

"Co-occurrence" - ein Beitrag zur Synökologie der Groß-Branchiopoden

R. Gottwald & E. Eder*

Abstract

This paper presents data on the frequency of large branchiopod associations observed in Austria in 1994 - 1998. Co-occurrences of two to five different species were documented. The combination of species which occurred with highest frequency were *Triops cancriformis* / *Limnadia yeyetta*, *I. yeyetta* / *Leptestheria dahalacensis*, *T. cancriformis* / *L. dahalacensis*, *I. yeyetta* / *Limnadia lenticularis*, *T. cancriformis* / *L. lenticularis*, *Lepidurus apus* / *Eubranchipus grubii*, and *T. cancriformis* / *Branchipus schaefferi*. Significant low co-occurrence indices were found for species known to differ in phenological appearance, such as *Triops cancriformis* and *Lepidurus apus*. This species combination is known from four habitats in Europe only. Potential factors contributing to the co-occurrence of several species within a pond, ecological habitat parameters, species parameters and historic factors, are listed.

Key words: Anostraca, Notostraca, Conchostraca, sympatry, co-occurrence, Austria

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit quantifiziert das gemeinsame Auftreten verschiedener Groß-Branchiopoden-Arten in Österreich in den Untersuchungsjahren 1994-1998. Kombinationen von zwei bis fünf verschiedenen Arten wurden beobachtet. Am häufigsten traten folgende Artenzusammensetzungen auf: *Triops cancriformis* / *Limnadia yeyetta*, *I. yeyetta* / *Leptestheria dahalacensis*, *T. cancriformis* / *L. dahalacensis*, *I. yeyetta* / *Limnadia lenticularis*, *T. cancriformis* / *L. lenticularis*, *Lepidurus apus* / *Eubranchipus grubii* und *T. cancriformis* / *Branchipus schaefferi*. Arten mit bekannt unterschiedlichem phänologischen Auftreten zeigten geringe "co-occurrence"-Indices. So ist das gemeinsame Auftreten von *Triops cancriformis* und *Lepidurus apus* derzeit lediglich von vier Fundorten in ganz Europa bekannt. Mögliche Faktoren, die das gemeinsame Auftreten verschiedener Groß-Branchiopoden bestimmen, können ökologische Habitat- und Artenparameter sowie historische Faktoren sein.

Einleitung

Die Frage, welche Tierarten miteinander vergesellschaftet leben können, ist für die Ökologie von großer Bedeutung (ANDERSON & al. 1992). Das gemeinsame Auftreten verschiedener Groß-Branchiopoden-Arten ("co-occurrence") ist seit längerem bekannt (PACKARD 1877), wurde aber bisher kaum auf Gesetzmäßigkeiten untersucht und von vielen Autoren als seltene Ausnahme von der "one phyllopod per habitat"-Regel (WEISE 1964) betrachtet. GISSLER (1883) vermutete, dass Sekrete der Antennendrüsen andere Arten in ihrer Entwicklung hemmen. Diese sogenannte "Spezies-Inkompatibilitätstheorie" wurde experimentell widerlegt (MOORE 1963). Mittlerweile liegen von allen

* Mag. Renate Gottwald, Mag. Erich Eder, Institut für Zoologie der Universität Wien, Althanstr.14, A-1090 Wien, Austria. E-mail: Erich.Eder@univie.ac.at

Kontinenten Belege für das Vorkommen mehrerer Groß-Branchiopoden-Arten in einem Habitat vor (GAUTHIER 1933, DE LÉPINEY 1961, PROPHET 1963, SUBLETTE & SUBLETTE 1967, DIMENTMAN 1981, GEDDES 1983, ALONSO 1985, MURA 1985, HAMER & APPLETON 1991, THIÉRY 1991, HÖDL & RIEDER 1993, GALLAGHER 1996, KING & al. 1996, PETROV & CETKOVIC 1997, VEKHOFF 1997, Zusammenfassung in MAEDA-MARTÍNEZ & al. 1997).

Dem Phänomen der "co-occurrence" kommt in der Bioindikation besondere Bedeutung zu. Je komplexer die Kombinationen verschiedener Arten sind, desto seltener treten sie auf und desto genauer sind gleichzeitig die möglichen Rückschlüsse auf biotische und abiotische Habitatparameter (DODSON 1979). In Kombination mit autökologischen Daten kann die Analyse des gemeinsamen Auftretens sowohl für Fragestellungen der Habitatbeurteilung als auch der Synökologie der untersuchten Arten hilfreich sein.

In der vorliegenden Arbeit wird erstmals für Österreich eine quantifizierte Zusammenstellung des gemeinsamen Auftretens verschiedener Groß-Branchiopoden-Arten vorgestellt.

Material und Methode

"Co-occurrence" wird als gleichzeitiges gemeinsames Auftreten postembryonaler Stadien (Larven, Jung- und Adulttiere) im gleichen Wasserkörper definiert. Als Maß für die relative Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens bestimmter Arten dient "Fager's index of affinity" (SOUTHWOOD 1966). Fager's Index (I) wird wie folgt berechnet:

$$I(A,B) = 2J : [n(A) + n(B)]$$

J = Anzahl der gemeinsamen Vorkommen, n(A) = Gesamtzahl der Vorkommen der Art A, n(B) = Gesamtzahl der Vorkommen der Art B.

Die für die folgenden Berechnungen herangezogenen Daten stammen aus den faunistischen Erhebungen von EDER & HÖDL (1995), EDER (1996a, 1998) und GOTTWALD (1999) im Zeitraum 01/1994 - 05/1999. Neben großflächigen Kartierungen wurden alle in der Literatur erwähnten Fundstellen (LÖFFLER 1957, 1959, VORNATSCHER 1968, JUNGWIRTH 1971, METZ & FÓRRÓ 1989, HÖDL & RIEDER 1993, MARSCHITZ & KÄFEL 1993) wieder aufgesucht. Die Quelldaten sind in der faunistischen Datenbank ZOODAT am Biologiezentrum des OÖ. Landesmuseums (Linz) einsehbar. Jeder bekannte Fundort Österreichs wurde in die Berechnung von Fager's Index aufgenommen, wobei bei mehreren Besammlungen eines Standorts jene mit der höchsten Artenzahl herangezogen wurde. In einem Fall ("Blumengang-Senke") wurde ein einzelner Fundort zwei Mal in die Berechnung einbezogen, da zu unterschiedlichen Zeitpunkten (1994, 1995) verschiedene Artenkombinationen auftraten.

Ergebnisse

Die berechneten "Co-occurrence"-Indices bestätigten weitgehend die Erfahrungswerte aus der Praxis. Für eine Artenkombination konnte regelmäßiges gemeinsames Auftreten festgestellt werden ($I > 0,5$; Tab. 1): *Triops cancriformis* tritt häufig mit *I. yeyetta* auf. Nur wenig geringer ($I > 0,3$; Tab. 1) ist die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Auftretens von *T. cancriformis* mit *L. dahalacensis* und *L. lenticularis*. Entsprechend häufig ($I > 0,3$; Tab. 1) ist auch das gemeinsame Vorkommen von *I. yeyetta* und *L. dahalacensis*

Tab. 1: Fager's Index der in Österreich vorkommenden Groß-Branchiopoden. Grau unterlegt: Gesamtzahl der Fundzählungen, unter der Diagonale: Absolutwerte der "Co-occurrence", oberhalb der Diagonale: Fager's Index $\times 100$, ganzzahlig gerundet. *B.f.* = *Branchinecta ferox* (MILNE-EDWARDS, 1840), *B.o.* = *Branchinecta orientalis* G. O. SARS, 1901, *B.s.* = *Branchipus schaefferi* (FISCHER, 1834), *C.c.* = *Chirocephalus carnuntanus* (BRAUER, 1877), *C.s.* = *Chirocephalus shadini* (SMIRNOV, 1928), *E.g.* = *Eubranchipus grubii* (DYBOWSKI, 1860), *S.t.* = *Streptocephalus torvicornis* (WAGA, 1842), *T.s.* = *Tanymastix stagnalis* (L., 1758), *L.a.* = *Lepidurus apus* (L., 1758), *T.c.* = *Triops cancriformis* (BOSC, 1801), *C.t.* = *Cyzicus tetracerus* (KRYNICKI, 1830), *E.t.* = *Eoleptestheria ticinensis* (BALSAMO-CRIVELLI, 1859), *I.y.* = *Imnadia yeyetta* HERTZOG, 1935, *L.d.* = *Leptestheria dahalacensis* (RÜPPELL, 1837), *L.l.* = *Limnadia lenticularis* (L., 1761).

| | <i>B.f.</i> | <i>B.o.</i> | <i>B.s.</i> | <i>C.c.</i> | <i>C.s.</i> | <i>E.g.</i> | <i>S.t.</i> | <i>T.s.</i> | <i>L.a.</i> | <i>T.c.</i> | <i>C.t.</i> | <i>E.t.</i> | <i>I.y.</i> | <i>L.d.</i> | <i>L.l.</i> |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>B.f.</i> | 3 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>B.o.</i> | 1 | 10 | | 17 | | | | | | | | | | | |
| <i>B.s.</i> | | | 31 | | | 6 | 6 | | 25 | 6 | | 18 | 18 | | |
| <i>C.c.</i> | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | |
| <i>C.s.</i> | | | | | 3 | | | 12 | | | | | 7 | | |
| <i>E.g.</i> | | | | | | 33 | | 30 | | | | | | | |
| <i>S.t.</i> | | | 1 | | | | 1 | | 6 | | | | | 14 | |
| <i>T.s.</i> | | | 1 | | | | | 3 | 4 | 5 | | | 7 | | |
| <i>L.a.</i> | | | | 3 | 12 | | | 1 | 46 | 9 | 4 | | 6 | 3 | |
| <i>T.c.</i> | | | 8 | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 34 | 16 | 11 | 57 | 38 | 30 |
| <i>C.t.</i> | | | 1 | | | | | | 1 | 3 | 3 | (40) | 7 | (25) | |
| <i>E.t.</i> | | | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | 7 | (27) | 14 |
| <i>I.y.</i> | | | 5 | | 1 | | | 1 | 2 | 17 | 1 | 1 | 26 | 41 | 32 |
| <i>L.d.</i> | | | 4 | | | | 1 | | 1 | 9 | 2 | 2 | 8 | 13 | 8 |
| <i>L.l.</i> | | | | | | | | | | 7 | | 1 | 6 | 1 | 12 |

bzw. *L. lenticularis*, während die beiden letztgenannten conchostraken Arten bemerkenswerterweise nur in einem einzigen Fall gemeinsam auftraten.

In der Literatur werden vielfach *T. cancriformis*/*B. schaefferi* (Sommer) bzw. *L. apus*/*E. grubii* (Frühjahr) als charakteristische Notostraken/Anostraken-Paare genannt (FLÖSSNER 1972). Ein hoher Fager's Index von $> 0,25$ (Tab. 1) bestätigt die Häufigkeit dieser Kombinationen auch in Österreich. Außer diesen beiden "co-occurrences" finden sich bei den Anostraken durchwegs nur relativ geringe Werte. Kombinationen von Anostraken mit Conchostraken sind ebenso selten wie das gemeinsame Auftreten aller drei Ordnungen, gemeinsame Vorkommen verschiedener Anostrakenarten fehlen in Niederösterreich völlig (Tab. 2).

Einen auffällig geringen Fager's Index weist die Kombination *L. apus*/*T. cancriformis* auf. Das gemeinsame Vorkommen dieser beiden Notostraken ist neben den drei Fundorten in Österreich in Europa nur von einem weiteren Standort in Ungarn bekannt (Bludszuweit mdl. Mitt.) und stets ein Indiz für überdurchschnittliche Überschwemmungsereignisse (HÖDL & RIEDER 1993, EDER 1996a).

Die hohen Fager's Indices (Tab. 1, in Klammern) der Kombinationen von *E. ticinensis* mit *C. tetracerus* bzw. *L. dahalacensis* haben auf Grund der niedrigen Absolutwerte geringe Aussagekraft, was generell für die Werte sehr selten vorkommender Arten gilt.

Tab. 2: "Co-occurrence" von Anostraca, Notostraca und Conchostraca in Niederösterreich und im Burgenland (Vorkommen in anderen Bundesländern sind durchwegs Einzelfunde). Anzahl der gemeinsam auftretenden Arten, Zusammensetzung nach Ordnungen (A, N, C) und Anzahl der Standorte mit gemeinsamen Vorkommen (n) in Prozent (1994 - 1997).

Niederösterreich:

| Artenanzahl | Zusammensetzung | | | n | (%) |
|-------------|-----------------|---|---|----|----------|
| | A | N | C | | |
| 2 | 1 | 1 | - | 16 | (66,7 %) |
| | - | 1 | 1 | 3 | (12,5 %) |
| | 1 | - | 1 | 2 | (8,3 %) |
| | - | - | 2 | 2 | (8,3 %) |
| | - | 2 | - | 1 | (4,2 %) |
| | | | | 24 | (100 %) |
| 3 | - | 1 | 2 | 7 | (63,6 %) |
| | 1 | 1 | 1 | 3 | (27,3 %) |
| | - | 2 | 1 | 1 | (9,1 %) |
| | | | | 11 | (100 %) |
| 4 | - | 1 | 3 | 1 | (100 %) |
| | | | | 1 | (100 %) |
| 5 | - | 2 | 3 | 1 | (50 %) |
| | - | 1 | 4 | 1 | (50 %) |
| | | | | 2 | (100 %) |

Burgenland:

| Artenanzahl | Zusammensetzung | | | n | (%) |
|-------------|-----------------|---|---|---|----------|
| | A | N | C | | |
| 2 | 2 | - | - | 2 | (50 %) |
| | - | - | 2 | 1 | (25 %) |
| | 1 | 1 | - | 1 | (25 %) |
| | | | | 4 | (100 %) |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | (66,7 %) |
| | 2 | 1 | - | 1 | (33,3 %) |
| | | | | 3 | (100 %) |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | (50 %) |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | (50 %) |
| | | | | 1 | (100 %) |

Diskussion

In vielen Fällen bilden sich Gemeinschaften aus Arten, die ähnliche Ansprüche an die Umweltbedingungen aufweisen, sich aber in Verhalten oder Nahrungsansprüchen voneinander unterscheiden (ALONSO 1985). Durch die lange Lebensdauer der "Dauereier" und artspezifische unterschiedliche Schlupffaktoren und Ansprüche während der Embryonal- und Larvalentwicklung (DONALD 1983) können am selben Standort je nach den Umweltbedingungen zum Zeitpunkt der Wasserführung verschiedene Artengemeinschaften auftreten.

In der "Blumengang-Senke" bei Markthof (48° 10' 45", 16° 58' 00") wurden in zwei aufeinanderfolgenden Jahren unterschiedliche Artenkombinationen vorgefunden: 1994 kamen neben *T. cancriformis* die Conchostraken *C. tetracerus*, *L. dahalacensis* und *E. ticinensis* zur gleichen Zeit vor, 1995 hingegen fehlte *C. tetracerus*, statt dessen wurden zusätzlich *I. yeyetta* und *L. lenticularis* nachgewiesen. Welche Faktoren können für die unterschiedlichen Artenzusammensetzungen maßgeblich gewesen sein? Folgende Unterschiede zwischen den beiden Jahren lassen sich feststellen:

- Überschwemmungszeitraum: 1994 führte die Senke etwa von Mitte April bis Ende Juni Wasser, 1995 von Mitte Juni bis Ende Juli.
- Temperatur: 1995 höher als 1994
- Tägliche Lichteinstrahlung: 1995 mehr als 1994
- Dauer der Wasserführung: durch die höheren Temperaturen 1995 geringer als 1994
- Pflanzenwuchs/Strukturierung: 1994 teils Maisfeld, größtenteils unbewachsener Schlamm, 1995 zum Teil dicht mit Ackerunkräutern (z.B. Amaranth) bewachsen.

Anhand der Temperaturen ist das Fehlen von *C. tetracerus* im Jahr 1995 erklärbar: Als "Frühform" (FLÖSSNER 1972) schlüpft diese Art offenbar bei geringeren Temperaturen, die am Standort nur im Jahr 1994 gegeben waren. Im Gegensatz dazu ist *L. lenticularis* eine thermophile Art und in Österreich erst ab Mitte Mai nachgewiesen (EDER & al. 1997): Im Jahr 1994 waren zu diesem Zeitpunkt konkurrierende und räuberische Arten in der "Blumengang-Senke" bereits weit entwickelt.

Dagegen liegt das Fehlen von *I. yeyetta* im Jahr 1994 offenbar nicht an den niedrigeren Temperaturen dieses Jahres, da diese Art in Österreich bereits ab Mitte April dokumentiert ist (EDER & al. 1997). Möglicherweise bevorzugt *I. yeyetta* strukturreichere Habitate und ist auf rein schlammigem Untergrund konkurrenzunterlegen.

Der positive Einfluss vorhandener Strukturierung durch Pflanzenwuchs (sofern dieser keine Beschattung verursacht und Überschwemmungen verträgt) zeigte sich im Vergleich verschiedener Saisonen an der sogenannten "Triops-Senke" (48° 14' 15", 16° 56' 25"). Sowohl 1994 als auch 1996 führte dieses in der Langen Lüsse bei Marchegg gelegene astatische Gewässer etwa von Mitte April bis Ende Juni Wasser. Ein unterschiedlicher jahreszeitlicher Aspekt kommt im Vergleich der Artenzusammensetzung der beiden Jahre nicht in Frage. Während 1994 in der "Triops-Senke" nur *T. cancriformis* nachgewiesen wurde, traten 1996 zusätzlich der Notostrake *L. apus* und die Conchostraken *C. tetracerus*, *I. yeyetta* sowie *L. dahalacensis* auf. Als Hauptursache für den Anstieg der Artenzahl kommt die Veränderung der Vegetation des Standortes in Be-

Tab. 3: Faktoren, die für das gemeinsame Auftreten verschiedener Groß-Branchiopoden verantwortlich sein können (nach MAEDA-MARTÍNEZ & al. 1997)

Habitatfaktoren

1. Phänologie (unterschiedliche jahreszeitliche Wasserführung)
2. Wasserchemismus (z.B. pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Salzkonzentrationen, etc.)
3. Physikalische Parameter (Temperatur, Gewässergröße und -struktur, Dauer der Überschwemmung, gelöste Schlammpartikel, etc.)
4. Nahrungsangebot
5. Lage des Gewässers (Distanz zu anderen Vorkommen: Übertragung von Dauereiern durch Wasservögel, biogeographische Lage)

Artfaktoren

1. Nahrungsstrategien (z.B. Filtrierer, Räuber)
2. Wachstumsraten, Größe und Reproduktionsmodi
3. Schlupfverhalten (z.B. Temperaturansprüche)
4. Ökologische Amplitude hinsichtlich der Umweltbedingungen (bei Überschwemmung und Trockenheit)
5. Verhalten
6. Interspezifische Wechselwirkungen (Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, etc.)

Historische Faktoren

1. Reliktorkommen
2. Überlappung ehemals getrennter Vorkommen (geolog. oder klimatische Veränderungen)
3. Ausbreitungsvorgänge
4. Menschliche Umwelteinflüsse

tracht. 1994 war ein Großteil der Senke frisch gepflügter Acker bzw. Schwarzbrache, während 1996 mehrere Parzellen des betreffenden Bereiches ungenutzt brach lagen. Dort bestand bereits eine wiesenähnliche, nässeresistente Vegetation, die offenbar die Anzahl struktureller und ökologischer Nischen in der "Triops-Senke" vergrößerte. Darüber hinaus konnte beobachtet werden, daß die Krebse die für sie günstigen Mikrohabitate (die bewachsenen Bereiche) gezielt aufsuchten (EDER 1996b).

Triops cancriformis ist mit fast allen anderen Groß-Branchiopoden in zum Teil signifikantem Ausmaß vergesellschaftet (Tab. 1). Dies könnte sowohl auf ein breites Habitatspektrum zurückzuführen sein als auch auf die Einnischung als Bodenbewohner, während Conchostraken oft und Anostraken stets in Freiwasser schwimmen. Darüber hinaus lebt der Rückenschaler zum Teil räuberisch von vergesellschafteten Feenkrebse (und möglicherweise auch Muschelschalern). Die Tatsache, dass der zweite Rückenschaler des Gebiets, *L. apus* nur mit wenigen anderen Groß-Branchiopoden vergesellschaftet ist, hat phänologische Gründe. In Österreich kommen nur wenige charakteristische Kaltwasserarten vor, deren Vorkommen zeitlich von denen der anderen Groß-Branchiopoden getrennt sind. Vergleichbar isoliert von anderen Arten kommen die für die alkalischen Sodalacken des Seewinkels charakteristischen *Branchinecta*-Arten vor. Für seltene Arten wie z. B. *C. carnuntanus* sind die vorliegenden Daten zu wenig aussagekräftig.

Die Häufung gemeinsamer Vorkommen bei den Conchostraken (Tab. 1, 2) läßt auf ähnliche ökologische Ansprüche der heimischen Muschelschaler schließen - mit Ausnahme des "Frühjahrs-Muschelschalers" *C. tetracerus*.

Die Groß-Branchiopoden-Fauna Österreichs vereinigt biogeographisch mittel-, süd- und osteuropäische sowie pannonische Elemente. *Chirocephalus shadini* und *C. carnuntanus* zeigen hier ihren westlichsten Verbreitungspunkt, *E. ticinensis* erreicht hier ihre nördliche Verbreitungsgrenze. Mit Ausnahme eines disjunkten Fundortes in Südfrankreich ist *I. yeyetta* im pannonischen Raum zwischen Österreich und Rumänien verbreitet (BRTEK & THIÉRY 1995). *Streptocephalus torvicornis* ist eine afro-arabische Art, die Europa seit der letzten Eiszeit von Westen und Osten zurückerobert (DUMONT & al. 1995). In Österreich ist die östliche Subspecies, *S. t. torvicornis*, vertreten.

Alle anderen in Österreich lebenden Arten sind in ganz Europa vertreten, wobei die beiden Arten der Gattung *Branchinecta* Leitarten alkalischer Sodalacken in den Steppen Zentralspaniens, der pannonischen Tiefebene und Osteuropas sind.

In jedem Gebiet spiegeln die Verteilungsmuster des Zooplanktons in gewisser Weise dessen chemische und physikalische Faktoren (DODSON 1979). Dennoch kann die Artenzusammensetzung in Gewässern des selben Areals stark und unvorhersehbar variieren. Solche Schwankungen können auf das "Talling'sche Zufalls-Moment" (JEFFRIES 1988) zurückgeführt werden: Nicht jede Art muss notwendigerweise alle ihr theoretisch zur Verfügung stehenden Habitate besiedeln. Eine Analyse möglicher Einnischungs- und Konkurrenzphänomene ist jedenfalls erst nach dem Vorliegen autökologischer Daten aus Labor und Freiland möglich.

Danksagung

Die faunistischen Untersuchungen an Groß-Branchiopoden (Leitung: W. Hödl) wurden dankenswerterweise vom Amt der NÖ. Landesregierung, Abt. RU-5 (Naturschutz) sowie vom Amt der Burgenl. Landesregierung, Abt. IV (Naturschutz) finanziert. Wichtige Fundorthinweise verdanken wir C. Baumgartner, G. Bieringer, B. Brychta, E. Christian, H. Groß, J. Gruber, R. Ille, B. Kohler, I. Korner, E. Kusel, G. Lutschinger, M. Maslo, N. Milasowszky, G. Navara, I. Oberleitner, H. Palme, M. Pintar, M. Plöchl, E. Rieder, H. Sampl, W. Schedl, T. Schlögl, T. Schlosser, A. Schuster, U. Straka, U. Tessenow, N. Weißenböck, W. Weißmair, A. Welzl und T. Zuna-Kratky. S. Eder-Steiner, K. Haas, E. Hödl, E. Kaiser, B. Korinek und weitere Kollegen unterstützten uns bei der Freilandarbeit.

Literatur

- ALONSO, M. 1985: A survey of the Spanish Euphyllopoda. – *Miscellanea Zoologica* (Barcelona) 9: 179-208.
- ANDERSON, H. M., HUDSON, V. & LAW R. 1992: On the conditions for permanence of species in ecological communities. – *American Naturalist* 139: 663-668.
- BRTEK, J. & THIÉRY, A. 1995: The geographic distribution of the European Branchiopods (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). – *Hydrobiologia* 298: 263-280.
- DIMENTMAN, C. 1981: The rainpool ecosystems of Israel: Geographical distribution of freshwater Anostraca (Crustacea). – *Israel Journal of Zoology* 30: 1-15.
- DODSON, S.I. 1979: Body size patterns in arctic and temperate zooplankton. – *Limnology and Oceanography* 24: 940-949.

- DONALD, D. B. 1983: Erratic occurrence of anostracans in a temporary pool: colonization and extinction or adaptation to variation in annual weather? – Canadian Journal of Zoology 31: 1492-1498.
- DUMONT, H., MERTENS, J. & A. M. MAEDA-MARTINEZ, 1995: Historical biogeography and morphological differentiation of *Streptocephalus torvicornis* (WAGA) since the Würm III-glaciation. – Hydrobiologia 298: 281-286.
- EDER, E. 1996a: Artenschutzstudie "Urzeitkrebse". Monitoring und Umsetzung von Schutzmaßnahmen in Niederösterreich 1996. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag des NÖ. Landschaftsfonds, 62 pp.
- EDER, E. 1996b: Erfolg für Ökowerflächen. Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsformen auf die "Urzeitkrebse". – March-Thaya-Forum 2/96: 6.
- EDER, E. 1998: Artenschutzstudie Urzeitkrebse 1998, mit besonderer Berücksichtigung von Monitoring, Umsetzung und Roter Liste. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag des NÖ. Landschaftsfonds, 64 pp.
- EDER, E. & HÖDL, W. 1995: Urzeitkrebse Ostösterreichs. Kartierungen 1994 & 1995. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag der Naturschutzabteilungen der NÖ und Bgld. Landesregierungen, 279 pp.
- EDER, E., W. HÖDL & GOTTWALD R. 1997: Distribution and phenology of large branchiopods in Austria. – Hydrobiologia 359: 13 - 22.
- FLÖSSNER, D. 1972: Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. – Die Tierwelt Deutschlands, G.Fischer, Jena, 501 pp.
- GALLAGHER, S. 1996: Seasonal occurrence and habitat characteristics of some vernal pool Branchiopoda in Northern California, U.S.A. – Journal of Crustacean Biology 16: 323-329.
- GAUTHIER, H., 1933: Nouvelle recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. – Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique 24: 63-68.
- GEDDES, M. C. 1983: Biogeography and ecology of Australian Anostraca (Crustacea: Branchiopoda). – Memoirs of the Australian Museum 18: 155-163.
- GISSLER C. F. 1883: Miscellaneous notes on the productive habits of Branchipodidae. In: Packard, A. S. (Ed.), A monograph of the phyllopod Crustacea of North America with remarks on the order Phyllocarida. – Annals and Reports of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories 12: 295-592.
- GOTTWALD, R. 1999: Zur Phänologie von Groß-Branchiopoden der Unteren March-Auen. – Diplomarbeit, Universität Wien, 245 pp.
- HAMER, M. C. & APPLETON, C. C. 1991. Physical and chemical characteristics and phyllopod fauna of temporary pools in north-eastern Natal. – Hydrobiologia 212: 105-116.
- HÖDL, W. & RIEDER, E. 1993: Urzeitkrebse an der March. – Verein zur Erhaltung und Förderung ländlicher Lebensräume (Distelverein), Orth/Donau, 51 pp.
- JEFFRIES, M. 1988: Measuring Talling's element of chance in pond populations. – Freshwater Biology 20; 383-393.
- JUNGWIRTH, M. 1973: Populationsdynamik und Populationsrate von *Branchinecta orientalis* (G.O. SARS) in der Birnbaumlacke (Seewinkel, Burgenland) unter besonderer Berücksichtigung der limnologischen Bedingungen des Gewässers. – Dissertation, Universität Wien, 187 pp.
- KING, J. L., SIMOVICH, M. A. & BRUSCA, R. C. 1996: Species richness, endemism and ecology of crustacean assemblages in northern California vernal pools. – Hydrobiologia 328: 85-116.
- LÉPINEY, L. DE 1961: Recherches écologiques et biologiques sur les crustacés de deux mares temporaires. – Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, Série Zoologie 25: 5-75.

- LÖFFLER, H. 1957: Vergleichende limnologische Untersuchungen an den Gewässern des Seewinkels (Burgenland). – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 97: 27-52.
- LÖFFLER, H. 1959: Zur Limnologie, Entomostraken- und Rotatorienfauna des Seewinkelgebietes (Burgenland, Österreich). – Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung I 168(4,5): 315-362.
- MAEDA-MARTÍNEZ, A. M., BELK, D., OBREGÓN-BARBOZA, H. & DUMONT H. J. 1997: Large branchiopod assemblages common to Mexico and the United States. – Hydrobiologia 359: 45-62.
- MARSCHITZ, G. & KÄFEL, G. 1993. Über das Vorkommen anostraker und notostraker Krebse an den Flüssen Thaya und Obere March. Ergebnisse 1993. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Distelvereins, 36 pp.
- METZ, H. & FORRÓ, L. 1989. Contributions to the knowledge of the chemistry and crustacean zooplankton of sodic waters: the Seewinkel pans revisited. – BFB-Bericht 70: 1-73
- MOORE, W. G. 1963: Some interspecies relationships in Anostraca populations of certain Louisiana ponds. – Ecology 44: 131-134.
- MURA, G. 1985. Preliminary report on the sympatric occurrence of two species of fairy shrimps (Crustacea, Anostraca) in some temporary ponds from Italy. – Rivista di Idrobiologia 24: 73-82.
- PACKARD, A. S. 1877: Description of new phyllopod crustacea from the West. – Bulletin of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories 3: 171-179.
- PETROV, B. & CETKOVIC, D. M. 1997. Community structure of branchiopods (Anostraca, Notostraca and Conchostraca) in the Banat province in Yugoslavia. – Hydrobiologia 359: 23-28.
- PROPHET, C. W. 1963. Physical-chemical characteristics of habitats and seasonal occurrence of some Anostraca in Oklahoma and Kansas. – Ecology 44: 798-801.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1966: Ecological methods. – Methuen & Co. Ltd., London, 391 pp.
- SUBLETTE, J. E. & SUBLETTE M. S. 1967. The limnology of playa lakes on the Llano Estacado, New Mexico and Texas. – South Western Naturalist 12: 369-406.
- THIÉRY, A. 1991. Multispecies coexistence of branchiopods (Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) in temporary ponds of Chaouia plain (western Morocco): sympatry or syntopy between usually allopatric species. – Hydrobiologia 212: 117-136.
- VEKHOFF, N. V. 1997. Large branchiopod Crustacea (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) of the Barents Region in Russia. – Hydrobiologia 359: 71-76.
- VORNATSCHER, J. 1968. Anostraca, Notostraca, Conchostraca. – Catalogus Faunae Austriae VIIIaa. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, 5 pp.
- WEISE, J. G. 1964: An aggregation of phyllopods. – Transactions of the Kansas Academy of Sciences 67: 206-207.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [101B](#)

Autor(en)/Author(s): Eder Erich, Gottwald Renate

Artikel/Article: ["Co-occurrence" - ein Beitrag zur Synökologie der Groß-Branchiopoden. 465-473](#)