwischen den Arten bleiben also gewahrt. *Chydorus sphaericus* als weitaus häufigste Art läßt aber die Zahl der insgesamt zu erwartenden Arten geringfügig unterschätzen.

Das quantitative Verhältnis der jeweils gefundenen zu den dazu kalkulierten Artenzahlen kann aus Abb. 13 ersehen werden. Hier wurden einerseits Werte aus der Literatur entnommen (siehe MEIJERING 1988), anderer-

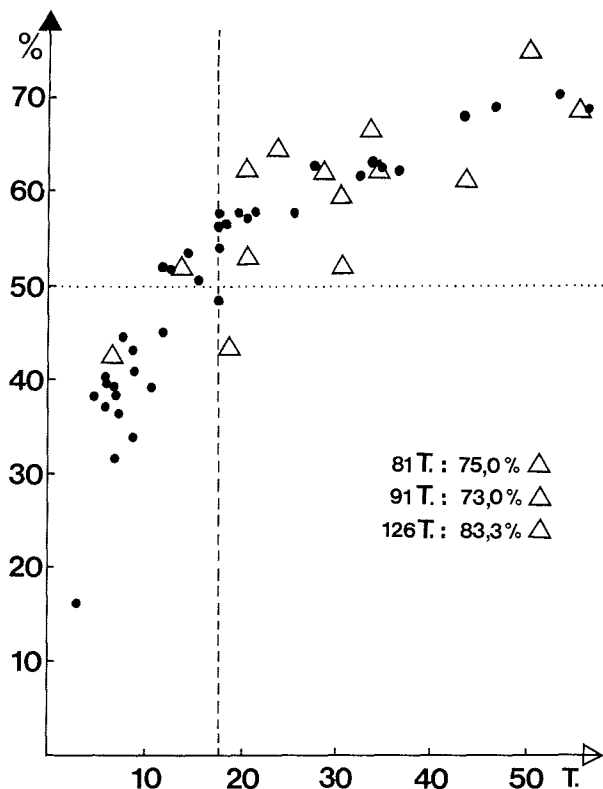


Abb. 13: Prozent der gefundenen von den kalkulierten Artenzahlen in Abhängigkeit von der Anzahl besamelter Tümpel (T). Punkte bezeichnen Ergebnisse vorliegender Untersuchung, Dreiecke solche aus der Literatur (siehe MEIJERING 1988).

Fig. 13: Percentage of found to calculated numbers of species in relation to the number of ponds (T) sampled. Dots indicate results from this presentation, triangles others from literature (see MEIJERING 1988).

seits solche aus der vorliegenden Untersuchung von 54 Tümpeln am Golf von St. Lorenz sowie drei weitere in diesem Gebiet, die nicht an den hier bearbeiteten Breitengraden lagen. Die Tümpel wurden zu verschiedenartigen Gruppen kombiniert, sei es nach geographischen Gesichtspunkten wie etwa die 12 Tümpel der Iles-de-la-Madeleine oder nur die 9 Tümpel, die dort in Dünengelände lagen, oder etwa nach Gewässerparametern wie solche der stärker sauren gegenüber den übrigen Gewässern, von Tümpeln mit und ohne *Typha*-Beständen oder von solchen mit *Typha* und Ufergehölzen. Im Vergleich der Punktescharen ergibt sich eine stärkere Geschlossenheit bei den Tümpeln der vorliegenden Untersuchung, worin sich die relative Einheitlichkeit der Objekte, zumindest im Vergleich zu den Beispielen aus der Literatur, widerspiegelt. Schließlich zeigt Abb. 13, daß mit der Untersuchung von jeweils 18 Tümpeln etwa die Hälfte des anwesenden Artenbestandes erfaßt wurde, wobei es sich um die quantitativ wesentlicheren Arten handelt.

Es wurde danach getrachtet, möglichst vergleichbare Tümpel in die Untersuchungen einzubeziehen. Hierzu wurden zunächst optische Merkmale und auch wenige chemische herangezogen. Zur Kontrolle des Effekts dieser Auswahlmethodik wurden die jeweils gefundenen Cladoceren einer ökologischen Bewertung unterworfen, deren Ergebnis war, daß sich die Gruppen A und B-C kaum unterschieden, dagegen die Gruppe D vermehrt Merkmale kleiner Gewässer aufwies (Abb. 8). Hiermit sind also gerade die Gruppen A und B-C sehr gut vergleichbar und kann der aufgezeigte Unterschied in der Artendiversität auf die geographische Breite des jeweiligen Untersuchungsgebiets, wesentlich auch auf das Strahlungsregime in den waldfreien Tümpeln (HUTCHINSON 1957, MEIJERING 1988) zurückgeführt werden.

Der ökologische Vergleich der in Tümpeln mit oder ohne Waldsaum und *Typha* gefundenen Cladocerenarten zeigt eine stärkere Anpassung an Tümpelverhältnisse – also auch an stärker schwankenden Milieufaktoren – in den von Gehölzen umsäumten und vielleicht auch von *Typha* besiedelten eutrophen Gewässer. Die stärker durchlichteten und eher oligotrophen Tümpel der offenen Landschaften erscheinen nach ihrer Cladocerenbesiedlung mehr Seen-artig. Zudem sind in den offenen Landschaften Arten der Moore stärker vertreten.

Der große Unterschied in den sommerlichen Wassertemperaturen zwischen der Strait of Belle Isle und dem Meeresgebiet zwischen den Iles-de-la-Madeleine und der Cabot Strait, der die Verteilung mariner Amphipoden an diesen Küsten nachhaltig beeinflusst (STEELE 1975a), läßt die Cladocerenfauna in den limnischen Tümpeln dieser Küstenstriche unberührt. Vielmehr fügen sich die Werte der Cladoceren-diversität in Tümpeln am St. Lorenz-Golf zwanglos in die bereits früher veröffentlichte Verteilung von Tümpelcladoceren um den Nordpol herum ein. Abb. 14 zeigt die diesbezügliche Karte aus MEIJERING (1988), deren Wert bei der Strait of Belle Isle inzwischen bestätigt wurde und in die ein weiterer für das Gebiet bei der Cabot Strait eingetragen wurde. Für den Gewässertyp unbeschatteter Tümpel dürfte damit die Obergrenze der Cladoceren-diversität markiert sein.

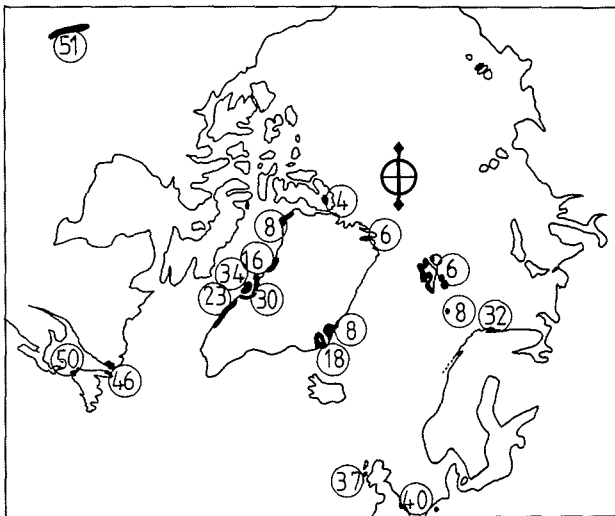


Abb. 14: Potentielle Artenzahlen für Cladoceren in (600) Tümpeln in Gebieten verschiedener geographischer Breite, entnommen aus MEIJERING (1988) und ergänzt um ein Ergebnis am St. Lorenz-Golf.

Fig. 14: Potential number of species for Cladocera in (600) ponds in areas of different geographical latitude, taken from MEIJERING (1988) and completed with a result from the Gulf of St. Lawrence.

Es sei nochmals ausdrücklich betont, daß für diese und eine frühere Untersuchung (MEIJERING 1988) Tümpel und kleine Flachseen waldfreier Landschaften ausgesucht wurden. Zu ganz anderen Zahlen dürfte man gelangen, wenn etwa Seen ausgesucht werden. So konnte FREY (1986) in 3 Seen der Kejimikujik-Region im Süden der Provinz Nova Scotia vom Ufer aus und mit vergleichbarer Sammeltechnik insgesamt 36 Cladocerenarten nachweisen, was eine hohe potentielle Diversität erwarten läßt. Auch die Untersuchungen von DE COSTA (1964) lassen höhere Artenzahlen in Seen vermuten.

Zum Nachweis von *Alonopsis elongata* in zwei Dünentümpeln der Iles-de-la-Madeleine sei schließlich noch kurz angemerkt, daß diese Inselgruppe an einer der meist befahrenen Schifffahrtstraßen zwischen Europa und Nordamerika liegt, und daß an ihr nachweislich mehr als 400 Segelschiffe, vorwiegend im 19. Jahrhundert, gestrandet sind (CLARK 1986). Bekannt sind Artenverschleppungen mit Ballastladungen, gerade zwischen der amerikanischen Ost- und der britischen Westküste; an letzterer ist *Alonopsis elongata* verbreitet (SCOURFIELD & HARDING 1958, FRYER & FORSHAW 1979). Zu denken ist aber auch an Torftransporten oder an Torfbeladungen zur Eigenversorgung von Schiffen, zumal da *Alonopsis elongata* auch in Gewässern von Torfabbaugebieten gefunden wurde (BEIJERINCK 1931, HOLLWEDEL 1959). Überlegungen zur rezenten Einbürgerung dieser Art in den Neu-England-Staaten stellte FREY (1969) an, was sich jedoch durch die von KUBERSKY (1977) vorgenommene Abtrennung von *A. americana* von der europäischen *A. elongata* zunächst erledigte. Nunmehr ist die Einbürgerungsfrage erneut aktuell. Leider liegen bisher nur 2 ♀♀ von *A. elongata* der Iles-de-la-Madeleine vor, weshalb eine Nachsuche geplant ist.

DANKSAGUNG

Frau H. M. Meijering-Gerdes (Schlitz) danke ich für ihre vielfältige Hilfe bei den Arbeiten im Gelände am Golf von St. Lorenz, Herrn Dr. J. Brehm (Schlitz) für seine Beratung bei der statistischen Ermittlung der potentiellen Artenzahlen.

Literatur

- Beijerinck, W. (1931): Over *Eurycerus glacialis* Lillj. en andere arctische levensvormen in de plassen der „Dwingeloo'sche Heide“. – De Levende Natuur 36: 238–248.
- Brooks, J. L. (1959): Cladocera. – In W. T. Edmondson, ed., *Freshwater Biology*, 2nd ed., New York.
- Clark, L. C. (1986): Ship wrecks on the Magdalen Islands. – Käufliche Karte.
- Daggett, R. F. & C. C. Davis (1975): Distribution and occurrence of some littoral freshwater microcrustaceans in Newfoundland. – *Naturaliste can.* 102: 45–55.
- De Costa, J. J. (1964): Latitudinal distribution of Chydorid Cladocera in the Mississippi Valley, based on their remains in surficial lake sediments. – *Invest. Indiana Lakes and Streams* 6: 65–101.
- Frey, D. G. (1969): Further notes on *Alona bicolor* FREY, 1965 (Cladocera, Chydoridae), with a description of the male. – *Trans. Amer. Micro. Soc.* 88: 380–385.
- Frey, D. G. (1976): Interpretation of Quarternary paleoecology from Cladocera and midges, and prognosis regarding usability of other organisms. – *Can. J. Zool.* 54: 2208–2226.
- Frey, D. G. (1986): Notes on the littoral Cladocera collected in the Kejimikujik Region 13–14 Oct. 1984. In: J. Kerekes, ed., *Workshop Proceedings, Acid Rain*, 105–108. Visitor Centre, Kejimikujik National Park, Nova Scotia.
- Fryer, G. & O. Forshaw (1979): The freshwater Crustacea of Rhum (Inner Hebrides) – a faunistic and ecological survey. – *Biol. J. Linn. Soc.* 11: 333–367.
- Hansen, K. (1967): The General Limnology of Arctic Lakes as Illustrated by Examples from Greenland. – *Medd. Grønland* 178 (3): 1–77.
- Herbst, H. V. (1962): Blattfußkrebse. – Stuttgart.
- Hollwedel, W. (1959): Die Verteilung der Cladoceren im Lengener Meer. – *Beitr. Naturk. Niedersachsens* 12: 1–13.
- Hrbáček, J., V. Korinek & D. G. Frey (1978): Cladocera. – In: J. Illies, Hg., *Limnofauna europaea*, 2. Aufl., Stuttgart, New York, Amsterdam.
- Hutchinson, G. E. (1957): *A Treatise on Limnology*. – Bd. I, New York.
- Jacobi, H. U. & M. P. D. Meijering (1978): On the limnology of Bear Island (74°30' N, 19° E) with special reference to Cladocera. – *Astarte* 11: 79–88.
- Kubersky, E. S. (1977): Worldwide distribution and ecology of *Alonopsis* (Cladocera: Chydoridae) with a description of *Alonopsis americana* sp. nov. – *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 62: 649–685.
- Meijering, M. P. D. (1983): On the occurrence of „Arctic“ Cladocera with special reference to those along the Strait of Belle Isle (Quebec, Labrador, Newfoundland). – *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 68: 885–893.
- Meijering, M. P. D. (1988): Zur Verbreitung von Cladoceren in Tümpeln der Varanger-Halbinsel und anderer waldfreier Landschaften in verschiedenen geographischen Breiten. – *Polarforschung* 58: 13–24.
- Negrea, S. (1983): Cladocera. – In: *Fauna Republicii Socialiste România IV* (12): 1–399, Bukarest.
- Notenboom-Ram, E. (1981): Verspreiding en ecologie van de Branchiopoda in Nederland. – RIN-rapport 81/14, 95 S., Rijksinstituut v. Natuurbeheer, Leersum.

- Rakusa-Suszczewski, S. (1963): Thermics and chemistry of shallow freshwater pools in Spitsbergen. – *Polskie Arch. Hydrobiol.* 11: 169–187.
- Røen, U. I. (1962): Studies on freshwater Entomostraca in Greenland II. Localities, ecology, and geographical distribution of the species. – *Medd. Grønland* 170 (2): 1–249.
- Scourfield, D. J. & J. P. Harding (1958): A key to the British species of Freshwater Cladocera. – *Freshwat. Biol. Assoc., Sc. Publ.* 5: 1–55.
- Smirnov, N. N. & C. C. Davis (1973): Concerning some littoral Cladocera from Avalon Peninsula, Newfoundland. – *Can. J. Zool.* 51: 65–68.
- Steele, D. H. (1975b): Temperature cycles at the Marine Sciences Research Laboratory, Logy Bay, Newfoundland. – *Naturaliste can.* 102: 265–268.
- Summerhayes, V. S. & C. S. Elton (1923): Contributions to the ecology of Spitsbergen and Bear Island. – *Journ. Ecol.* XI: 214–286.
- Welch, H. E. (1974): Metabolic rates of Arctic Lakes. – *Limnol. Ocean.* 19: 65–73.