

Der Bremer Stadtgraben – die derzeitige Besiedlung mit Cladocera, calanoiden Copepoda und Ostracoda (Crustacea), mit einer Betrachtung der historischen Entwicklung des Gewässers

Gerd-Oltmann Brandorff, Werner Hollwedel, Burkhard Scharf & Finn Andreas Viehberg

Summary: The moat of Bremen—colonization with Cladocera, calanoid Copepoda and Ostracoda (Crustacea), with remarks on the historical development of the water body. – The historical development of the moat of Bremen is described for the understanding of the recent colonization of the habitat by cladocerans, calanoid copepods and ostracods. In 2009 and 2010, 45 cladoceran, 5 calanoid copepod, and 21 ostracod species were found in the moat. Today the moat is divided in six basins by the construction of bridges. Each basin has characteristic physical and chemical parameters and a specific colonization. The inflow of salty water of the river Weser has an important impact on the physical and chemical parameters and the colonization. Brackish water species are imported by this inflow, but only few of these species are able to build stable populations. Neozoa were found in the moat. A cysticercus of a tapeworm was detected in an ostracod. The colonization of the moat of Bremen differs from that of the moat of Greifswald and of the municipal pond of Oldenburg.

Zusammenfassung: Zum Verständnis der derzeitigen Besiedlung des Bremer Stadtgrabens mit Cladoceren, calanoiden Copepoden und Ostracoden wird die historische Entwicklung des Gewässers vorangestellt. Die Untersuchung des Stadtgrabens in den Jahren 2009 und 2010 ergab 45 Cladoceren-, 5 calanoiden Copepoden- und 21 Ostracoden-Arten. Der Stadtgraben ist heute durch enge Durchlässe unter Straßenbrücken in sechs Becken unterteilt. Die einzelnen Becken unterscheiden sich in ihren physikalischen und chemischen Parametern und in ihrer Besiedlung. Einen wesentlichen Einfluss hat der Zufluss von salzhaltigem Weserwasser, der zur Haltung des Wasserstandes im Stadtgraben erforderlich ist. Über diesen Zufluss werden Brackwasserarten eingetragen, von denen aber nur wenige eine stabile Population aufbauen konnten. Im Stadtgraben konnten auch Neozoen festgestellt werden. Die Finne eines Bandwurmes wurde in einem Ostracoden entdeckt. Die Besiedlung des Bremer Stadtgrabens unterscheidet sich von der des Oldenburger Dobben und der des Greifswalder Stadtgrabens.

1 EINLEITUNG

Die Crustaceen im Süßwasser, mit Cladoceren, Copepoden und Ostracoden, sind eine wichtige Lebensgemeinschaft, die Energie und Stoffe zwischen Produzenten und Konsumenten im Nahrungsnetz eines Gewässers umsetzt (WILLIAMSON & REID 2001). Viele Cladoceren und calanoide Copepoden sind zum Teil sehr effektive Filtrierer von Algen. Substratgebundene Cladoceren und Ostracoden leben von Algen oder organischem Detritus. Alle Crustaceen werden ihrerseits von den meisten Jungfischen und etlichen adulten Fischen gefressen. Andererseits gibt es unter den Cladoceren und vor allem bei den cyclopoiden Copepoden einige Arten, die räuberisch leben. Cladoceren, Copepoden und Ostracoden sind mikroskopisch kleine Organismen, die weltweit in allen möglichen Wasseransammlungen leben. Allerdings kommen nicht alle Arten überall vor, sie

sind abhängig von ihrer historischen Entwicklung und ökologischen Faktoren wie Temperatur und Wasserchemismus, Größe des Gewässers, dem Vorkommen von Makrophyten und nicht zuletzt von Fressfeinden wie Fische und einigen räuberischen aquatischen Invertebraten. Die frühere Vorstellung, dass sehr viele kleine Süßwasserorganismen kosmopolitisch verbreitet sind, wird immer mehr in Zweifel gezogen (FORRÓ & al. 2008, FREY 1982) und durch genauere morphologische Untersuchungen auch belegt (VAN DAMME & DUMONT 2008). Das weist darauf hin, dass regionale Untersuchungen der aquatischen Fauna nach modernen taxonomischen Kriterien nach wie vor wichtig sind, um die Verbreitung einzelner Arten darzulegen.

Ende des 19. bis Anfang des 20. Jahrhunderts waren etliche Forscher unterwegs, um Tiere aus Seen und Teichen zu sammeln, beziehungsweise Material zu bestimmen, das ihnen zugesandt wurde. In

Diese Arbeit ist dem verdienten Cladoceren-Forscher Herrn Dr. Dietrich Flößner zum 80. Geburtstag (28. Juni 2012) gewidmet.

Europa waren das u. a. SARS (1902, 1928) in Norwegen, LILLJEBORG (1900) und ALM (1916) in Schweden, WESENBERG-LUND (1904) in Dänemark, BAIRD (1850) in Großbritannien, GUERNE & RICHARD (1889) in Frankreich und JURINE (1820) sowie KAUFMANN (1896, 1900) in der Schweiz. Auch in Deutschland gab es Forscher, die sich mit dem Süßwasser beschäftigten. Hier ist besonders ZACHARIAS (1895) mit seiner 1891 gegründeten Biologischen Station zu Plön zu nennen, der Forschungsberichte herausgab. Weiterhin waren es LEYDIG (1860), SCHMEIL (1898), EYLMANN (1886) und MÜLLER (1900). In Bremen und Umgebung waren auch Wissenschaftler wie POPPE (1889), FOCKE (1844) und LEMMERMANN (1907) tätig. Es waren also viele Forscher unterwegs, die sowohl lokale Faunen bearbeiteten als auch weltweit tätig waren. Der Bremer Stadtgraben war in den Fundortlisten einiger Untersucher dabei, aber immer nur unter anderen Gewässern und mit einzelnen Tiergruppen: FOCKE (1844; Cladoceren), REHBERG (1880; calanoide, cyclopoide und harpacticoide Copepoden), BORCHERDING (1883; Muscheln), POPPE (1889; Cladoceren, calanoide, cyclopoide und harpacticoide Copepoden und Ostracoden). FOCKE (1866a, b) hat vor dem Bremer Naturwissenschaftlichen Verein Vorträge zu Aspekten des Stadtgrabens gehalten, und zwar zur Grünfärbung und über *Leptodora kindtii*.

Die Initialzündung für unsere Untersuchung war die Anfrage von Prof. Dr. Henri Dumont aus Gent, Belgien, ob die Cladocere *Leptodora kindtii* noch im Bremer Stadtgraben vorkommt, von wo sie 1844 von Focke beschrieben wurde (DUMONT & HOLWEDEL 2009). Außerdem sollten genetische Untersuchungen an den Tieren durchgeführt werden (XU & al. 2011). Die Suche hatte Erfolg und die Idee wurde geboren, das Gewässer intensiver zu untersuchen und calanoide Copepoden sowie Ostracoden mit einzubeziehen, zumal die letzten Angaben über Crustaceen fast 130 Jahre zurück lagen und mengenmäßige und jahreszeitliche Vorkommen bisher gar nicht bekannt waren.

Ein Motto für unsere Arbeit fand sich in der Publikation von REHBERG (1880): „Ein sehr günstiger Aufenthalt und Vermehrungsplatz für die Crustaceen ist der Bremer Stadtgraben, der ja schon als erster Lieferant der *Leptodora Kindtii* G. W. Focke bekannt geworden ist. Sämtliche dem Wesergebiet angehörigen Arten, die man nur einzeln hinter Schlengen der Weser, in Häfen und sonstigen Gewässern des Aussendeichslandes findet, sind hier in erstaunlicher Individuenzahl vorhanden, was vielleicht darin seinen Grund hat, dass das Wasser ruhig ist, während es durch anhaltendes Hinzupumpen von Weserwasser frisch gehalten wird.“ Dieses ist auch heute noch gültig, wobei die Frische des Weserwassers in Zweifel gezogen werden kann. Da zur Biologie des Bremer Stadtgrabens nur Angaben aus dem 19. Jahrhundert vorlagen, erschien es gegeben zu versuchen, die historische Entwicklung dieses Gewässers nachzuvollziehen.

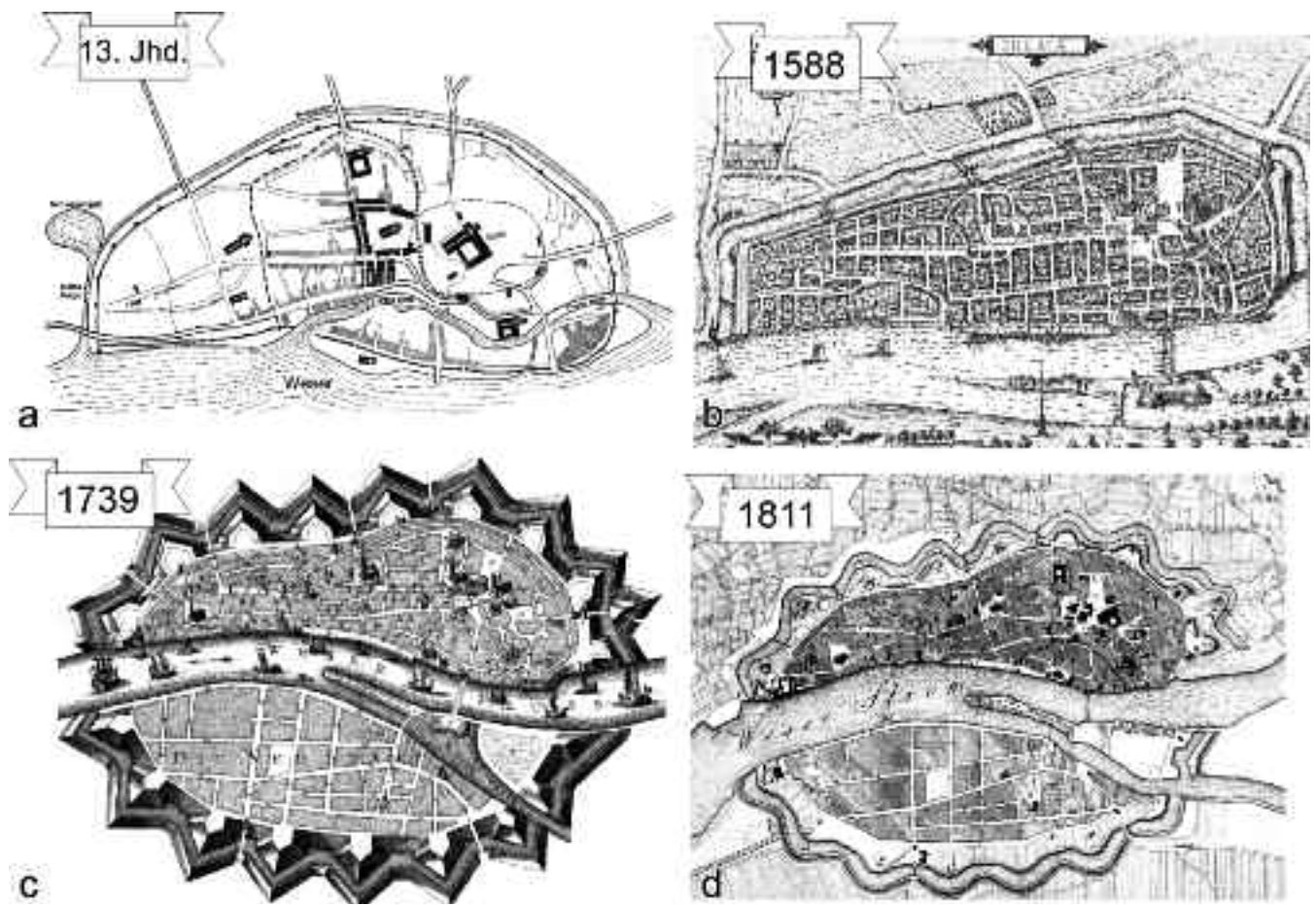
2 UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

2.1.1 Historie

In den vorigen Jahrhunderten waren Stadtbefestigungen wegen häufiger Kriege wichtige Anlagen zur Verteidigung einer Stadt. Zu einer solchen gehörte immer auch ein Gewässer, ein Stadtgraben, um es dem Feind zu erschweren, die Stadt anzugreifen. Ein von SCHWARZWÄLDER (1955) rekonstruierter Plan der Stadt in der Stauferzeit (Abb. 1a) zeigt eine Stadtmauer mit einem Graben, der wohl nicht immer Wasser führte (BUCHENAU 1900). Sicher nachgewiesen ist dieser Graben nicht, seine Existenz aber sehr wahrscheinlich (BUBKE 2007). Allerdings umfasste die Mauer noch nicht das Stephaniviertel. Als Grenze im Nordwesten wurde ein Weserarm, die kleine Balge, genutzt, sozusagen als natürlicher Stadtgraben, in die das Schwanengatt durch „Hasen“ genannte Abzugsröhren entwässert wurde (BUBKE 2007, SCHWARZWÄLDER 1955, STEIN 1961). Laut SCHWARZWÄLDER (1995) wird die Stadtmauer 1229 urkundlich erwähnt, aber wohl in den Jahren vorher entstanden sein. Wie der Graben mit der Weser in Verbindung stand, war nicht zu klären. Zumindest Teile im Osten dieses Grabens stimmen lagemäßig in etwa mit dem heutigen Stadtgraben überein, allerdings ist der Graben durch seine Verbreiterung, den Bau eines Walles und später der Bastionen immer weiter nach außen gerückt (Abb. 1 & 2). Insgesamt ist der Stadtgraben im heutigen Verlauf ein künstliches Gewässer, d. h. es ist dafür kein schon vorhandenes natürliches Gewässer ausgebaut worden (BUCHENAU 1900). Der Außenrand (Contrescarpe) muss erhöht gebaut worden sein, damit das Wasser nicht ins Blockland wegfließen konnte.

1304 oder 1305 erhielt auch das Stephaniviertel eine Mauer mit Graben (BUCHENAU 1896), die allerdings noch nicht an die schon bestehende anschloss, weil dazwischen das Schwanengatt lag. Um 1500 bestand die Stadtbefestigung aus der Stadtmauer mit 22 Türmen, sechs Toren und dem Stadtgraben. Allerdings war dies kein ausreichender Schutz gegen Kanonen. Wohl in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts wurde vor der Mauer ein Erdwall aufgeschüttet, indem man das Material aus dem Stadtgraben holte, der auf diese Weise verbreitert und vertieft wurde. Zur Erhöhung des Walls wurde zeitweise der Unrat der Stadt genommen (SCHWARZWÄLDER 1995). Welche Auswirkungen dies auf die Wasserqualität des Stadtgrabens hatte, kann man nur vermuten, es wird zur Verunreinigung beigetragen haben. Im 16. Jahrhundert wurde immer wieder an der Stadtbefestigung gebaut, indem der Stadtgraben in Teilen auf 2 m vertieft und auf 30 m verbreitert sowie der Wall verstärkt wurde (HOLZNER-RABE 2001). Das Schwanengatt wurde 1547 durchgedeicht, später zugeschüttet und 1550 ein Rondell gebaut,



da dies eine Schwachstelle in der Befestigung war. Der Zustand dürfte etwa dem entsprochen haben, der von BRAUN & HOGENBERG (1598) dargestellt wurde (Abb. 1b).

Der Stadtgraben hatte wohl immer wieder mit erheblichen Wasserqualitätsproblemen zu kämpfen, weil er von den Anwohnern vielfältig genutzt wurde (z. B. Müllentsorgung), was unter anderem zur Verschlammung des Gewässers führte. 1376 wird berichtet, dass in kurzer Zeit der stark verschlammte Graben um die Stadt gesäubert wurde (RENNER 1995). Anzunehmen ist, dass es im Stadtgraben Wasserpflanzen gab, unter denen sich Hechte verstecken konnten, diese wurden nämlich 1580 für ein Festmahl aus dem Stadtgraben geholt (SCHWARZWÄLDER 1995). Das Vorhandensein von Hechten lässt auch auf eine reichhaltige Friedfischfauna und eine Eutrophierung des Gewässers schließen.

Die Erkenntnis, dass die Befestigungsanlagen der Stadt einem stärkeren Einsatz von Artillerie nicht standgehalten hätten, führte dazu, dass Rijkswijk 1601 beauftragt wurde, ein Gutachten für die Verbesserung zu erstellen. Dieses sah vor, acht Spitzbastionen in der Altstadt und sieben in der Neustadt zu bauen. Aufgrund fehlender finanzieller Mittel wurde die Modernisierung erst 1663 abgeschlossen. Bremen war zu damaliger Zeit eine der modernsten Festungen Europas (SCHWARZWÄLDER 1995). Die Karte von SEUTTER (1739) (Abb.

1c) zeigt deutlich die herausspringenden Bastionen mit dem davor liegenden Stadtgraben. Er ist gekennzeichnet durch eine strenge, gleichmäßige Breite und war durch Batardeus oder Bären mit der Weser verbunden, d. h. an der Weser wurde der Stadtgraben durch Mauern quer durchzogen. In diesen Mauern befanden sich Schleusen in kleinen Türmchen oder Häuschen, die mitten auf der Mauer saßen (Abb. 2). Durch diese Schleusen konnte während des Hochwassers in der Weser Wasser in den Stadtgraben gelassen werden, um dort den Wasserstand zu halten. Es kam vor, dass die Bären dem hohen Wasserdruck von der Weser nicht standhielten und brachen. So brach 1677 der Bär beim Ostertor, in der Folge brach der Damm im Stadtgraben beim Herdentor und spülte eine Brake aus (heutige Straße ‚Auf der Brake‘) (BUCHENAU 1900).

Immer wieder wurde festgestellt, dass die Befestigungsanlagen stark vernachlässigt und teilweise ruiniert waren (1721, Ende des 18. Jahrhunderts) (SCHWARZWÄLDER 1995). In welchem Maße dies auch den Stadtgraben und seiner Wasserqualität betraf, kann nicht gesagt werden.

Schon im Siebenjährigen Krieg hatte sich gezeigt, dass die bisherige Stadtbefestigung die Stadt nicht mehr wirkungsvoll schützen konnte. So wurde 1802 vom Rat und von der Bürgerschaft beschlossen, die Bastionen zu schleifen und die Befestigungsanlage in eine öffentliche Grünanlage

Abb. 1: Historische Entwicklung des Bremer Stadtgrabens. a) 13. Jhd., Karte leicht verändert nach SCHWARZWÄLDER (1955); b) 1588 veröffentlicht, nach BRAUN & HOGENBERG (1598); c) 1739, nach SEUTTER (1739); d) 1811, nach RUETE & al. (ca. 1811).



Abb. 2: Der Bremer Stadtgraben im Jahr nach 1640. In der Karte ist rechts der Ostertorsbär vergrößert herausgehoben, im nördlichen Teil sind die projektierten Bastionen als Striche dargestellt. Kartengrundlage: ANONYMUS (nach 1640).

umzuwandeln. Der Stadtgraben erhielt in etwa seine heutige Form, indem die gezackte Form des Gewässers abgerundet wurde (Abb. 1d). Er sollte in einen sich durch natürliche Buchten krümmenden Fluss transformiert werden (MÜLLER-GLASSL 2002). 1810 waren die Wallanlagen fertig gestellt. Dabei wurde auch das Angenehme mit dem Nützlichen verbunden, indem Holzverkauf, Graslandschnitt vom Wall und die Fischerei im Stadtgraben verpachtet wurden.

Schon 1813 begannen Veränderungen am Stadtgraben, die meistens mit Flächenverlusten einhergingen. Zuerst wurden die langen Holzbrücken durch Erddämme mit kurzen Steinbrücken ersetzt. Das führte zu Einengungen und der flussartige Charakter des Stadtgrabens ging mehr und mehr verloren. Am Ostertor wurde der Zugang zur Stadt auf 12,6 m verbreitert. Mit dem Bau der Eisenbahnlinie vom Bahnhof zum Weserbahnhof (1857) und später der Linie nach Oldenburg (1865 Bau der Eisenbahnbrücke über die Weser, Eröffnung der Strecke 1867) sowie dem Bau der Stephanibrücke wurden im Nordwesten Teile des Stadtgrabens zugeschüttet. Der Ablauf des Stadtgrabens verläuft seitdem von der Eduard-Schopf-Allee unter dem Focke-Garten in einem Rohr, das in die Weser unter der Eisenbahnbrücke mündet (Abb. 3i). Beim Ausbau des Weserbahnhofs (1857/59) verschwand der Stephanitorsbär (SCHWARZWÄLDER 2003).

Der Ostertorsbär wurde 1850 durch einen Damm ersetzt. Aufgrund dieser Abdämmung und Vertiefungen der Weser musste schon 1851 hier eine Pumpe installiert werden, um Wasser aus der Weser in den Stadtgraben zu pumpen. Allerdings scheint die Menge oder Qualität dieses Wassers nicht ausgereicht zu haben, den Stadtgraben vor negativen Einflüssen zu bewahren. So wird von Massenvermehrungen von schleimigen Algen (*Coccodea viridis*, ein fädiges Cyanobakterium) berichtet (BUCHENAU 1900), die in heißen Sommern beim Absterben zu Geruchsbelästigungen geführt haben. Aber auch vor der Installation

der Pumpen hat es solche Phänomene gegeben: „Geruch, welcher deutlich die Gährung faulender vegetabilischer Substanzen in ihm verrät“ (HEINEKEN 1836). Regelmäßige Entschlammung sollte diesem Übelstand abhelfen.

1953 wurde der Stadtgraben als Arbeitsbeschaffungsmaßnahme entschlammt. Dafür ließ man das Wasser ab und entfernte den bis zu einen Meter dicken Schlamm mit Schubkarren, Loren und Pferdegespannen (MÖLLER & BACKES 2002). 1998/99 musste erneut entschlammt werden, weil die Durchflüsse unter den Straßen zum Teil verstopft waren, es zu Algenblüten und Geruchsbelästigungen gekommen war und es auch Infektionen (Botulismus) der Stockenten gab (MÖLLER & BACKES 2002). Dieses Mal wurde die Entschlammung mit einem Saugbagger und einer Zyklonanlage zur Entwässerung des Sedimentes und zur Abtrennung des Sandes vom Schlamm durchgeführt. Die im Gewässer lebenden Fische wurden mit Hilfe der Elektrofischerei vor der Entschlammung entnommen und in Teile des Stadtgrabens gesetzt, in denen die Beeinträchtigung durch die Maßnahme klein war. Nach der Entschlammung war das Gewässer 20–30 cm tiefer, an einigen Stellen auch mehr (THOBOR 2000). Außerdem wurden die Uferbefestigungen erneuert.

Mit der Erhöhung der Einwohnerzahl, der Ausweitung des Stadtgebietes und des technischen Fortschritts erhöhte sich die Mobilität der Einwohner und dabei wurden die Wallanlagen zu einer Barriere (MÖLLER 2002). Dafür mussten immer wieder die Straßenbrücken verbreitert werden, wobei für den Stadtgraben nur enge, dunkle Durchlässe übrig blieben (Abb. 3g).

Über die Qualität des Wassers im Stadtgraben selbst gibt es keine direkten Dokumente, insofern kann nur aufgrund anderer Aussagen auf den Stadtgraben geschlossen werden. Die Befestigungsanlagen der Stadt hatten nur dann Sinn, wenn auch freie Sicht auf die möglichen Angreifer gegeben war. Dies führte immer wieder dazu, dass an den Anlagen und im Vorfeld Bäume und



Abb. 3: Die Probestellen, Pfeile deuten auf die genaue Lage. a) Probestelle 1; b) Probestelle 2; c) Probestelle 3; d) Probestelle 4; e) Probestelle 5; f) Probestelle 6; g) Straßendurchlass am Doventor (zwischen Probestelle 1 und 2); h) Einlauf (Wasserstrudel) des Weserwassers über die Pumpe bei Probestelle 6; i) Auslauf des Stadtgrabens in die Weser unterhalb der Eisenbahnbrücke.

Sträucher entfernt wurden, so z. B. 1512 (SCHWARZWÄLDER 1995). Auch der Bau der Spitzbastionen z. B. ließ keinen Baumbestand zu. Dies bedeutete für den Stadtgraben, dass er einer starken Sonnenbestrahlung ausgesetzt war mit der Folge, dass im Sommer hohe Temperaturen im Gewässer zu erwarten waren. Dadurch kam es zeitweise zu Massenvermehrungen von Algen und zu Geruchsbelästigungen (s. o.). Die fehlende Beschattung und die geringe Wassertiefe ließen zum Teil auch das Wachstum von höheren Wasserpflanzen zu, was durch das Vorkommen von Hechten auch vermutet werden muss (s. o. 1580). Eine teilweise Beschattung ergab sich erst ab 1802 mit der Errichtung einer Parkanlage und der Pflanzung von Bäumen auf dem Wall und am Stadtgraben. REHBERG (1880) beschreibt, dass das Wasser ruhig ist, während es durch anhaltendes Hinzupumpen von Weserwasser frisch gehalten wird, was wohl nicht immer gewährleistet war.

Es sei hier noch angemerkt, dass vom Stadtgraben auf der Neustädter Seite als Gewässer nur die Piepe übrig geblieben ist.

2.1.2 Lage

Das ältere Bremen liegt auf einem von Nordwest nach Südost verlaufenden ca. 11 km langen Dünenzug, der von Bremen Burg über Mahndorf bis zur Achimer Geest reicht und der beim Bremer Domshof eine Höhe von 13,2 m ü. NN hat. Der Stadtgraben liegt in dieser naturräumlichen Landschaftseinheit der Bremer Düne. Das Gewässer ist eingebettet in den Dünenansand, der auf einem feinsandigen-torfigen Schluff liegen, der Sandfens-ter hat. So kann das Wasser versickern, was ausge-

glichen werden muss, indem Wasser aus der Weser zugeführt wird. Da dies schon lange durchgeführt wird, hat die Wasserqualität der Weser einen wesentlichen Einfluss auf das Wasser des Stadtgrabens, vor allem auf den südöstlichen Teil.

Abb. 4 veranschaulicht die Höhenlage und die mittleren Tidewasserstände in der Weser und im Stadtgraben. Obwohl die Weser in der Neuzeit stark vertieft wurde und die Tide 3 m beträgt, sind die mittleren Tidehochwasserstände im Vergleich zu 1884/88 nicht wesentlich verändert. Früher konnte das Wasser aus der Weser bei Tidehochwasser durch die Bären frei in den Stadtgraben fließen. Seit mehr als 120 Jahren ist eine Pumpe im

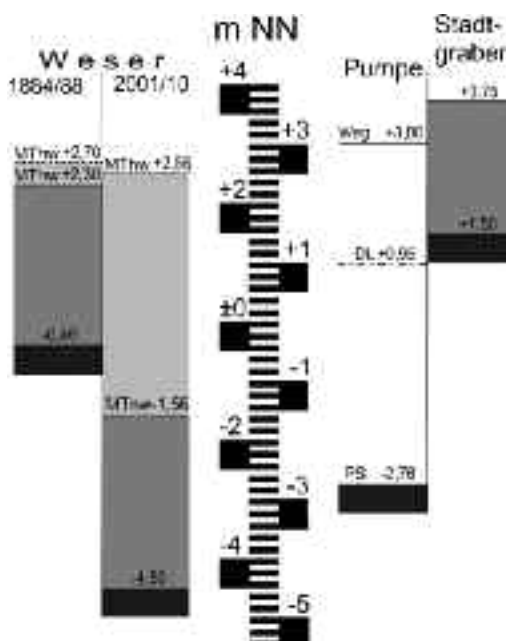


Abb. 4: Wasserstandsverhältnisse in der Weser und dem Bremer Stadtgraben. Links Sohle und mittlere Tidewasserstände der Weser Ende des 19. Jahrhunderts und heute. Rechts sind der Pumpensumpf (PS), die abgehende Druckleitung (DL) zum Stadtgraben, der Weg an der Weser (Weg) und die Höhenverhältnisse im Stadtgraben dargestellt. Dunkelgrau ist der feste Grund, mittleres grau der normale Wasserstand und hellgrau die Wasserstandsschwankung. Daten aus: WETZEL (1988), Wasser- und Schifffahrtsamt Bremen und hanseWasser (schr. Mitt.).

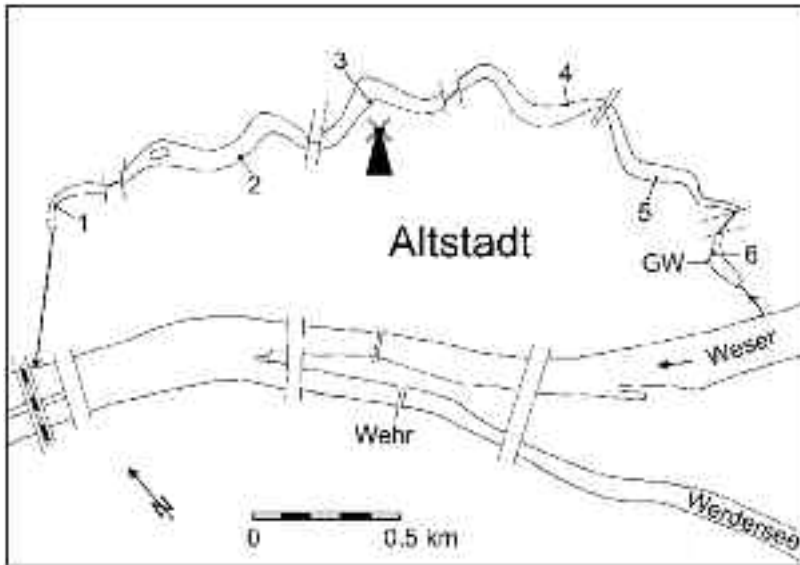


Abb. 5: Lage der Probestellen im Bremer Stadtgraben, Pfeile weisen auf den Zu- und Ablauf hin, bzw. auf die Fließrichtung der Weser. GW = Einleitung von Grundwasser aus einer Baumaßnahme.

Ufer der Weser installiert, die den Stadtgraben mit Wasser (heute mit 100 Liter pro Sekunde maximal) versorgt (Abb. 3h). Der Stadtgraben hat eine Länge von 2800 Metern, mit einer Breite zwischen 12 und 52 Metern, durchschnittlich etwa 30 m. Die Straßendurchlässe machen ca. 8,2 % der Länge des Stadtgrabens aus. Der Stadtgraben ist heute etwa 2,5 bis 3 m tief. Unsere Probestellen sind in Abb. 5 eingezeichnet.

2.1.3 Beschreibung der Probestellen

Das Ufer war meist durch Bretter befestigt. Davor befand sich eine etwa 60 cm breite Steinbank, die bei niedrigem Wasserstand trocken fiel. Dann vertiefte sich das Gewässer vor allen Probestellen und hier gab es zum Teil freie Sandflächen, Beläge mit Blättern und submerse Makrophyten. Abb. 3 zeigt Fotografien von den Probestellen, einigen Durchlässen und dem Auslauf des Stadtgrabens in die Weser. Das Wasser war überall klar, nur an Probestelle 6 war es trübe.

Es wird die Anzahl der Bäume am Ufer und in der Umgebung bis zu 30 m von der Probestelle angegeben, weil das Laub ein wichtiges Substrat für die Mikrocrustaceen darstellt. Bäume, die direkt am Wasser stehen und deren Äste über das Gewässer reichen, sind mit einem * gekennzeichnet. Die Makrophyten im Wasser des Stadtgrabens werden von KUHBIER & KESEL (2013) behandelt.

Probestelle 1: Koordinaten 53° 05' 01" N, 8° 47' 38" O, vormittags schattig. Bäume: 1 *Stieleiche (*Quercus robur*), 1 Bergahorn (*Acer platanus*), 1 Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*), 1 Bitternuss (*Carya cordiformis*). Substrat: Sand, Laub, Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*).

Probestelle 2: Koordinaten 53° 04' 54" N, 8° 48' 07" O, vormittags teils sonnig, unter Hainbuche schattig. Bäume: 1 *Hainbuche (*Carpinus betulus*), 4 Hängebirken (*Betula pendula*). Substrat: Kies, Sand, Laub, Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*, *Enteromorpha intestinalis*).

Probestelle 3: Koordinaten 53° 04' 51" N, 8° 48' 26" O, vormittags schattig. Bäume: 2 *Stieleichen, 1 *Roteiche (*Quercus rubra*). Substrat: Sand, Laub, Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*).

Probestelle 4: Koordinaten 53° 04' 40" N, 8° 48' 44" O, vormittags sonnig. Bäume: 1 *Silberahorn (*Acer saccharinum*), 1 *Robinie (*Robinia pseudacacia*), 1 *Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Substrat: Freie Sandflächen, Dreiecksmuscheln (*Dreissena polymorpha*), Laub, Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*, *Elodea nuttallii*).

Probestelle 5: Koordinaten 53° 04' 31" N, 8° 48' 49" O, vormittags schattig. Bäume: 1 *Weißerle (*Alnus incana*), 1 Stieleiche. Substrat: Sand, Dreiecksmuscheln, viel Laub, Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*, wenig *Elodea nuttallii*, *Nuphar luteum* in einiger Entfernung).

Probestelle 6: Koordinaten 53° 04' 19" N, 8° 48' 51" O, vormittags sonnig. Bäume: 1 Gewöhnliche Platane (*Platanus x hispanica*), 1 Rotbuche (*Fagus sylvatica*), 1 Bergahorn. Substrat: 2 Lokalitäten nebeneinander: a) neben Steg unter Bäumen, toniges Substrat, Blätter b) neben Wiese, offener Himmel, Steine, Kies, Sand, Ton, wenig Makrophyten (*Ceratophyllum demersum*).

2.2 Methoden

2.2.1 Cladocera

Die planktischen Wasserflöhe (Cladoceren) wurden mit einem Wurfnetz zusammen mit den Copepoden gefangen. Für die litoralen und benthischen Arten wurde ein kleines Planktonnetz an einem Teleskopstock verwendet. Mit dem Netz wurde die Uferbefestigung abgestreift und das Sediment aufgewirbelt. Im Phytal wurde das Netz durch die Unterwasserpflanzen-Bestände geführt, die Schwimmblätter der Seerosen wurden gezielt an der Unterseite abgesammelt. Die Tiere wurden in Sammelgläsern in 4 % Formalin fixiert, zu Hause unter dem Mikroskop untersucht und nach LIEDER (1996) und FLÖSSNER (2000) bestimmt. Für neuere nomenklatorische Veränderungen der Gattung *Alona* wurde die Veröffentlichung von VAN DAMME & DUMONT (2008) herangezogen (*Alona rectangula* → *Coronatella rectangula*). Belegstücke der Arten wurden als Flüssigkeitspräparate in Formalin mit einer Zugabe von einigen Tropfen Glycerin konserviert. Von einigen Arten wurden Dauerpräparate mit Hydromatrix hergestellt. Die Sammlung wird im Museum für Natur und Mensch in Oldenburg aufbewahrt.

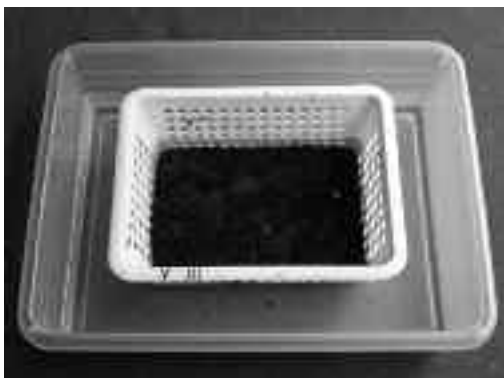
2.2.2 Calanoide Copepoda

Ein Wurfnetz, mit 20 cm Öffnungsdurchmesser, 40 cm Länge und 56 µm Maschenweite wurde dreibis viermal möglichst weit ins Gewässer geworfen, absinken gelassen und aus verschiedenen Tiefen wieder an Land gezogen. Die so gewonnenen

Tiere wurden in 4 % Formalin fixiert und unter dem Binokular oder Mikroskop bis zur Art bestimmt. Die benutzte Bestimmungsliteratur war KIEFER (1978) und EINSLE (1993). Die Tiere befinden sich in der Sammlung von G.-O. Brandorff. Aus der geworfenen Weite, Häufigkeit der Würfe und dem Öffnungsdurchmesser des Planktonnetzes ist die ungefähre Menge des filtrierten Wasser ermittelt worden. Von der Probe wurde ein aliquoter Teil gezählt und aus diesen Werten konnte die Zahl der Art pro Liter geschätzt werden. Gezählt wurden nur die adulten Tiere, da sowohl Nauplien als auch Copepodid-Stadien der einzelnen Arten nicht auseinander gehalten werden konnten. Die Gesamtzahl der Tiere im Gewässer ist also sehr viel höher. Die errechneten Werte pro Liter wurden in Häufigkeitsklassen eingeteilt (ARP 2005): selten = 1–5 Ind/l, wenig = 6–25 Ind/l, mittel = 26–125 Ind/l und häufig = 126–625 Ind/l.

2.2.3 Ostracoda

Die Muschelkrebse (Ostracoda) wurden mit einem Handkescher (200 µm Maschenweite) gefangen. Vor Ort wurden gleich die Sedimentanteile > 5 mm mit einem Sieb entfernt. Zu Hause wurde das Sediment in einen Mini-Waschkorb (12 x 16 cm) gegeben, der in einem größeren, mit Wasser gefüllten Becken stand (Abb. 6). Über Nacht wanderten die meisten Ostracoden aus dem kleinen Korb in das umgebende Becken aus, was das Absammeln der Tiere deutlich erleichterte. Die Tiere wurden 10 Sekunden lang in kochendes Wasser getaucht. Dadurch war der Carapax der meisten Tiere leicht geöffnet, was das spätere Präparieren vereinfachte. Bei der Herstellung von Dauerpräparaten erfolgte die Einbettung des Weichkörpers mit Hydromatrix. Die Tiere befinden sich in der Sammlung von B. Scharf. Zur Herstellung der rasterelektronischen Aufnahmen wurde der Carapax der Tiere geöffnet und der Weichkörper für ein Dauerpräparat entnommen. Die Klappen wurden über Nacht in 7 % KOH aufbewahrt, wodurch die Reste des Weichkörpers weitestgehend mazeriert wurden (MATZKE-KARASZ 1995). Die REM-Aufnahmen wurden im Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum der Universität Hamburg angefertigt.



2.2.4 Auswertungsmethoden

Ein Wert für die Stetigkeit des Auftretens einer Art ist die Konstanz C oder Frequenz. C [%] errechnet sich als Quotient aus der Anzahl der Stichproben n mit Art A, geteilt durch die Anzahl aller Stichproben $n \cdot 100$. Die Klasseneinteilung dabei ist:

$C \geq 71$ %	sehr konstant
$70 \% \geq 46$ %	konstant
$45 \% \geq 26$ %	wenig konstant
$25 \% \geq 10$ %	sporadisch
$C \leq 10$ %	zufällig

Die Dominanz oder relative Häufigkeit einer Art wird wie folgt berechnet:

$$D [\%] = n_i / N_a \cdot 100$$

dabei ist n_i = Individuenzahl der Art i und N_a = Anzahl der Individuen aller Arten. Die Klasseneinteilung folgt nach ENGELMANN (1978) und MÜHLENBERG (1989) (Tab. 1).

Tab. 1: Klasseneinteilung der Häufigkeit nach ENGELMANN (1978) und MÜHLENBERG (1989)

Klasse	Häufigkeit	
eudominant	32–100 %	Hauptarten
dominant	10–31,9 %	
subdominant	3,2–9,9 %	
rezedent	1,0–3,1 %	Begleit- oder Nebenarten
subrezedent	< 0,99 %	

Zur Beschreibung der Diversität wird der allgemein gebräuchliche Shannon-Index H' der Population bestimmt (SCHWERDTFEGER 1975), die aus N Individuen in S unterschiedlichen Arten besteht, von denen jeweils n_i zu einer Art gehören.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

p_i ist dabei der Anteil der jeweiligen Arten i an der Gesamtzahl N , also die relative Häufigkeit der einzelnen Arten.

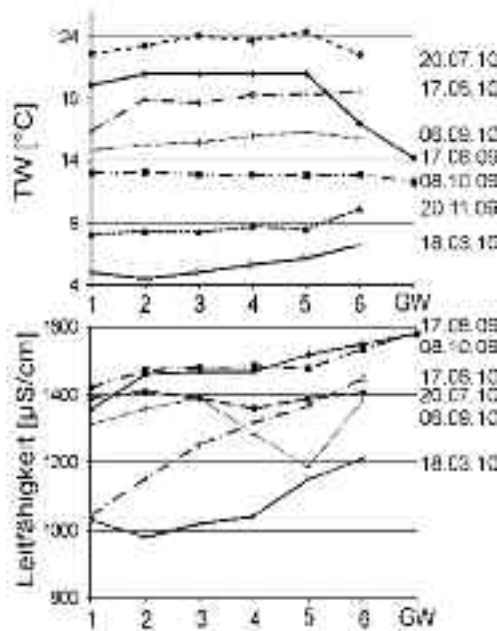
Das Maß der Artengleichheit oder Evenness E bezieht sich darauf, wie nahe sich in Zahlen Arten in der Umwelt sind. Mathematisch ist dieses als Ungleichheitsmaß definiert, ein Maß der Biodiversität, welche quantifiziert, wie numerisch gleich verteilt die Fauna ist:

$$E = H' / H_{\max} = H' / \ln S$$

Hierbei ist H' die vom Shannon-Index abgeleitete Zahl und $H_{\max}$ ist der maximal möglicher Diversitätswert, der sich bei gleicher Artenzahl, aber unter größtmöglicher Gleichverteilung der Individuen auf die bestehenden Arten ergeben würde (MÜHLENBERG 1989). E hat die Größe von 0 bis 1. Je kleiner die Streuung in der Fauna zwischen den einzelnen Arten, desto größer ist E . S ist die Gesamtanzahl der Arten.

Abb. 6: Mini-Waschkorb zum Trennen der Ostracoden vom Sediment.

Abb. 7: Eigene physikalische und chemische Messungen im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010. Temperatur und Leitfähigkeit des Wassers des Stadtgrabens an den Probestellen 1 bis 6 und der Grundwassereinleitung (GW) vom Umbau der Kunsthalle an Probestelle 6.



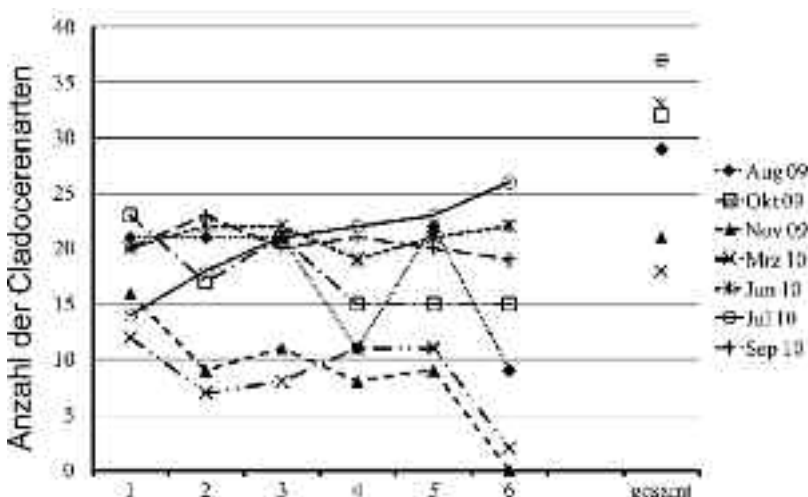
Die vorliegenden Umweltparameter (Wassertemperatur und Leitfähigkeit) und faunistischen Zählraten wurden mittels einer Hauptkomponentenanalyse ausgewertet. Die Faktoren wurden dann mit Hilfe einer Redundanzanalyse in Beziehung zu den bis zu zehn aussagekräftigsten Arten gruppenspezifisch durchgeführt, so konnten ökologische Präferenzen zweidimensional dargestellt werden.

3 ERGEBNISSE

3.1 Physikalische und chemische Parameter

Bei jeder Probenahme im Stadtgraben haben wir die Temperatur und die Leitfähigkeit an allen Probestellen gemessen (Abb. 7), zusätzlich in 2009 auch in der Grundwassereinleitung von der Baumaßnahme an der Kunsthalle. Die Wassertemperaturen zeigten den normalen jahreszeitlichen Verlauf. Auffällig war die abgesenkte Temperatur

Abb. 8: Abhängigkeit der Cladoceren-Artenzahl vom Probezeitpunkt an den 6 Probestellen im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010.



an der Probestelle 6 und im Grundwasser am 17. August 2009. Die Temperatur der Grundwassereinleitung lag bei etwa 14 °C im August, was die auffällig niedrige Temperatur an der Probestelle 6 an diesem Datum erklärt, und bei 12,2 °C im Oktober. Die Leitfähigkeit schwankte im Laufe des Jahres erheblich. Die höheren Werte kamen in der zweiten Jahreshälfte vor. Die Leitfähigkeit des Grundwassers mit 1580 µS/cm war auch im Verhältnis zum Weserwasser relativ hoch. Hieraus kann man wohl die insgesamt für 2009 erhöhten Werte für die Leitfähigkeit im Stadtgraben ableiten.

3.2 Biologie

Die von uns im Bremer Stadtgraben gefundenen Arten sind in Tab. 2 aufgelistet.

3.2.1 Cladocera

In Tab. 3 wird das Vorkommen der Cladoceren-Arten an den Probestellen und in Abb. 8 die Artenzahlen an den sechs Probestellen zu den verschiedenen Zeitpunkten der Probenahme dargestellt. Folgt man den Datumskurven von Probestelle 1–6, so fanden wir vom Juni bis September 2010 um 19–22 Arten, und zwar bei einer Gesamtzahl von über 30 Arten. Einen anderen Verlauf nimmt die Kurve vom August 2009. Bei durchschnittlichen Werten (21–22) in den Probestellen 1–3 und 5 wurden in den Stationen 4 und 6 nur von 11 bzw. 9 Arten erreicht. Die Kurve für Juli 2010 unterscheidet sich von allen anderen durch den fast gleichmäßigen Anstieg der Artenzahlen von 14 bei Probestelle 1 bis 26 Arten bei Station 6. Die Kurven vom November 2009 und März 2010 beginnen mit 12 bzw. 16 Arten bei Station 1, fallen bei Probestelle 2–5 auf 11–8 Arten und enden in Probestelle 6 bei 2–0 Arten. Die Probestelle 6 wies die größten Schwankungen im Artenbestand auf, nämlich im November 2009 mit 0 Arten und im Juli 2010 mit 26 Arten. Vergleicht man die Gesamtzahl der gefundenen Arten im Stadtgraben im Jahresgang, befanden sich in den Proben vom November und März am wenigsten Arten (18 bzw. 21), die meisten mit über 30 Arten fanden wir im Juni, Juli, September und Oktober. In Tab. 4 sind alle gefundenen Cladoceren-Arten in ihrem jahreszeitlichen Auftreten aufgelistet. Neben den 12 Arten, die in allen Monaten unserer Untersuchungen gefunden wurden, fanden wir im August 2009 weitere pelagische Arten wie *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni*, *Ceriodaphnia dubia*, *C. laticaudata*, alle *Daphnia*-Arten und *Polyphemus pediculus* sowie der Sedimentbewohner *Monospilus dispar*. Im Oktober 2010 hatte sich die Artenzusammensetzung verändert: Pelagische Arten (*L. kindtii*, *B. coregoni* und *D. cucullata*) fehlten; Bodenbewohner traten neu auf (*Alona quadrangu-*

Tab. 2: In 2009 und 2010 nachgewiesene Arten der Mikrocrustacea im Bremer Stadtgraben
Taxonomische Einordnung bei den Branchiopoden nach DUMONT & NEGREA (2002), bei den Copepoden nach
DUSSART & DEFAYE (2001) und bei den Ostracoden nach MEISCH (2000)

Klasse Branchiopoda

Überordnung Leptodorida

Ordnung Haplopoda

Familie Leptodoridae

Leptodora kindtii (Focke, 1844)

Überordnung Cladocera

Ordnung Ctenopoda

Familie Sididae

Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848)

Sida crystallina (O. F. Müller, 1776)

Ordnung Anomopoda

Familie Daphniidae

Ceriodaphnia dubia Richard, 1894

Ceriodaphnia laticaudata P. E. Müller, 1867

Ceriodaphnia megops Sars, 1862

Ceriodaphnia pulchella (O. F. Müller, 1776)

Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)

Daphnia ambigua Scourfield, 1946

Daphnia cucullata Sars, 1862

Daphnia galeata Sars, 1863

Daphnia x krausi Flößner, 1993

Megafenestra aurita (Fischer, 1849)

Moina micrura Kurz, 1875

Scapholeberis mucronata (O. F. Müller, 1776)

Simocephalus vetulus (O. F. Müller, 1776)

Familie Bosminidae

Bosmina coregoni Baird, 1857

Bosmina longirostris (O. F. Müller, 1776)

Familie Ilyocryptidae

Ilyocryptus agilis Kurz, 1878

Ilyocryptus sordidus (Liévin, 1848)

Familie Euryceridae

Eurycerus lamellatus (O. F. Müller, 1776)

Familie Chydoridae

Acroperus harpae (Baird, 1835)

Alona affinis (Leydig, 1860)

Alona guttata Sars, 1862

Alona quadrangularis (O. F. Müller, 1776)

Alonella excisa Sars, 1862

Anchistropus emarginatus Sars, 1862

Camptocercus rectirostris Schoedler, 1862

Chydorus sphaericus (O. F. Müller, 1776)

Coronatella rectangula (Sars, 1861)

Disparalona rostrata (Koch, 1841)

Graptoleberis testudinaria (Fischer, 1848)

Leydigia acanthocercoides (Fischer, 1854)

Leydigia leydigi (Schoedler, 1863)

Monospilus dispar Sars, 1861

Oxyurella tenuicaudis (Sars, 1862)

Paralona pigra Sars, 1861

Pleuroxus aduncus (Jurine, 1820)

Pleuroxus laevis Sars, 1861

Pleuroxus trigonellus (O. F. Müller, 1776)

Pleuroxus truncatus (O. F. Müller, 1785)

Pleuroxus uncinatus Baird, 1850

Pseudochydorus globosus (Baird, 1843)

Familie Macrothricidae

Macrothrix laticornis (Jurine, 1820)

Ordnung Onychopoda

Familie Polyphemidae

Polyphemus pediculus (Linné, 1761)

Klasse Copepoda

Unterklasse Gymnoplea

Ordnung Calaniformes

Familie Diaptomidae

Eudiaptomus gracilis (Sars, 1863)

Eudiaptomus graciloides (Lilljeborg, 1888)

Skistodiaptomus pallidus (Herrick, 1879)

Familie Temoridae

Eurytemora affinis (Poppe, 1880)

Eurytemora velox (Lilljeborg, 1888)

Unterklasse Podoplea

Überordnung Cyclopoida

vorkommend, aber nicht bestimmt

Überordnung Harpacticoida

vorkommend, aber nicht bestimmt

Klasse Ostracoda

Ordnung Podocopida Sars, 1866

Superfamilie Darwinuloidea

Familie Darwinulidae

Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870)

Superfamilie Cypridoidea

Familie Candonidae

Candona candida (O. F. Müller, 1776)

Candona neglecta Sars, 1887

Cyclocypris ovum (Jurine, 1820)

Cypria ophtalmica (Jurine, 1820)

Cypria subsalsa Redeker, 1936

Fabaeformiscandona protzi (Hartwig, 1898)

Physocypris kraepelini G. W. Müller, 1903

Pseudocandona compressa (Koch, 1837)

Familie Ilyocyprididae

Ilyocypris bradyi Sars, 1890

Ilyocypris decipiens Masi, 1905

Familie Notodromatidae

Notodromas monacha (O. F. Müller, 1776)

Familie Cyprididae

Cypridopsis vidua (O. F. Müller, 1776)

Herpetocypris reptans (Baird, 1835)

Isocypris beauchampi (Paris, 1920)

Plesiocypris newtoni (Brady & Robertson, 1870)

Potamocypris smaragdina (Vávra, 1891)

Potamocypris variegata (Brady & Norman, 1889)

Prionocypris zenkeri (Chyzer & Toth, 1858)

Superfamilie Cytheroidea

Familie Limnocytheridae

Limnocythere inopinata (Baird, 1843)

Familie Loxoconchidae

Cytheromorpha fuscata (Brady, 1869)

laris, *Ilyocryptus agilis*, *Leydigia acanthocercoides*, *L. leydigia*, *Macrothrix laticornis*, *Pleuroxus laevis* und *P. uncinatus*). Im November und März reduzierte sich die Artenzahl auf 21 bzw. 7. In den Monaten Juni, Juli und September 2010 stieg die

Anzahl der lebend gefangenen Arten auf 33–36, darunter Wiederfunde vom Vorjahr und Erstfunde von *Alona guttata*, *Alonella excisa*, *Ceriodaphnia megops*, *C. reticulata*, *Ilyocryptus sordidus* und *Paralona pigra*.

Tab. 3: Vorkommen der Cladoceren an allen Probestellen im Bremer Stadtgraben 2009–2010

Abkürzungen: E = Ehippialweibchen, Eph = Ehippiumfund, juv = juvenile Tiere, Ksch = Kopfschild, M = Männchen, S = Subitanweibchen, Sch = Schalenfund, W = Weibchen ohne Eier; höchste Abundanzstufe der Art in allen Proben des angegebenen Zeitraums: I = einzeln (1–3 Individuen), II = wenige (4–10), III = mehrere (11–25), IV = viele (26–100), V = massenhaft (über 100 Individuen)

Probestellen	1	2	3	4	5	6	höchste Abundanz
HAPLOPODA							
<i>Leptodora kindtii</i>					W I	W III	W III
CTENOPODA							
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	SEM V	SM V	SEM V	SM V	SEM V	S V	SEM V
<i>Sida crystallina</i>	S V	W IV	S III	S V	SE V	SM V	SEM V
ANOMOPODA							
<i>Acroperus harpae</i>	S V	S V	S V	SM V	S V	S IV	SM V
<i>Alona affinis</i>	S III	S III	S IV	S IV	S III	S V	S V
<i>Alona guttata</i>	Ksch	S I				Ksch	S I
<i>Alona quadrangularis</i>		S I	S I	S I		S II	S II
<i>Alonella excisa</i>	W I		W I				W I
<i>Anchistropus emarginatus</i>	W I	Sch	W I		S I	W I	S I
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>					S II		S II
<i>Bosmina longirostris</i>	SM V	S V	SM V	S V	S V	S V	SM V
<i>Camptocercus rectirostris</i>	Eph		SM IV	S II	S IV		SM IV
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	SM V	SE IV	SE V	W I			SEM V
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	S IV	SEM III	S II	S IV			S IV
<i>Ceriodaphnia megops</i>					W I		W I
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	SEM V	SEM V	SEM V	SE V	SEM V	SM V	SEM V
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	S IV	W I	S II				S IV
<i>Chydorus sphaericus</i>	SE V	S V	SE V	S V	S V	S V	SE V
<i>Coronatella rectangula</i>	SE II	S II	SE II	S III	S III	S III	S III
<i>Daphnia ambigua</i>	S IV		S II		S I	S III	S IV
<i>Daphnia cucullata</i>	W I	juv I	S III	W I	S V	S III	S V
<i>Daphnia galeata</i>	SM IV	SE V	SEM V	S III	S II	W I	SEM V
<i>Daphnia x krausi</i>	S IV	SM III	S IV	S II	S IV	W I	SM IV
<i>Disparalona rostrata</i>	E I	S I	W I	S III	E I	S IV	SE IV
<i>Eurycercus lamellatus</i>	S IV	S I	S IV	S IV	S V	S V	S V
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	S IV	SE V	S V	SEM IV	S V	S II	SEM V
<i>Ilyocryptus agilis</i>						S IV	S IV
<i>Ilyocryptus sordidus</i>						S I	S I
<i>Leydigia acanthocercoides</i>				W I	S I	W I	S I
<i>Leydigia leydigi</i>	juv I				W I	S II	S II
<i>Macrothrix laticornis</i>	S I					S IV	S IV
<i>Megafenestra aurita</i>	S I	W I	SE I				SE I
<i>Moina micrura</i>						S I	S I
<i>Monospilus dispar</i>	SEM II		Sch	S I	Sch	W I	SEM II
<i>Oxyurella tenuicaudis</i>		S I	Sch				S I
<i>Paralona pigra</i>	W I	W I		Sch			W I
<i>Pleuroxus aduncus</i>	S IV	S V	S V	S V	S V	S IV	S V
<i>Pleuroxus laevis</i>	W I	S I	S II	S III	S III		S III
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	S I	S I					S I
<i>Pleuroxus truncatus</i>	S III	S V	SEM V	S III	S V	SEM V	SEM V
<i>Pleuroxus uncinatus</i>						S IV	S IV
<i>Pseudochydorus globosus</i>	S II	SE III	S IV	S IV	S II	W II	SE IV
<i>Scapholeberis mucronata</i>	SEM V	SE V	SEM V	SE IV	SEM V	SEM IV	SEM V
<i>Simocephalus vetulus</i>	S V	SE V	SE V	S V	SE V	S V	SE V
ONYCHOPODA							
<i>Polyphemus pediculus</i>	SE V	SE IV	SE IV	W III	S V	S V	SE V
Artenzahl (davon Schalen)	35 (2)	31 (1)	32 (2)	28 (1)	30 (1)	33 (1)	45

In Tab. 5 wurden die 45 Cladocerenarten in fünf Gruppen nach ihrer Konstanz zusammengefasst. Sechs Arten erwiesen sich als sehr konstant und kamen in 71–93 % der Proben vor. Zwischen 50 und 69 % der Proben wurden von neun konstan-

ten Arten besiedelt. Als wenig konstant bzw. sporadisch wurden acht bzw. zehn Arten eingestuft. Zwölf aufgetretene Arten mit der geringsten Konstanz (unter 10 %) wurden nur ein- bis viermal gefunden.

Tab. 4: Jahreszeitliches Vorkommen der Cladoceren im Bremer Stadtgraben 2009–2010

Abkürzungen: E = Ephippialweibchen, Eph = Ephippiumfund, juv = juvenile Tiere, Ksch = Kopfschild, M = Männchen, S = Subitanweibchen, Sch = Schalenfund, W = Weibchen ohne Eier; höchste Abundanzstufe der Art in allen Proben des angegebenen Zeitraums: I = einzeln (1–3 Individuen), II = wenige (4–10), III = mehrere (11–25), IV = viele (26–100), V = massenhaft (über 100 Individuen)

Probedatum	17.08. 2009	08.10. 2009	20.11. 2009	18.03. 2010	17.06. 2010	20.07. 2010	06.09. 2010
HAPLOPODA							
<i>Leptodora kindtii</i>	W III					W I	
CTENOPODA							
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	SM V	SEM V	S III		S V	S V	W III
<i>Sida crystallina</i>	S V	SEM V			S V	S V	S III
ANOMOPODA							
<i>Acroperus harpae</i>	S IV	S V	S IV	W I	S V	S V	S IV
<i>Alona affinis</i>	W III	S V	S I	S II	S IV	S IV	S IV
<i>Alona guttata</i>	Ksch						S I
<i>Alona quadrangularis</i>		S I			S II	S II	S I
<i>Alonella excisa</i>							W I
<i>Anchistropus emarginatus</i>	S I	Sch			Sch	S I	S I
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	S II					Eph	
<i>Bosmina longirostris</i>	SM V	S II	SM V	Sch	S V	S V	S V
<i>Camptocercus rectirostris</i>	S I	SM II	W I	Sch	S II	S III	S IV
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	W III	SM V			SE V	W I	S IV
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	S I	SEM III			S III	S IV	S II
<i>Ceriodaphnia megops</i>						W I	W I
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	S V	SEM V	SEM V	W I	SEM V	S V	SM V
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>						S II	S IV
<i>Chydorus sphaericus</i>	SE V	S V	S V	S V	SE V	SEV	S V
<i>Coronatella rectangula</i>	S III	S I	SE II			S III	S II
<i>Daphnia ambigua</i>	S II	S I	S IV		S III		
<i>Daphnia cucullata</i>	S III				S V	S IV	Eph
<i>Daphnia galeata</i>	S IV	S III	SM IV	Eph	SEM V	S I	
<i>Daphnia x krausi</i>	SM III	S IV			S IV	S IV	
<i>Disparalona rostrata</i>	S I	S II	E I	Sch	S II	S IV	S IV
<i>Eurycercus lamellatus</i>	S V	S III	S II	Sch	S IV	S IV	S V
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	S IV	S V	SEM III	Sch	S V	S V	S V
<i>Ilyocryptus agilis</i>		W I			S IV	S IV	S II
<i>Ilyocryptus sordidus</i>						S I	
<i>Leydigia acanthocercoides</i>		W I					S I
<i>Leydigia leydigi</i>		juv I			S II	S I	S I
<i>Macrothrix laticornis</i>		S III		W I	S IV	S IV	S III
<i>Megafenestra aurita</i>					S I	E I	W I
<i>Moina micrura</i>						S I	
<i>Monospilus dispar</i>	W I	S I	EM II	Sch	S I		Sch
<i>Oxyurella tenuicaudis</i>				Sch			S I
<i>Paralona pigra</i>							W I
<i>Pleuroxus aduncus</i>	S IV	S V	S IV	S IV	S IV	S V	S IV
<i>Pleuroxus laevis</i>		S II	W I		S I	S III	S III
<i>Pleuroxus trigonellus</i>			S I	W I	S I		S I
<i>Pleuroxus truncatus</i>	S IV	SEM V	SEM IV	Sch	SE V	S V	S IV
<i>Pleuroxus uncinatus</i>		S II			S II	S IV	
<i>Pseudochydorus globosus</i>	S II	SE IV	SE II	Sch	S IV	S II	S IV
<i>Scapholeberis mucronata</i>	SE IV	SEM IV			SEM V	SEM IV	S IV
<i>Simocephalus vetulus</i>	SE V	SE V	S IV	Eph	SE V	SE V	S V
ONYCHOPODA							
<i>Polyphemus pediculus</i>	S III	SE V	W I		SE V	S III	S II
Artenzahl (davon Schalen)	29 (1)	32 (1)	21	18 (11)	33 (1)	37 (1)	37 (2)

3.2.2 Calanoide Copepoda

Von den im Stadtgraben gefundenen fünf calanoiden Copepoden waren *Eudiaptomus gracilis*, *Skistodiptomus pallidus* und *Eurytemora velox*

konstante und *Eurytemora affinis* und *Eudiaptomus graciloides* sporadische Arten, somit stellten die ersten drei die Haupt- und die beiden anderen die Nebenarten dar (Tab. 6). Die Dominanzverhältnisse spiegeln sich in der Abb. 9 über die Häu-

Tab. 5: Konstanz [in %] des Auftretens der verschiedenen Cladoceren-Arten im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010

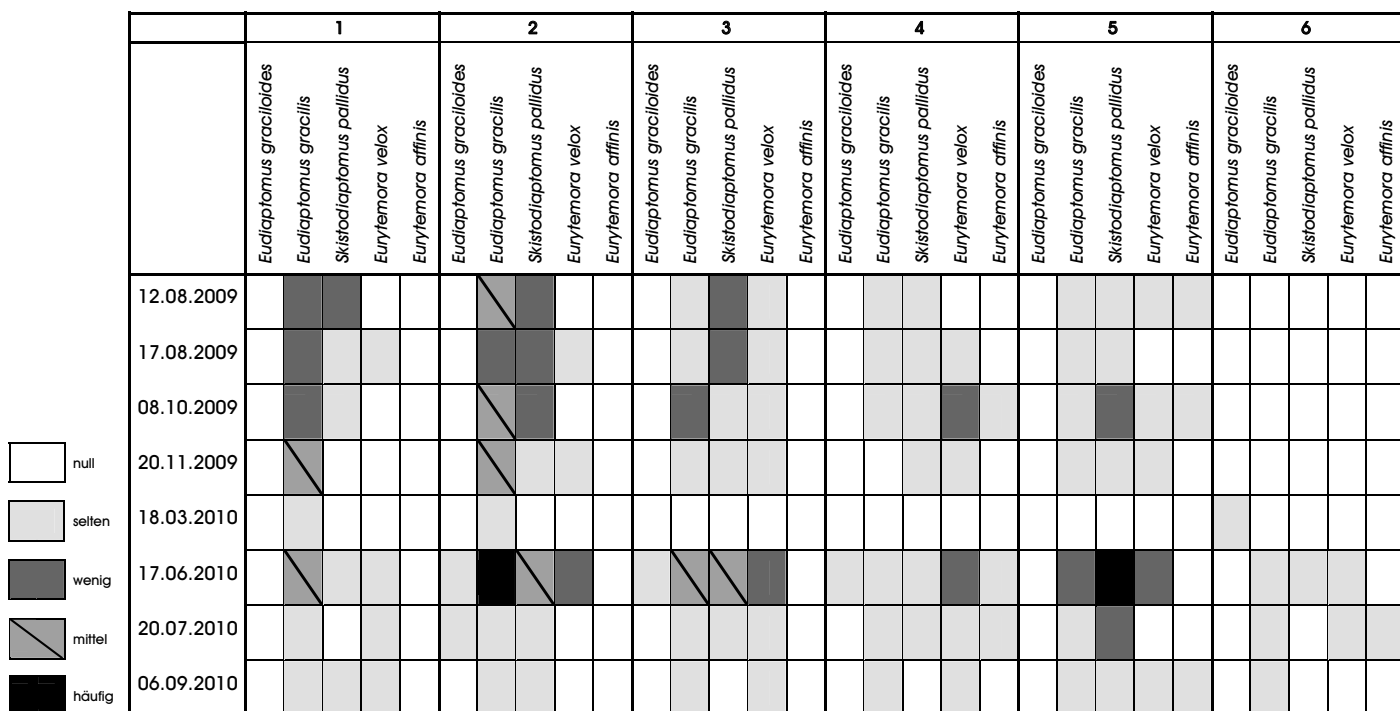
sehr konstant		konstant		wenig konstant		sporadisch		zufällig	
<i>Chydorus sphaericus</i>	93	<i>Alona affinis</i>	69	<i>Coronatella rectangula</i>	40	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	21	<i>Ilyocryptus agilis</i>	9
<i>Pleuroxus aduncus</i>	88	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	69	<i>Camptocercus rectirostris</i>	33	<i>Alona quadrangularis</i>	19	<i>Pleuroxus uncinatus</i>	7
<i>Simocephalus vetulus</i>	76	<i>Pleuroxus truncatus</i>	67	<i>Daphnia galeata</i>	33	<i>Macrothrix laticornis</i>	17	<i>Leptodora kindtii</i>	7
<i>Acroperus harpae</i>	74	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	64	<i>Disparalona rostrata</i>	33	<i>Anchistropus emarginatus</i>	14	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	7
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	71	<i>Sida crystallina</i>	60	<i>Pleuroxus laevis</i>	33	<i>Daphnia ambigua</i>	12	<i>Alona guttata</i>	5
<i>Eurycercus lamellatus</i>	71	<i>Bosmina longirostris</i>	60	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	31	<i>Leydigia acanthocercoides</i>	12	<i>Alonella excisa</i>	5
		<i>Pseudochydorus globosus</i>	60	<i>Daphnia cucullata</i>	26	<i>Leydigia leydigi</i>	12	<i>Ceriodaphnia megops</i>	5
		<i>Scapholeberis mucronata</i>	60	<i>Daphnia x krausi</i>	26	<i>Megafenestra aurita</i>	12	<i>Paralona pigra</i>	5
		<i>Polyphemus pediculus</i>	50			<i>Monospilus dispar</i>	12	<i>Bosmina c. coregoni</i>	2
						<i>Pleuroxus trigonellus</i>	12	<i>Ilyocryptus sordidus</i>	2
								<i>Moina micrura</i>	2
								<i>Oxyurella tenuicaudis</i>	2

Abb. 9: Abhängigkeit der Abundanzen der calanoiden Copepoden im Bremer Stadtgraben von der Probestelle und der Jahreszeit (selten = 1–5 Ind/l; wenig = 6–25 Ind/l; mittel = 26–125 Ind/l und häufig = 126–625 Ind/l).

figkeiten der Arten wider. An Probestelle 1 war *Eudiaptomus gracilis* die eudominante Art mit Populationsmaxima im November 2009 und Juni 2010. *Skistodiaptomus pallidus* war meist dominant. *Eurytemora velox* spielte eine untergeordnete Rolle, außer im September 2010, als er dominant war. An Probestelle 2 war *E. gracilis* wieder die häufigste Art mit mehreren Maxima, allerdings zeigte auch *S. pallidus* höhere Abundanzen, besonders im Juni 2010, im Juli und September war sie die eudominante Form. Außerdem

Tab. 6: Konstanz [in %] des Auftretens der verschiedenen calanoiden Copepoden-Arten im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010

Art	C [%]	C
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	69	konstant
<i>Skistodiaptomus pallidus</i>	67	konstant
<i>Eurytemora velox</i>	58	konstant
<i>Eurytemora affinis</i>	15	sporadisch
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	10	sporadisch



trat *Eudiaptomus graciloides* auf. An Probestelle 3 schien ein gewisses Gleichgewicht von *E. gracilis*, *S. pallidus* und *E. velox* vorhanden zu sein, sie wechselten sich im Dominanzrang ab. *E. graciloides* war auch wieder vertreten, aber nur selten. An Probestelle 4 war *E. velox* an den meisten Daten die eudominante Art und hatte im Oktober 2009 und Juni 2010 die höchsten Abundanzen, gefolgt von *S. pallidus* und *E. gracilis*. *E. graciloides* und *E. affinis* spielten an wenigen Daten eine untergeordnete Rolle. An der Probestelle 5 war *S. pallidus* die eindeutig eudominante Art und zeigte im Juni 2010 ein Populationsmaximum. *E. gracilis* war meist dominant, *E. velox* meist subdominant, beide hatten ähnliche Abundanzen. *E. affinis* tauchte ab und zu mit geringen Abundanzen auf. Die Probestelle 6 fiel aus dem Rahmen. In 2009 ist hier kein calanoider Copepod gefunden worden, in 2010 kamen alle Arten mal vor, aber in sehr geringen Zahlen, so dass die Dominanz eher zufällig war.

3.2.3 Ostracoda

In den Jahren 2009 und 2010 konnten im Bremer Stadtgraben 17458 adulte Muschelkrebse bestimmt werden, die 21 Arten zugeordnet wurden (Tab. 7). Nur *Cypridopsis vidua* trat eudominant und dazu noch an allen Probestellen (mit Ausnahme von Probestelle 6) auf (Tab. 7). An Probestelle 6 kamen *Cyclocypris ovum* und *Pseudocandona compressa* dominant vor. *C. ovum* trat noch mal an Probestelle 5 dominant auf. *Cypria ophtalmica* war an den Probestellen 1, 2 und 3 dominant anzutreffen. Subdominant waren *C. ovum* (Probestelle 4), *C. ophtalmica* (Probestelle 4, 5 und 6), *Fabaeformiscandona protzi* (Probestelle 5), *Ilyocypris decipiens* (Probestelle 6), *C. vidua* (Probestelle 6), *Plesiocypris newtoni* (Probestelle 4 und 5) und *Limnocythere inopinata* (Probestelle 6). Alle übrigen Arten gehören zu den Nebenarten mit einer Dominanz < 3,1 %.

Bei der leider vergeblichen Suche nach weiteren Bandwurmfinnen in Ostracoden wurde am 30. 12. 2011 unter der Brücke zwischen den Probestellen 4 und 5 eine weitere Probe genommen (Substrat: Blätter von Ahorn und Eiche als Auf-

Tab. 7: Summe aller gefangenen adulten Tiere der einzelnen Ostracoden-Arten an den verschiedenen Probestellen im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 bzw. 2010 sowie die Dominanzverhältnisse an den einzelnen Probestellen.

Das höchste Vorkommen bei jeder Art ist fett gedruckt; • = die Art an der Stelle nur als Larven nachgewiesen, ed = eudominant, d = dominant, sd = subdominant, r = rezedent, sr = subrezedent.

Probestelle	1	2	3	4	5	6
Fam. Darwinulidae						
<i>Darwinula stevensoni</i>	6 sr	9 sr	50 sr	33 r	4 sr	22 sr
Fam. Candonidae						
<i>Candona candida</i>	11 sr	12 sr	23 sr	12 r	18 sr	•
<i>Candona neglecta</i>	•	6 sr	•	14 r	•	3sr
<i>Cyclocypris ovum</i>		49 r	71 r	63 sd	477 d	1470 d
<i>Cypria ophtalmica</i>	251 d	434 d	834 d	51 sd	249 sd	156 sd
<i>Cypria subsalsa</i>						8 sr
<i>Fabaeformiscandona protzi</i>	20 r	67 r	35 sr	2 sr	112 sd	
<i>Physocypris kraepelini</i>	6 sr	26 sr	77 r	7 sr	43 r	84 r
<i>Pseudocandona compressa</i>	29 r	25 sr	102 r	17 r	42 r	310 d
Fam. Ilyocyprididae						
<i>Ilyocypris bradyi</i>	2 sr				1 sr	82 r
<i>Ilyocypris decipiens</i>	4 sr				•	175 sd
Fam. Notodromatidae						
<i>Notodromas monacha</i>	3 sr	2 sr				
Fam. Cyprididae						
<i>Cypridopsis vidua</i>	1135 ed	3035 ed	4598 ed	850 ed	1563 ed	114 sd
<i>Herpetocypris reptans</i>				11 r	2 sr	13 sr
<i>Isocypris beauchampi</i>						13 sr
<i>Plesiocypris newtoni</i>	17 r	50 r	51 sr	41 sd	102 sd	13 sr
<i>Potamocypris smaragdina</i>	2 sr					
<i>Potamocypris variegata</i>						15 sr
<i>Prionocypris zenkeri</i>				2 sr	•	8 sr
Fam. Limnocytheridae						
<i>Limnocythere inopinata</i>	3sr			1 sr	8 sr	150 sd
Fam. Loxoconchidae						
<i>Cytheromorpha fuscata</i>						52 r
Summe	1489	3715	5841	1104	2621	2688

Tab. 8: Konstanz [in %] des Auftretens der verschiedenen Ostracoden-Arten im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010

sehr konstant		konstant		wenig konstant		sporadisch		zufällig	
<i>Cypridopsis vidua</i>	83	<i>Cyclocypris ovum</i>	64	<i>Plesiocypris dopsis newtoni</i>	44	<i>Limnocythere inopinata</i>	22	<i>Candona neglecta</i>	8
<i>Cypria ophthalmica</i>	78	<i>Darwinula stvensoni</i>	47	<i>Physocypris kraepelini</i>	42	<i>Fabaeformiscandona protzi</i>	17	<i>Cypria subsala</i>	8
				<i>Candona candida</i>	39	<i>Ilyocypris bradyi</i>	14	<i>Notodromas monacha</i>	8
				<i>Pseudocandona compressa</i>	33	<i>Ilyocypris decipiens</i>	11	<i>Prionocypris zenkeri</i>	8
						<i>Herpetocypris reptans</i>	11	<i>Isocypris beauchampi</i>	6
						<i>Potamocypris variegata</i>	11	<i>Potamocypris smaragdina</i>	6
						<i>Cytheromorpha fuscata</i>	11		

lage auf Kies). Folgende Arten wurden gefunden: *Cypridopsis vidua* (52 %), *Fabaeformiscandona protzi* (15 %), *Cypria ophthalmica* (13 %), *Candona candida* (10 %), *Candona neglecta* (8 %) und *Cyclocypris ovum*, *Plesiocypris dopsis newtoni*, *Pseudocandona compressa*, *Herpetocypris reptans*, *Darwinula stvensoni* sowie *Limnocythere inopinata* mit jeweils < 1 % aller gefangenen Tiere.

Bei der Konstanz zeigte sich das erwartete Bild (Tab. 8). Wenige Arten waren in allen 36 Proben (6 Probestellen x 6 Zeitpunkte des Sammelns) vertreten, traten also sehr konstant auf. Die meisten Arten waren nur in wenigen Proben anzutreffen.

3.3 Diversität

Die Diversität der berücksichtigten adulten Mikrocrustaceen aus den drei untersuchten Tiergruppen, dargestellt durch den Shannon Index, ist an den einzelnen Probestellen (Tab. 9) und auch zeitlich nicht konstant (Tab. 10). Im Vergleich aller Untersuchungsergebnisse weist die

Tab. 9: Shannon Index und Evenness als Maß für die Diversität der adulten Mikrocrustaceen (Cladocera, calanoide Copepoda und Ostracoda) in Abhängigkeit von den Probestellen im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010

Probestelle	1	2	3	4	5	6
Shannon Index	2,7	2,5	2,5	2,9	3,0	3,1
Evenness	0,32	0,29	0,29	0,43	0,44	0,40

Probestelle 6 die höchste Diversität ($H' = 3,1$) auf. Dies ist auf die bereits oben erwähnte Sonderlage des Beckens zurückzuführen. Die Evenness zeigt allerdings eine relativ hohe Streuung der Individuendichte der vorkommenden Arten (0,40). Die Diversität an den Probestellen 2 und 3 weist die niedrigsten Werte auf ($H' = 2,5$), was vielleicht damit zu erklären ist, dass diese Stellen am wenigsten durch externe Faktoren gestört werden und damit eine stabile Artenzusammensetzung aufweisen. Die Evenness weist hier allerdings noch geringere Werte auf (0,29) und zeigt ein heterogenes Bild der Artenabundanz.

Im Frühjahr (März) ist das nachgewiesene Artenspektrum am niedrigsten ($H' = 1,7$) und weist hohe Schwankungen in den Populationsdichten auf ($E = 0,28$). In den Sommermonaten schwankt die Diversität ($H' = 2,5-2,9$) und die Evenness (0,27–0,39). In den Herbstmonaten zeigt sich ein ähnliches Bild der Indices ($H' = 2,7$; $E = 0,27-0,31$). Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass der Bremer Stadtgraben eine hohe Biodiversität an Mikrocrustaceen aufweist. Die Dichte der einzelnen Populationen ist sehr unterschiedlich. Die Ergebnisse können zum einen methodisch bedingt verzerrt sein, zum anderen aber sind hier die unterschiedlichen Vermehrungsstrategien der einzelnen Arten innerhalb der untersuchten Gruppen zu berücksichtigen. So kommt es zu massenhaften Vermehrungen bestimmter Arten (z. B. *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Cypridopsis vidua* u. a.) im Gegensatz zu Einzelfunden anderer Arten (z. B. *Ceriodaphnia megops*, *Alonella excisa*, *Potamocypris smaragdina* u. a.).

Tab. 10: Shannon Index und Evenness als Maß für die Diversität der adulten Mikrocrustaceen (Cladocera, calanoide Copepoda und Ostracoda) in Abhängigkeit vom Probedatum im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010

Datum	August	Oktober	März	Juni	Juli	September
Shannon Index	2,5	2,7	1,7	2,9	2,8	2,7
Evenness	0,39	0,31	0,28	0,34	0,27	0,27

4 DISKUSSION

4.1 Physikalische und chemische Parameter

In der Nähe unserer Probestelle 2 im Stadtgraben liegt eine Messstelle der Hansestadt Bremen, an der jährlich zu einem Termin Wasserproben auf etliche Parameter untersucht werden. Die Abbildung der Parameter zeigt deren Größenordnung und Variationsbreite in den letzten Jahren (Abb. 10). Zusätzlich sind in der Abbildung die Mittelwerte der entsprechenden Jahre für die Weser mit einem Kreuz eingezeichnet. Die Werte aus der Weser sind dem Informationssystem BUISY der Bremer Umweltbehörde entnommen (SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR 2011). Für die Wassertemperatur und Sauerstoffsättigung sind keine Mittelwerte für die Weser angegeben. Die Schwankungsbreite der Parameter in der Weser ist geringer als im Stadtgraben. Insgesamt liegen die Werte für pH, Leitfähigkeit und Chlorid relativ hoch. Der chemische Zustand des Weserwassers wird als gut bezeichnet, während der ökologische Zustand der Weser unbefriedigend ist (FGG WESER 2009). 2004 wurde Nitrat-Stickstoff und Gesamtkohlenstoff in die Güteklasse II–III und Gesamtphosphor in II eingestuft. Erhöht belastet ist das Gewässer durch Chlorid. Hier wird bestenfalls Güteklasse III erreicht.

Für das Standgewässer Bremer Stadtgraben sind sowohl die Phosphat- als auch die Chlorid-Belastung sehr hoch. Es ist daher als polytroph einzustufen, d. h. sehr nährstoffreich. Unterschiede bei etlichen Parametern zwischen Weser und Stadtgraben beruhen auf der hohen biologischen Aktivität im Stadtgraben. Da wird z. B. Sauerstoff produziert und verbraucht, Nährstoffe verbraucht, Phosphat aus dem Schlamm wieder gelöst und der pH-Wert durch die Photosynthese der Makrophyten erhöht. Die Variationsbreite der Werte ist deshalb im Stadtgraben sehr viel größer als in der Weser.

Abb. 11 zeigt die Abhängigkeit der Leitfähigkeit des Weserwassers von der Abflussmenge der Weser in Hemelingen (Daten wie oben aus BUISY, SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR 2011). Es ist eine deutliche Korrelation der beiden Parameter zu sehen. Mit steigendem Abfluss sinkt die Leitfähigkeit, was auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen ist. Zusätzlich ist bei jedem Messpunkt der dazu gehörige Monat eingetragen. Hier wird deutlich, dass im Sommer, also zu Zeiten, an denen die meisten Tiere und Pflanzen besonders aktiv sind, die Leitfähigkeit des eingetragenen Weserwassers mit 1200–1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ besonders hoch ist.

Nach Angaben von hanseWasser Bremen sind im Jahr 2009 über die Pumpe 497.000 m^3 und 2010 999.000 m^3 Weserwasser in den Stadtgraben eingeleitet worden. Die Unterschiede in der Zulaufmenge beruhen auf unterschiedlich warmen Jahren (Stichwort: Verdunstungsrate) und in der be-

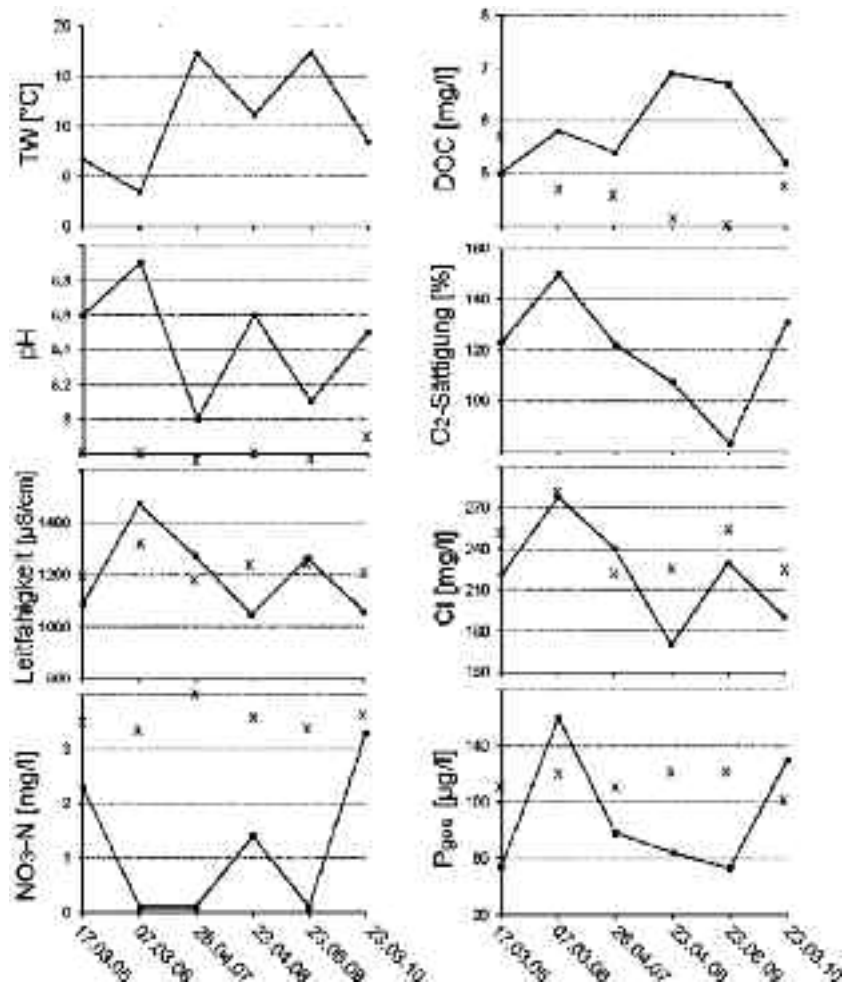
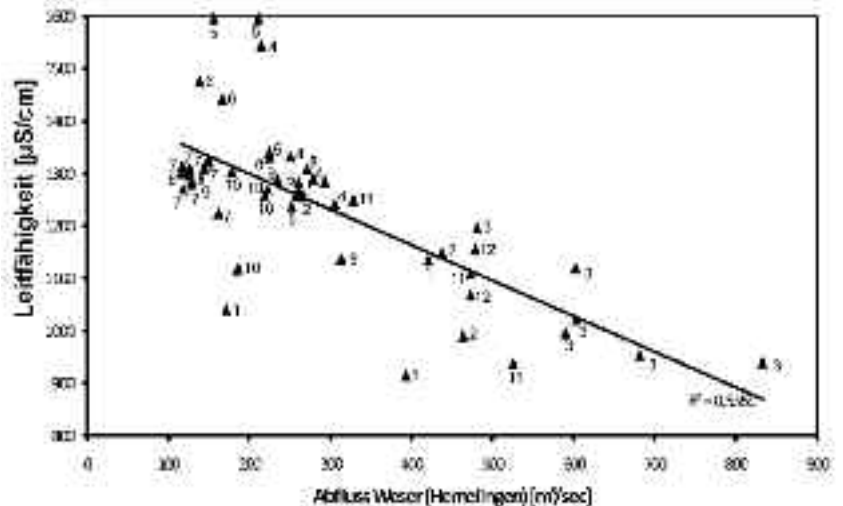


Abb. 10: Physikalische und chemische Untersuchungsergebnisse aus der Weser und dem Bremer Stadtgraben in den Jahren von 2005 bis 2010 (durchgezogene Linie). X = Jahresmittelwerte der Weser in Hemelingen (Daten aus: SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR 2011).

Abb. 11: Abhängigkeit der Leitfähigkeit des Weserwassers vom Abfluss an der Messstelle Hemelingen (Zahlen bedeuten die jeweiligen Monate).



sonderen Situation 2009, als Grundwasser vom Bau der Kunsthalle an der Probestelle 6 in den Stadtgraben eingeleitet wurde.

4.2 Ökologie

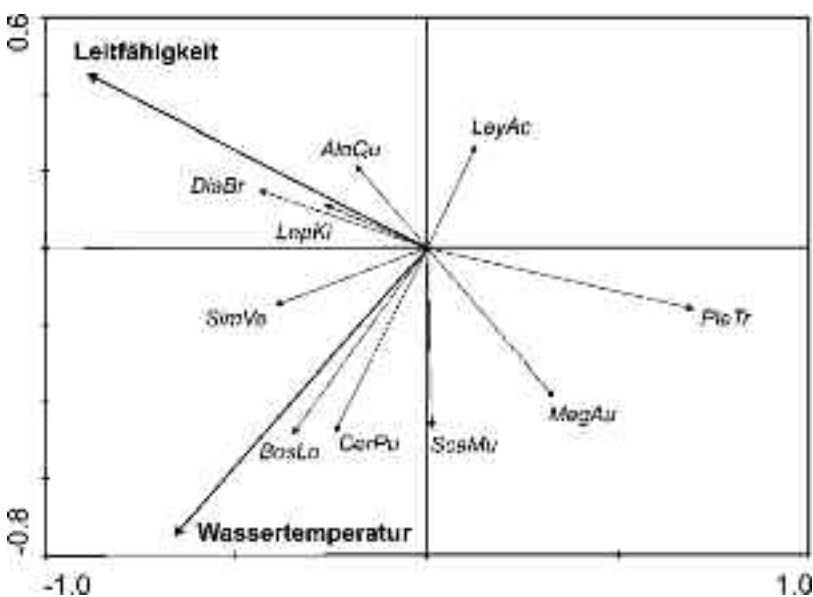
4.2.1 Cladocera

POPPE (1889) fand folgende Cladocerenarten: *Lep-todora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Sida crystallina*, *Alona affinis* (Syn. *A. oblonga*), *Bosmina longirostris*, *Camptocercus rectirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia galeata*, *Graptoleberis testudinaria* (Syn. *Alona testudinaria*), *Macrothrix laticornis*, *Pleuroxus aduncus*, *P. truncatus*, *Scapholeberis mucronata* und *Polyphemus pediculus*. Die seltene, von POPPE (1889) gefundene Art *Alona intermedia* war in unseren Proben nicht vorhanden. Abb. 12 zeigt den Zusammenhang zwischen den Umweltparametern Wassertemperatur und Leitfähigkeit bei ausgewählten Cladoceren-Arten. *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* entwickeln sich besonders gut bei ansteigender Temperatur, also im Sommer, während *Leydigia acanthocercoides* kühleres Wasser bevorzugt. *Lep-todora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum* und *Alona quadrangularis* wurden an Orten mit erhöhtem Salzgehalt bzw. Leitfähigkeit angetroffen, wohingegen *Megafenestra aurita* und *Pleuroxus trigonellus* das salzarme Süßwasser bevorzugen. Die Unterschiede in der Besiedlung der Probestellen im Stadtgraben (Tab. 3) beruhen wahrscheinlich auf unterschiedlichem Bewuchs, in dem Cladoceren Nahrung und Schutz vor Fischen finden, wozu wir keine detaillierten Angaben machen können. Ein weiterer Grund für die unterschiedlichen Artenzahlen an den Fundstellen liegt im Einfluss des unregelmäßig zugeführten Weserwassers auf das Gewässer. Beim Zufluss an der Probestelle 6, an der die Leitfähigkeit am höchsten (1549 µS/cm) war, fanden wir im Sommer *Lep-todora kindtii*, in geringeren Mengen auch an der

Probestelle 5. Die in der Weser vorkommende *Moina micrura* kam einmal ebenfalls an der Probestelle 6 vor. Die unterschiedliche Artenzahl im jahreszeitlichen Ablauf spiegelt das bekannte Bild wider (Tab. 4): geringe Anzahl im Frühjahr, Maxima im Juni/Juli und September/Oktober, Rückgang im November.

Die 45 Cladoceren-Arten wurden in fünf Gruppen je nach ihrer Konstanz zusammengefasst (Tab. 5). Sechs Arten erwiesen sich als sehr konstant und kamen in 71–93 % der Proben vor. Zwischen 50 und 69 % der Proben wurden von neun konstanten Arten besiedelt. Als wenig konstant bzw. sporadisch wurden acht bzw. zehn Arten eingestuft. Zwölf aufgetretene Arten mit der geringsten Konstanz (unter 10 %) wurden nur ein- bis viermal gefunden. Die sehr konstanten und konstanten Arten (in mehr als 50 % der Proben) gehören zu den häufigen, in vergleichbaren Gewässern Nordwestdeutschlands vorkommenden Arten. Aber auch die in 30–40 % der Proben festgestellten Arten zählen zu den regelmäßigen Bewohnern von Teichen. Hervorzuheben ist die Anwesenheit der Hybridart *Daphnia x krausi* (*D. galeata x cucullata*) (FLÖSSNER 1993, 2000), die inzwischen in mehreren Gewässern Nordwestdeutschlands nachgewiesen worden ist (HOLLWEDEL 2002, 2004, HOLLWEDEL & SCHARF 2006). Unter den „sporadisch“ und „zufällig“ aufgeführten Arten befinden sich mehrere Bodenbewohner. Dazu gehören die *Alona*-, *Chydorus*-, *Leydigia*-, *Macrothrix*-, *Monospilus*-, *Paralona*-, *Pleuroxus*- und *Ilyocryptus*-Arten. Wegen des Fehlens einer ausgedehnten Verlandungsvegetation sind möglicherweise sonst häufigere Arten der Gattungen *Oxyurella* und *Ceriodaphnia* nicht vorhanden. Mehrere Gründe gibt es, warum weitere Arten nur in wenigen Proben präsent waren: *Alonella excisa* bevorzugt saure, kalkarme Gewässer, *Anchistropus emarginatus* lebt parasitisch auf *Hydra* und ist auf das Vorkommen der Wirtsart angewiesen, *Bosmina coregoni* zählt zu den Besiedlern des Pelagials größerer Gewässer und wurde im flachen Stadtgraben nur einmal gefangen, und zwar im September 2009. *Megafenestra aurita* gehört zu den seltenen nordwestdeutschen Arten, *Daphnia ambigua* ist vor einigen Jahrzehnten in Süddeutschland eingewandert und inzwischen in mehreren Gewässern im Nordwesten nachgewiesen worden (HOLLWEDEL 2002, 2004, HOLLWEDEL & SCHARF 1999, 2006). *Moina micrura* und *Lep-todora kindtii* wurden nur an den Probestellen 5 und 6 gefunden, d. h. in der Nähe des Zuflusses von Weserwasser; dadurch können diese Arten immer wieder in den Stadtgraben gelangen und Populationen aufbauen oder stärken.

Bei 19 Cladocerenarten wurden Männchen und Ehippialweibchen beobachtet (Tab. 11). Die Sexualperioden werden durch verschiedene Faktoren ausgelöst, z. B. Nahrungsmangel, Übervölkerung, Fraßdruck (besonders durch Fische und Wirbellose u. a. auch durch die räuberischen *Lep-todora*- und *Polyphemus*-Arten). Im Stadtgraben



Tab. 11: Das Auftreten von Ehippialweibchen (E) und Männchen (M) bei den Cladoceren im Bremer Stadtgraben in den Jahren 2009 und 2010 (keine Funde von Sexualtieren am 18.3.).

Art	Probedatum 18. 03. 2010	17. 06. 2010	20. 07. 2010	17. 08. 2009	06. 09. 2010	08. 10. 2009	20. 11. 2009
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				M		EM	
<i>Sida crystallina</i>						EM	
<i>Bosmina longirostris</i>				M			M
<i>Camptocercus rectirostris</i>						M	
<i>Ceriodaphnia dubia</i>		E				M	
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>						EM	
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>		EM			M	EM	EM
<i>Chydorus sphaericus</i>		E	E	E			
<i>Daphnia galeata</i>		EM					M
<i>Daphnia x krausi</i>				M			
<i>Disparalona rostrata</i>							E
<i>Graptoleberis testudinaria</i>							EM
<i>Megafenestra aurita</i>			E				
<i>Monospilus dispar</i>							EM
<i>Pleuroxus truncatus</i>		E				EM	EM
<i>Pseudochydorus globosus</i>						E	E
<i>Scapholeberis mucronata</i>		EM	EM	E		EM	
<i>Simocephalus vetulus</i>		E	E	E		E	
<i>Polyphemus pediculus</i>		E				E	

traten Sexualtiere bei den meisten Arten im Oktober und November auf. Bei einigen Arten (*Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia dubia*, *C. pulchella*, *Daphnia galeata*, *Pleuroxus truncatus*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Polyphemus pediculus*) fand eine bisexuelle Fortpflanzung im Sommer und Herbst statt. Die sommerliche Sexualperiode zog sich bei *Chydorus sphaericus*, *Scapholeberis mucronata* und *Simocephalus vetulus* über mehrere Wochen hin, 2009 bis August, 2010 von Juni bis Juli. Männchen wurden während dieser Periode nur bei sechs Arten gefangen. Die herbstliche Sexualperiode erstreckte sich von Oktober bis November. Bei *Ceriodaphnia pulchella* begann sie bereits im September. Außer bei *Disparalona rostrata*, *Megafenestra aurita*, *Simocephalus vetulus* und *Polyphemus pediculus* traten bei allen anderen Arten Männchen auf. In einem Kontrollfang am 30. 12. 2011 fanden wir außer je zwei Ehippialweibchen von *Graptoleberis testudinaria* und *Pseudochydorus globosus* sechs Arten mit Subitaneiern: *Acroperus harpae*, *Alona affinis*, *Camptocercus rectirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus aduncus* und *Simocephalus vetulus*.

Abgesehen von einigen im Litoral und in Kleingewässern lebenden Cladocerenarten finden im Jahresverlauf zwei Sexualperioden statt. Im Stadtgraben wurden Sexualtiere während der Untersuchungszeit nur bei 19 Arten, also nicht einmal bei der Hälfte der Arten, gefunden. Die Gründe dafür sind möglicherweise Witterungsverlauf, Chemismus und/oder Fraßdruck. Die Ende Dezember 2011 gefangenen fertilen Weibchen deuten darauf hin, dass einige Arten die günstige Witterung (keine Eisbildung) zu einer parthenoge-

netischen Vermehrung ausnutzen. Die Funde von z. T. fertilen Weibchen im März 2010 lassen die Vermutung zu, dass im Stadtgraben eine Über-

Tab. 12: Cladocerenarten, die nur im Bremer Stadtgraben bzw. nur im Oldenburger Dobben gefunden wurden

Abkürzungen: E = Ehippialweibchen, M = Männchen, S = Subitanweibchen, W = Weibchen ohne Eier; höchste Abundanzstufe der Art in allen Proben: I = einzeln (1–3 Individuen), II = wenige (4–10), III = mehrere (11–25), IV = viele (26–100), V = massenhaft (über 100 Individuen)

	Stadtgraben	Dobben
<i>Alonella excisa</i>	W I	
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	S IV	
<i>Daphnia x krausi</i>	SM IV	
<i>Ilyocryptus agilis</i>	S IV	
<i>Ilyocryptus sordidus</i>	S I	
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	S I	
<i>Macrothrix laticornis</i>	S IV	
<i>Megafenestra aurita</i>	SE I	
<i>Moina micrura</i>	S I	
<i>Monospilus dispar</i>	SEM II	
<i>Paralona pigra</i>	W I	
<i>Acroperus angustatus</i>		W II
<i>Alona costata</i>		SEM V
<i>Alonella nana</i>		SE I
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		SEM IV
<i>Daphnia longispina</i>		SE V
<i>Daphnia parvula</i>		SE III
<i>Ilyocryptus cuneatus</i>		S I
<i>Pleuroxus denticulatus</i>		S I
<i>Simocephalus congener</i>		SE III
Artenzahl	11	9

Tab. 13: Von REHBERG (1880) im Bremer Stadtgraben gefundene Taxa

	Taxon	von REHBERG verwendeter Name
1. Cyclopoida	<i>Cyclops tenuicornis</i> Claus, 1857	<i>Cyclops tenuicornis</i> , Cl.
	<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	<i>Cyclops signatus</i> , Koch
	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> Fischer, 1851	<i>Cyclops strenuus</i> , Fischer
	?	<i>Cyclops lucidulus</i> , Koch
	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	<i>Cyclops hyalinus</i> n. sp.
	<i>Diacyclops languidus languidus</i> (Sars, 1863)	<i>Cyclops languidus</i> , Sars
	<i>Cyclops insignis</i> Claus, 1857	<i>Cyclops insignis</i> , Claus
	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	<i>Cyclops agilis</i> , Koch
2. Harpacticoida	<i>Canthocamptus minutus</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Canthocamptus minutus</i> , O. F. Müller

winterung bei *Alona affinis*, *Chydorus sphaericus*, *Macrothrix laticornis*, *Pleuroxus aduncus* und *P. trigonellus* selbst nach winterlichen Frostperioden stattfindet.

Ein Vergleich mit Untersuchungen der in der Stadt Oldenburg liegenden Dobbenteiche (HOLLWEDEL 2002) ergibt, dass die Anzahl der Cladocerenarten (43) zwar ähnlich hoch ist, die beiden Gewässer sich aber qualitativ unterscheiden. Im Stadtgraben wurden elf Arten gefangen, die im Dobben nicht vorkamen, im Dobben existierten neun Arten, die im Stadtgraben fehlten (Tab. 12). In den letzten Jahrzehnten wurde die Invasion dreier nordamerikanischer Arten in Deutschland beobachtet (FLÖSSNER & KRAUS 1976; HOLLWEDEL 2002, 2004; HOLLWEDEL & SCHARF 1999; 2006; HOLLWEDEL & TERLUTTER 2003). Im Bremer Stadtgraben konnte von ihnen nur *Daphnia ambigua* nachgewiesen werden, im Oldenburger Dobben auch *Daphnia parvula* und *Pleuroxus denticulatus*. Da die passive Verbreitung der Cladocerenarten vorwiegend durch Vögel erfolgt, ist

der Grund für das Fehlen der beiden Arten möglicherweise die insuläre Lage des Gewässers in der großflächigen Stadt Bremen.

4.2.2 Calanoide Copepoda

REHBERG (1880) und POPPE (1889) verfassten frühere Arbeiten, die auch die Crustaceen des Bremer Stadtgrabens betrachten. REHBERG führt auch die beiden calanoiden Copepoden *Eudiaptomus gracilis* und *Eurytemora velox* für Bremer Gewässer an, aber nicht für den Stadtgraben. POPPE dagegen fand *E. velox* im Stadtgraben, aber keine weiteren calanoiden Copepoden.

An dieser Stelle soll zur Vervollkommenung des Bildes der Besiedlung des Bremer Stadtgrabens mit Crustaceen die von REHBERG und POPPE festgestellten cyclopoiden und harpacticoiden Copepoden genannt werden (Tab. 13 & 14). Tiere dieser beider Überordnungen leben auch heute im Stadtgraben, sind aber von uns nicht bestimmt

Tab. 14: Von POPPE (1889) im Bremer Stadtgraben gefundene Taxa

	Taxon	von POPPE verwendeter Name
1. calanoide Copepoden (Temoridae)	<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)	<i>Temorella Clausii</i> , (Hoek)
2. Cyclopidae	<i>Macrocyclus albidus</i> Claus, 1857	<i>Cyclops tenuicornis</i> , Claus
	<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	<i>Cyclops signatus</i> , Koch (<i>coronatus</i> , Claus)
	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> Fischer, 1851	<i>Cyclops strenuus</i> , Fischer (<i>brevicaudatus</i> , Claus)
	<i>Megacyclus viridis viridis</i> (Jurine, 1820)	<i>Cyclops viridis</i> , Jurine (<i>brevicornis</i> , Claus)
	<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	<i>Cyclops lucidulus</i> Koch
	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	<i>Cyclops hyalinus</i> Rehberg
	<i>Diacyclops languidus languidus</i> (Sars, 1863)	<i>Cyclops languidus</i> , Sars
	<i>Cyclops insignis</i> Claus, 1857	<i>Cyclops insignis</i> , Claus
	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	<i>Cyclops agilis</i> , Koch (<i>serrulatus</i> , Fischer)
	<i>Ectocyclops phaleratus phaleratus</i> (Koch, 1838)	<i>Cyclops phaleratus</i> , Koch (= <i>canthocarpoides</i> , Fischer)
3. Harpacticoida	<i>Canthocamptus minutus</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Canthocamptus minutus</i> (O. F. Müller) (= <i>staphylinus</i> , Jur.)
	<i>Canthocamptus lucidulus</i> Rehberg, 1880	<i>Canthocamptus lucidulus</i> , Rehberg (= <i>minutus</i> , Claus)

worden. Es ist durchaus möglich, dass viele der früher gefundenen Arten auch noch heute vorkommen.

Bemerkenswert ist, dass wir in einem Gewässer insgesamt fünf calanoide Copepoden gefunden haben, drei aus der Familie Diaptomidae und zwei aus der Familie der Temoridae. In einer Zusammenstellung von Copepodengemeinschaften im Plankton europäischer Seen führt KIEFER (1978) für den Großen Plöner See, den Vänern und Mälaren in Schweden jeweils vier calanoide Copepoden an. Im Großen Plöner See waren demnach zwei Diaptomiden und zwei Temoriden vorhanden, wobei *Eurytemora lacustris* dort nicht mehr zu finden ist (ARP & MAIER 2009). Im Vänern und Mälaren waren es jeweils ein Diaptomide, zwei Temoriden und ein Centropagide. Alle anderen Seen wiesen nur ein bis zwei calanoide Copepoden auf. Die große Anzahl im Stadtgraben mag aus der quasi Teilung in sechs Abschnitte resultieren, in denen unterschiedliche Arten dominierten. Ein weiterer Punkt ist wahrscheinlich die dauernde Zufuhr von Weserwasser über lange Zeiträume. Wahrscheinlich sind über diesen Weg *Eurytemora affinis* und *Skistodiaptomus pallidus* in den Stadtgraben gelangt. POPPE (1889) weist schon darauf hin, dass im Stadtgraben nicht nur für Standgewässer typische Arten vorkommen, sondern auch für Fließgewässer typische. Allerdings nennt er im Einzelnen keine Art.

Im Stadtgraben wurden von der Gattung *Eudiaptomus* zwei Arten gefunden, und zwar *gracilis* und *graciloides*. Das gemeinsame Vorkommen der beiden Arten in einem See ist eher die Ausnahme, wie aus der Literatur zu ersehen ist. In der oben angeführten Untersuchung von KIEFER (1978) von 66 europäischen Seen weisen 62 % nur *E. gracilis*, 29 % nur *E. graciloides* auf und in 9 % der Seen kommen beide Arten gemeinsam vor. Das gemeinsame Vorkommen betrifft ausschließlich holsteinische und mecklenburgische Seen im norddeutschen Tiefland. Überwachungsdaten der Seen in Schleswig-Holstein in den Jahren 2004 bis 2009 führten zu folgendem Ergebnis: 65 Seen wurden untersucht, dabei haben 20 % nur *E. gracilis*, 48 % *E. graciloides* und 12 % der Seen haben beide Arten gemeinsam (ARP 2005; ARP & MAIER 2009). In einer umfangreichen Studie in Schweden (NAUWERCK 1980) wurden 1540 Seen beprobt und nur 9 % wiesen beide Arten gemeinsam auf.

Das gemeinsame Vorkommen der beiden *Eurytemora*-Arten *E. velox* und *E. affinis* war nicht erwartet worden. *E. affinis* ist eine Art, die in den brackischen Unterläufen der nordeuropäischen Flüsse im Tidebereich stark vertreten ist, während *E. velox* im Brack- und Süßwasser jedoch eher in stehenden Gewässern zu finden ist. Wahrscheinlich ist *E. affinis* von der Weser über die Pumpe in den Stadtgraben gebracht worden und hat sich hier etabliert. Im Stadtgraben spielte die Art eine untergeordnete Rolle, sie kam nur sporadisch vor und meist subdominant oder rezident (Tab. 6).

Nur im Juni 2010 war sie an Probestelle 4 dominant, wobei *E. velox* hier eudominant war. *E. velox* war im Jahr 2010 an den Probestellen 3 und 4 eudominant.

Noch weniger erwartet und deshalb auch schwierig zu bestimmen war *Skistodiaptomus pallidus*. Erst nach Anfertigung von Zeichnungen des Tieres und einer Bestätigung aus den USA war die taxonomische Einordnung gesichert. Diese aus dem Mississippi-Gebiet stammende Art ist wahrscheinlich mit Schiffen nach Bremen gekommen und über die Pumpe von der Weser in den Stadtgraben gelangt (BRANDORFF 2011). *S. pallidus* gehört im Stadtgraben zu den konstanten Arten, d. h. sie hat sich durchgesetzt, was auch an den Dominanzverhältnissen ersichtlich ist. An den Probestellen 2–4 war sie immer mal wieder eudominant und besonders an Probestelle 5 war sie fast das ganze Jahr die wichtigste Art.

Auffällig ist die Probestelle 6, in der wir 2009 keine und 2010 nur wenige calanoide Copepoden gefunden haben. Generell gilt für diesen Teil des Stadtgrabens, dass er trübes Wasser hat, was sehr wahrscheinlich durch die fortwährende Einleitung von Weserwasser hervorgerufen wird, das reich an Schwebstoffen (durchschnittlich etwa 20 mg/l) ist. Von Schwebstoffen ist bekannt, dass sie direkt oder indirekt einen negativen Einfluss auf das Zooplankton haben können (HART 1988, RELLSTAB & SPAAK 2007). Indirekt, indem sie das Lichtklima verschlechtern und damit das Wachstum von Algen oder höheren Wasserpflanzen vermindern oder verhindern. Der direkte Einfluss geht über die schlechtere Filtrierbarkeit für das Zooplankton und auch den schlechten Nährwert von mineralischen Schwebstoffen. Allerdings ist der Einfluss artabhängig. Zumindest 2009 ist auch ein negativer Einfluss auf das Zooplankton durch die niedrige Temperatur der Grundwassereinleitung anzunehmen. Dadurch wird die Entwicklung der Tiere verlangsamt. Die höhere Leitfähigkeit der Grundwassereinleitung hat dagegen wahrscheinlich keinen Einfluss (Abb. 7).

Die Redundanzanalyse zeigt, dass die Vertreter der Gruppe der calanoiden Copepoden im Beobachtungszeitraum homogene Populationen bilden, die nicht durch Wassertemperatur- oder Leitfähigkeitsgradient beeinflusst werden.

4.2.3 Ostracoda

Aus der Literatur ist uns nur die Untersuchung von POPPE (1889) bekannt, die über Ostracoden im Bremer Stadtgraben aus früheren Zeiten berichtet. Er fand nur *Cypris compressa* (heute *Pseudocandona compressa*), die 2009/2010 auch noch im Bremer Stadtgraben vorkam.

SYWULA (1977) stellte fest, dass die allermeisten Ostracoden ein bestimmtes Habitat bevorzugen. Wir haben sehr viele Habitate besammelt. Deshalb war zu erwarten, dass wir bei einer größeren Anzahl von Probestellen im Bremer Stadtgraben

nicht wesentlich mehr Arten angetroffen hätten. Im Bremer Stadtgraben sind die Habitate extrem kleinräumig verteilt, mit Ausnahme von Probestelle 6. Deshalb wäre das Dominanzverhältnis der einzelnen Arten untereinander bei einer größeren Anzahl von Probestellen sicherlich noch unterschiedlicher ausgefallen als es jetzt schon der Fall ist. Dieses wird durch die folgende Beobachtung bestätigt. Bei der leider vergeblichen Suche nach weiteren Bandwurmfinnen in Ostracoden wurde am 30. 12. 2011 unter der Brücke zwischen den Probestellen 4 und 5 eine weitere Probe genommen. Es wurden nur schon bekannte Arten entdeckt, aber die Dominanzverhältnisse stimmen mit keiner der anderen Probestellen überein (vgl. Tab. 7).

An Probestelle 6 war vor der Wiese ein recht einheitliches Substrat. Auf Steinen und Kies befand sich eine bis zu ca. 1 cm dicke weißliche Schicht von tonigen Flocken, die von den abgesetzten Schwebstoffen aus dem eingeleiteten Weserwasser und sicherlich auch von dem damals eingeleiteten, mit anorganischen Tonpartikeln befrachteten Grundwasser aus der Baugrube der Kunsthalle Bremen stammten. Es ist anzunehmen, dass mit dem Weserwasser auch organische Partikel eingetragen wurden und hier zur Sedimentation kamen. Insofern hatten benthische Organismen gute Voraussetzungen zum Leben. Die Flockenschicht schützte die Mikrocrustaceen vor dem Frassdruck der Fische, von denen besonders viele Jungfische in diesem Becken des Bremer Stadtgrabens angetroffen wurden. Mit dem Weserwasser werden sicherlich auch Ostracoden eingeschleppt. Dazu dürften vor allem *Cytheromorpha fuscata* und *Cypria subsala* gehören, Brackwasserarten, die z. B. in den Bodden um Rügen (FRENZEL & al. 2010) weit verbreitet sind oder im Oderhaff vorkommen (BAK & SZLAUER-LUKASZEWSKA 2012). Auch in der Wesermarsch wurden diese beiden Arten gefunden (SCHARF, unpubl.). Mit dem Fund von *Cypria subsala* im Bremer Stadtgraben und in der Wesermarsch sowie in der Ostsee schließt sich eine Lücke. Die Art war bisher nur aus Belgien und den Niederlanden bekannt (MEISCH 2000). Die beiden *Ilyocypris*-Arten, die vor allem an der Probestelle 6 im Bremer Stadtgraben vorkommen, werden häufig in leicht tonigem Substrat angetroffen. Zumindest *I. decipiens* kommt auch in Nebenarmen und Nebengewässern der Weser vor (SCHARF, unpubl.). Andere, dort auftretende Arten wie *Cyprideis torosa*, *Herpetocypris chevreuxi* oder *Leptocythere ilyophila* wurden im Bremer Stadtgraben nicht angetroffen. Bemerkenswert ist der Fund von *Prionocypris zenkeri*, vor allem an der Probestelle 6. Diese Art bevorzugt langsam fließendes Wasser und ist sicherlich aus der Weser eingetragen worden, konnte aber keine stabile Population im Bremer Stadtgraben aufbauen. *Isocypris beauchampi* war vor 1951 (HERBST 1951) in Deutschland unbekannt. Seitdem hat sich diese große, auffällige Art in Deutschland sehr weit ausgebreitet (MEISCH

2000). *Cypridopsis vidua* profitiert von dem reichen Vorkommen von submersen Makrophyten. *Notodromas monacha* bevorzugt sehr ruhiges Wasser, in dem sie an die Wasseroberfläche schwimmt, sich dort umdreht und mit der Unterseite nach oben die Kahlhaut abweidet. Häufig ist die Art in Schilfbeständen anzutreffen. Das ruhigste Wasser mit extrem vielen submersen Makrophyten war an den Probestellen 1 und 2 und dort wurde *N. monacha* in geringer Anzahl gefangen.

Das saisonale Auftreten der gefundenen Arten entspricht den Angaben bei MEISCH (2000) und braucht hier nicht wiederholt zu werden. *Cytheromorpha fuscata* ist bei MEISCH (2000) nicht erwähnt. Diese Art kam im Oktober 2009 am häufigsten im Bremer Stadtgraben vor, auch mit juvenilen Tieren, im März 2010 jedoch nur mit zwei Weibchen, im Juni und Juli 2010 wieder häufig. Im September 2010 fehlte sie. Es ist fraglich, ob diese Art eine stabile Population im Bremer Stadtgraben aufbauen konnte.

Vergleicht man den Bremer Stadtgraben mit einem See, so entspricht er der oberen Zone des Litorals. Dort findet man die meisten Arten, während in der Tiefe der Seen nur wenige vorkommen, z. B. beim Laacher See (KEMPF & SCHARF 1980), beim Arendsee (SCHARF 1998) oder beim Lake Biwa in Japan (SMITH & al. 2011). Bei Seen treten die einzelnen Habitate jedoch meist großflächiger als im Bremer Stadtgraben auf. Man denke nur an Schilfgürtel oder an Sandstrände. In vielen Seen findet man um die 20 Ostracoden-Arten, im Bremer Stadtgraben waren es 21. Aus dieser Sicht entspricht der Bremer Stadtgraben einem Flachsee mit vielen Habitaten.

Abb. 13 zeigt den Zusammenhang zwischen den Umweltparametern Wassertemperatur und Leitfähigkeit bei ausgewählten Ostracoden-Arten. Insbesondere *Cytheromorpha fuscata* zeigt eine Präferenz zu erhöhtem Salzgehalt. *Physocypris kraepelini* bevorzugt warmes Wasser, während sich *Candona candida* und *Candona neglecta* im kalten Wasser zum geschlechtsreifen Tier entwickeln, also im Winter.

Vergleich des Greifswalder Stadtgraben mit dem Bremer Stadtgraben: Auch die Stadt Greifswald hatte – wie in früherer Zeit üblich – einen Stadtgraben, um die Stadt vor Angreifern zu schützen. FRENZEL & al. (2004) fanden im Jahr 2003 im Greifswalder Stadtgraben keine lebenden Ostracoden, wofür sie verschiedene Gründe angeben. In den alten Sedimenten des Greifswalder Stadtgrabens gab es jedoch eine ähnliche Ostracodenbesiedlung wie im Bremer Stadtgraben mit folgenden Arten: *Candona candida*, *Cyclocypris ovum*, *Fabaeformiscandona hyalina*, *F. protzi*, *Limnocythere inopinata*, *Physocypris kraepelini*, *Pseudocandona compressa*. Alle aufgeführten Arten außer *Fabaeformiscandona hyalina* kommen auch im Bremer Stadtgraben vor. Der Greifswalder Stadtgraben enthielt eine stabile, autochthone Besiedlung mit Muschelkrebsen, was auch für den

Bremer Stadtgraben gilt. Typische Brackwasserarten fehlen im Greifswalder Stadtgraben, sind aber im Bremer Stadtgraben, insbesondere an der Probestelle 6 vorhanden (*Cypria subsala* oder *Cytheromorpha fuscata*). Für den einstigen Greifswalder Stadtgraben wird ein strukturreiches Gewässer mit einem stark organogenhaltigen Substrat angegeben, was auch für den Bremer Stadtgraben zutrifft. Beide Stadtgräben hatten/haben eine gute Sauerstoffversorgung über dem Sediment und einen reichen Bewuchs an submersen Makrophyten. Leider gibt es für den Greifswalder Stadtgraben keine Angaben zu den Cladoceren und den Copepoden.

Bandwurmfinnen in Ostracoden: Am 6. 9. 2010 wurde an der Probestelle 4 bei einem adulten Weibchen von *Candona candida* eine Cestodenfinne entdeckt (Abb. 14). Hier seien einige Vorbemerkungen zu dem Fund beigelegt. Die Ostracoden häuten sich in ihrer Entwicklung acht Mal, bevor sie adult und geschlechtsreif werden. Die Verkalkung des Carapaxes nach einer Häutung geschieht innerhalb von ca. 24 Stunden. – Die Bandwürmer leben als geschlechtsreife Tiere im Darm des Endwirtes. Der Bandwurm stößt einzelne Glieder ab, die mit dem Kot den Darm des Endwirtes verlassen, und aus denen sich Larven entwickeln. Die Larven infizieren einen Zwischenwirt, in dem sich die Larve incystiert, also eine Bandwurmfinne bildet. Der Zwischenwirt kann direkt vom Endwirt gefressen werden, oder es kann noch einen zweiten Zwischenwirt geben, bevor die Bandwurmfinne in den Darm des Endwirtes gelangt und sich dort zum geschlechtsreifen Bandwurm entwickelt. Ostracoden können für Bandwürmer, die in Vögeln oder Fischen parasitieren, der Zwischenwirt sein (HARPER 1930, HARTMANN 1966–1989). Viele infizierte Ostracoden fallen durch eine Übergröße auf. Dieses ist für den Bandwurm von Vor-

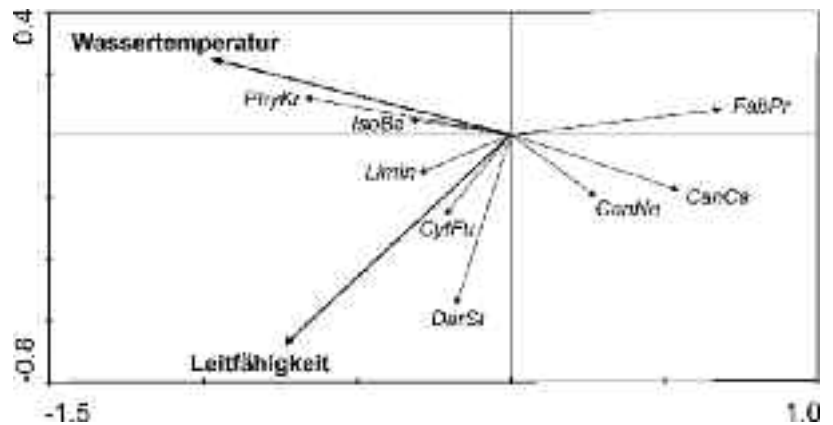
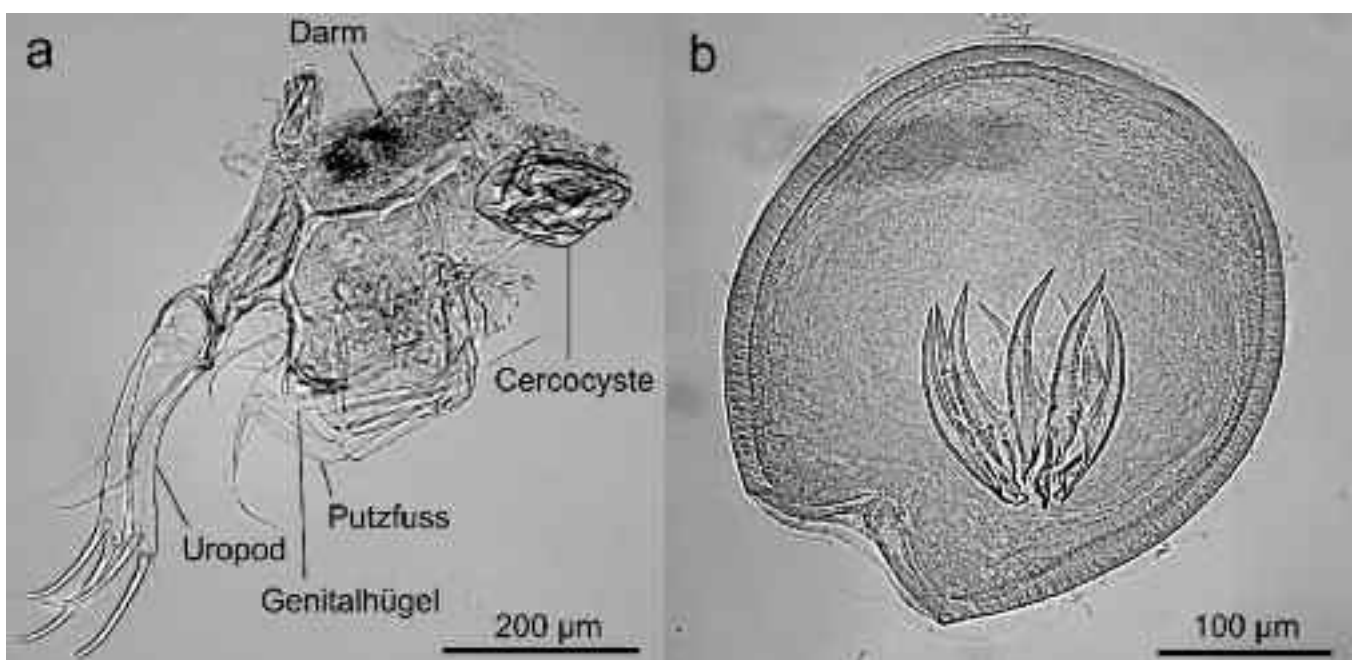


Abb. 13. Redundanzanalyse der Umweltparameter Wassertemperatur und Leitfähigkeit und den acht aussagekräftigsten Ostracodenarten. CanCa = *Candona candida*, CanNe = *Candona neglecta*, CytFu = *Cytheromorpha fuscata*, DarSt = *Darwinula stevensoni*, FabPr = *Fabaeformiscandona protzi*, IsoBe = *Isocypris beauchampi*, LimIn = *Limnocythere inopinata*, PhyKr = *Physocypris kraepelini*.

teil, wenn es sich um einen im Sediment kriechenden Muschelkrebs handelt. Die infizierten Ostracoden haben bei der Bewegung einen erhöhten Widerstand im Sediment und weichen wahrscheinlich an die Sedimentoberfläche aus. Da sie sich normalerweise im Sediment fortbewegen, sind sie meist weiß und fallen auf der Sedimentoberfläche auf, wodurch sich die Chance für die Finne erhöht, dass der Muschelkrebs von einem Fisch oder Vogel gefressen wird.

Dringt die Larve des Bandwurmes während des letzten Larvenstadiums des Ostracoden in ihren Zwischenwirt ein, so nistet sich die Finne im Bereich des Eierstockes bzw. der Hoden ein und verhindert die Entwicklung von Eiern bzw. Samen. Bei der Häutung zum adulten Muschelkrebs kann die Bandwurmfinne auf die Ausbildung des Carapaxes Einfluss nehmen und den Zwischenwirt zu einer Übergröße veranlassen. Infiziert die Bandwurmfinne erst den adulten Ostracoden, ist der Carapax bereits verkalkt und eine Vergrößerung der Klappen kann nicht mehr erfolgen. In diesem Fall kann man neben der Finne noch Eier bzw. Samenschläuche des Ostracoden finden. Deshalb

Abb. 14: Fotografien von Bandwurmfinnen (Cercocysten). a) in *Candona candida* (Lfd. Nr. 4 in Tab. 15); b) in *Pseudocandona marchica* (Lfd. Nr. 14 in Tab. 15).



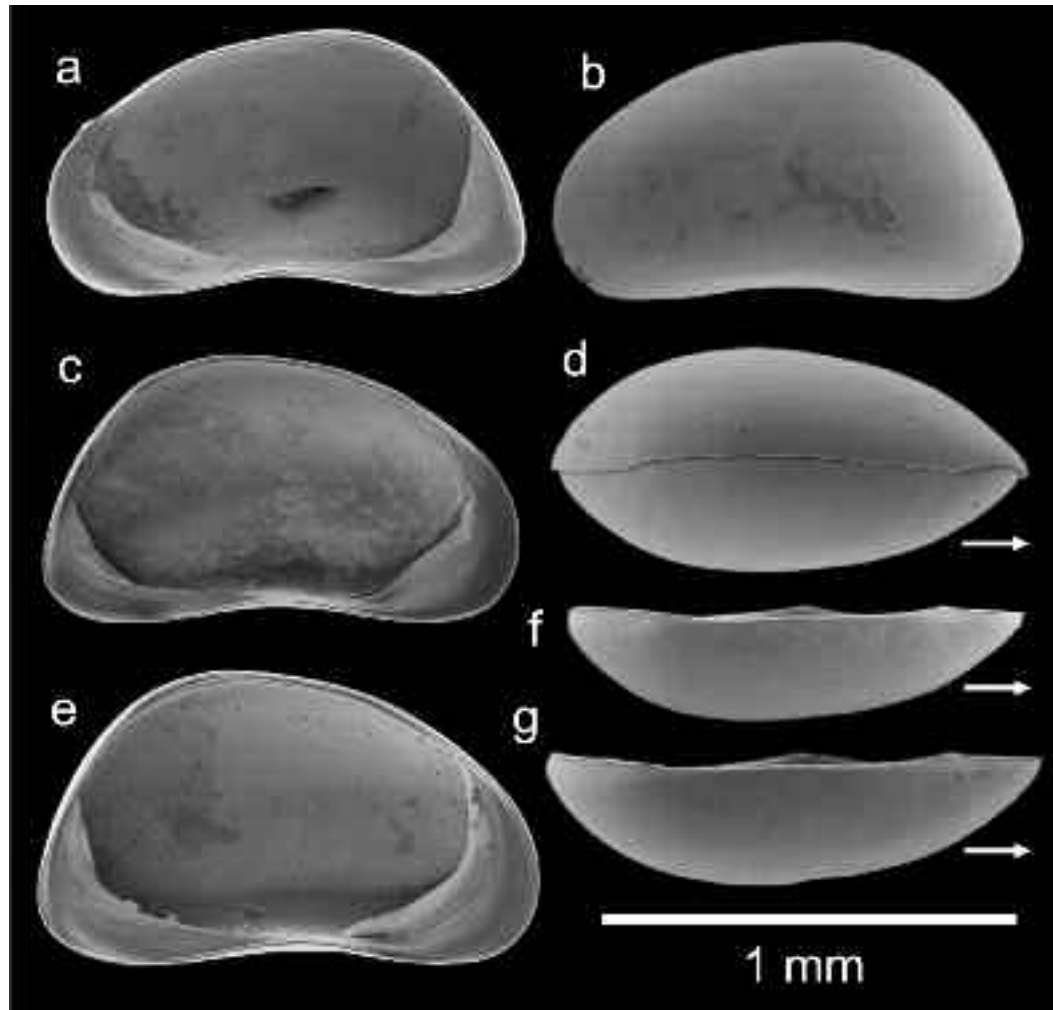


Abb. 15: REM-Aufnahmen der Klappen von Weibchen von *Candona candida* (Ostracoda) aus dem Bremer Stadtgraben (Lfd. Nr. 1–4 in Tab. 15). a) rechte Klappe von innen, Länge 1,06 mm, Höhe 0,59 mm; b) linke Klappe von außen, Länge 1,08 mm, Höhe 0,60 mm; dasselbe Tier wie a); c) linke Klappe von innen, Länge 1,06 mm, Höhe 0,60 mm; d) Carapax von dorsal, Länge der linken Klappe 1,06 mm und Höhe 0,60 mm; e) linke Klappe des Tieres mit der Bandwurmfinne von innen, Länge 1,12 mm, Höhe 0,65 mm; f) rechte Klappe von dorsal, Länge 1,03 mm, Höhe 0,58 mm, dasselbe Tier wie c); g) rechte Klappe des Tieres mit der Bandwurmfinne von dorsal, Länge 1,10 mm, Höhe 0,64 mm, dasselbe Tier wie e).

verwundert es auch nicht, dass man bei ein und derselben Ostracodenart unterschiedliche große Carapaxe bei von Bandwürmern infizierten Tieren findet (Tab. 15). Tiere unterschiedlicher Populationen können außerdem unterschiedliche Größen haben (Tab. 15), man muss also bei der Suche nach Bandwurmfinnen die Länge und Höhe der Tiere einer jeden Population der jeweiligen Art berücksichtigen.

Der im Bremer Stadtgraben gefundene infizierte Muschelkrebs zeichnet sich innerhalb der dortigen Population von *Candona candida* durch eine Übergröße aus (Abb. 15e, g sowie lfd. Nr. 4 in Tab. 13). In diesem Muschelkrebs gab es keine Eier, was aber vielleicht auch an dem frühen Sammeltermin gelegen haben kann. Das Tier wurde im September gefangen, also kurz nach der Häutung zum adulten Tier. Andere Tiere dieser Art aus derselben Probe zeigten, dass die Eiproduktion

erst begonnen hatte. Bei der Größe der Bandwurmfinne bleibt allerdings nicht viel Platz für Eier. Die äußere Hülle der Bandwurmfinne war durch die Einbettung in Hydromatrix geschrumpft, so dass wir eine weitere Bandwurmfinne abgebildet haben, die aufgrund der Ähnlichkeit der Haken wahrscheinlich derselben Art zuzuschreiben ist. Diese Finne wurde am 21.12.1978 im Laacher See in der Eifel in einem Weibchen von *Pseudocandona marchica* entdeckt (Abb. 14). Dieses Tier, ebenfalls ohne Eier, zeichnet sich wie das infizierte Weibchen von *Candona candida* aus dem Bremer Stadtgraben durch eine Übergröße aus. – Bei dem Bandwurm handelt es sich um *Sobolevicanthis gracilis* (Zeder, 1803) aus der Familie Hymenolepididae. Die Endwirte dieser Art sind u. a. Enten.

Es stellte sich uns die Frage, woran man eine mit einer Bandwurmfinne infizierte Ostracode er-

Tab. 15: Länge und Höhe der linken Klappe von mit Bandwurmfinnen infizierten und nicht infizierten weiblichen Ostracoden

Ca. cand. = *Candona candida*, *Ps. march.* = *Pseudocandona marchica*, oC/mC = ohne und mit Cestodenfinne, Karteintr. = Nummer des Präparates in der Sammlung von B. Scharf

Lfd Nr.	Art	oC/ mC	Fundort	Datum	Linke Klappe			Karteintr.
					Länge [mm]	Höhe [mm]	Höhe/ Länge	
1	<i>Ca. cand.</i>	oC	Bremer Stadtgraben	18.03.2010	1,06	0,60	0,57	10-4-1
2	<i>Ca. cand.</i>	oC	Bremer Stadtgraben	18.03.2010	1,08	0,60	0,56	10-4-1-1
3	<i>Ca. cand.</i>	oC	Bremer Stadtgraben	18.03.2010	1,06	0,60	0,57	10-4-1-2
4	<i>Ca. cand.</i>	mC	Bremer Stadtgraben	06.09.2010	1,12	0,65	0,58	10-6-4-1
5	<i>Ca. cand.</i>	oC	Laacher See	08.09.1977	1,18	0,67	0,57	77-23-2-2
6	<i>Ca. cand.</i>	oC	Laacher See	08.09.1977	1,12	0,64	0,57	77-23-2-3
7	<i>Ca. cand.</i>	mC	Laacher See	08.09.1977	1,16	0,66	0,57	77-23-2-4
8	<i>Ca. cand.</i> (9 Tiere)	oC	Schalkenmehrener Maar	04.04.1979	1,09–1,15	0,62–0,67	0,56–0,58	79-7-1
9	<i>Ca. cand.</i> (6 Tiere)	mC	Schalkenmehrener Maar	04.04.1979	1,10–1,17	0,64–0,69	0,56–0,59	79-7-1
10	<i>Ps. march.</i>	oC	Laacher See	08.09.1977	1,01	0,60	0,59	77-23-2-1
11	<i>Ps. march.</i>	oC	Laacher See	16.05.1978	1,01	0,60	0,59	78-2-2-2
12	<i>Ps. march.</i>	oC	Laacher See	16.05.1978	1,00	0,60	0,60	78-2-2-1
13	<i>Ps. march.</i>	oC	Laacher See	16.05.1978	0,98	0,57	0,58	78-2-2-3
14	<i>Ps. march.</i>	mC	Laacher See	21.12.1978	1,08	0,64	0,59	78-2-5-1

kennt. Weist das Tier eine Übergröße gegenüber den anderen Tieren der Population auf, liegt der Verdacht nahe, dass es sich um ein solches Tier handelt und man präpariert es, um die Vermutung zu überprüfen. Das Höhen-Längen-Verhältnis der Klappe ändert sich nicht entscheidend, wie Tab. 15 zeigt, wobei sich diese Aussage durch die geringe Anzahl von vorhandenen Tieren statistisch nicht belegen lässt. Aber es wurden auch Tiere entdeckt, die keine Übergröße aufweisen und dennoch infiziert waren. Wahrscheinlich war die Infektion im adulten Stadium des Muschelkrebses erfolgt. Die Finne fiel im Weichkörper des Muschelkrebses durch ihre Form und Helligkeit auf. Normalerweise müssten dort Eier bzw. Samenschläuche sein. Diesen Unterschied werden Paläontologen, die nur den leeren Carapax oder die Klappen vor sich haben, nicht erkennen können.

4.2.4 Diversität

An Probestelle 6 kommen so gut wie keine calanoiden Copepoden (Abb. 9) und zeitweise wenig Cladocerenarten (Abb. 8) vor. Andererseits wurde an dieser Probestelle die höchste Diversität (Tab. 9) gemessen, was auf den ersten Blick nicht zusammen passt. Die Erklärung liegt darin, dass die pelagischen Crustaceen-Arten, wie z. B. der Gattungen *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma* und calanoide Copepoden wenig vertreten sind, jedoch zwischen Pflanzen oder am Boden lebende Arten, wie viele Cladoceren und die Ostracoden, sehr stark vertreten sind. Hier spielt die Einleitung des Weserwassers eine entschei-

dende Rolle. Wie schon bei den calanoiden Copepoden hingewiesen, hat die mineralische Trübe auf viele planktische Crustaceen einen negativen Einfluss, was auch auf Cladoceren zutrifft. Andererseits kommen mit dem Weserwasser sogenannte Aggregate in den Stadtgraben, die aus anorganischem und organischem Material bestehen, mit Bakterien besiedelt sind und Nährstoffe beinhalten (ZIMMERMANN-TIMM 2002). Diese Aggregate sinken auf den Boden, wo sie eine gute Nahrungsquelle für bodenlebende Crustaceen sind. Benthische Cladoceren und Ostracoden werden somit gefördert. Darüber hinaus werden lebende Individuen über das Pumpwasser in diesem Becken angereichert. In dieser Besonderheit ist Ursache für die hohe Diversität zu finden.

4.2.5 Neozoen

Einige wenige Neozoen sind auch im Stadtgraben vertreten. Bei den Cladoceren ist dies *Daphnia ambigua*, die seit Anfang der 70er Jahre in Deutschland bekannt ist (FLÖSSNER & KRAUS 1976). Erst 2009 wurde der calanoide Copepode *Skistodiaptomus pallidus* in Deutschland gefunden, und zwar im Bremer Stadtgraben (BRANDORFF 2011). Ein weiteres Neozoon ist die Muschel *Dreissena polymorpha*, die wir an verschiedenen Stellen im Stadtgraben gefunden haben. Diese Art ist schon länger in Deutschland bekannt (BIJ DE VAATE & al. 2002). Schon BORCHERDING (1883) nannte Vorkommen dieser Art in der Weser und anderen Gewässern in der Umgebung von Bremen, aber nicht aus dem Stadtgraben. Bei Vorkommen von Neozoen stellt sich

die Frage, ob bisher vorkommende Arten durch die Neuankömmlinge beeinträchtigt wurden. Bei den beiden Filtrierern *Daphnia ambigua* und *Skistodiatomus pallidus* ist nicht anzunehmen, dass sie andere Arten verdrängt haben. Nahrung und auch Raum sind genug vorhanden. Was die Muscheln betrifft, gibt es keine genaueren Untersuchungen, welche Arten heute vorkommen. BORCHERDING (1883) hatte folgende Muscheln im Stadtgraben gefunden: *Unio pictorum*, *Unio tumidus* und *Anodonta anatina*. Laut KARATAYEV (1997) hat *Dreissena* einen negativen Effekt auf *Unio*, kann aber auch mit diesen Muscheln zusammen vorkommen.

4.2.6 Einfluss der Weser

Wie schon oben unter 4.1 dargelegt (Abb. 10), wird der Stadtgraben stark von der Wasserchemie der Weser beeinflusst. Allerdings bezieht sich der Einfluss auch auf Lebewesen, die von der Weser in den Stadtgraben an Probestelle 6 eingetragen werden. Da sind Rotatorien zu nennen, die zum Teil massenhaft in der Weser vorkommen (SABANEEFF 1956). Zu den mit dem Weserwasser eingetragenen Arten zählen auch Cladoceren, wie *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*, *Leptodora kindtii* und eine Reihe anderer weniger häufiger Arten. Bei den Copepoden kommen immer wieder *Eurytemora affinis* und cyclopoide Copepoden über die Pumpe aus der Weser in den Stadtgraben. Einige sporadische Proben unmittelbar an dem eingepumpten Wasser im Stadtgraben belegen diesen Eintrag. Der Eintrag von *Leptodora kindtii*, der wahrscheinlich immer wieder passiert, und das geringe Vorkommen dieser Art an Probestelle 6, lässt den Verdacht aufkommen, dass *L. kindtii* keine dauernde Population im Stadtgraben aufbaut, sondern immer wieder aus der Weser Individuen nachgeliefert bekommt. Einige wenige Proben unmittelbar aus dem Auslass des Stadtgrabens an der Weser belegen, dass auch immer wieder Crustaceen aus dem Stadtgraben in die Weser eingetragen werden. Das Spektrum der Arten ist verschieden von dem, was über die Pumpe an Probestelle 6 eingetragen wird. Es handelt sich hauptsächlich um Arten, die an und auf Wasserpflanzen leben, die im Stadtgraben am Ablassrohr häufig sind. Es handelt sich dabei um die Cladoceren *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Coronatella rectangula*, *Eurytemora lamellatus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Polyphemus pediculus* und *Scapholeberis mucronata*. Aber auch die Copepoden *Eudiaptomus gracilis* und *Eurytemora velox* und der Ostracode *Cypridopsis vidua* kommen auf diese Weise in die Weser. Wie weit sie in den Verhältnissen in der Weser überleben können, müssten weitere Untersuchungen zeigen.

DANKSAGUNG

Herrn Christian Wilhelm, Botanisches Institut der Universität Leipzig danken wir für die taxonomische Zuordnung von *Coccodea viridis*, Frau Janet Reid, USA, für die Bestätigung der Bestimmung von *Skistodiatomus pallidus*, Herrn Dietmar Keyser und Frau Renate Walter, Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum der Universität Hamburg für die Erstellung der REM Bilder von Ostracoden, Herrn Heinrich Kubbier, Überseemuseum Bremen, für die Nachbestimmung der Bäume und Informationen zur Geschichte; Herrn Ralf-Norbert Otte, hanseWasser Bremen GmbH für Informationen zur installierten Pumpe und dem Wasser- und Schifffahrtsamt Bremen für die Überlassung von aktuellen Wasserstandsdaten.

LITERATUR

- ALM, G. (1916): Monographie der schwedischen Süßwasser-Ostracoden nebst systematischen Besprechungen der Tribus Podocopa. – Zoologiska Bidrag fran Uppsala **4**: 1–248.
- ANONYMUS (nach 1640): Brema. – <http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/1640.htm> (abgerufen 29.06.2011).
- ARP, W. (2005): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2004. Teilbericht: 12 Seen des WRRL-Programms. – Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek. 81 S.
- ARP, W. & G. MAIER (2009): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2008. – Bericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein, Flintbek. 166 S.
- BAK, M. & A. SZLAUER-LUKASZEWSKA (2012): Bioindicative potential of diatoms and ostracods in the Odra mouth environment quality assessment. – Nova Hedwigia, Beiheft **141**: 463–484.
- BAIRD, W. (1850): Natural history of the British Entomotraca. – The Ray Society, London. 364 S.
- BIJ DE VAATE, A., K. JAZDZEWSKI, H. A. M. KETELAARS, S. GOLLASCH & G. VAN DER VELDE (2002): Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **59**: 1159–1174.
- BORCHERDING, F. (1883): Die Mollusken-Fauna der nordwestdeutschen Tiefebene. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **8**: 255–363.
- BRANDORFF, G.-O. (2011): The copepod invader *Skistodiatomus pallidus* (Herrick, 1879) (Crustacea, Copepoda, Diaptomidae) from North America in water bodies of Bremen, northern Germany. – Aquatic Invasions **6** (Suppl. 1): 1–5.
- BRAUN, G. & F. HOGENBERG (1598): Brema. Urbs hanseatici foederis ad visurgum flu. Valide Munita mercimoniis dives et Elegans. – <http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/1598.htm> (abgerufen 29.06.2011).
- BUBKE, K. (2007): Die Bremer Stadtmauer. Schriftliche Überlieferung und archäologische Befunde eines mittelalterlichen Befestigungsbauwerks. – Veröf-

- fentlichungen aus dem Staatsarchiv der Freien Hansestadt Bremen **68**: 1–320.
- BUCHENAU, F. (1896): Die Entwicklung der Stadt Bremen bis zum Abschlusse der Altstadt im Jahre 1305. – Bremisches Jahrbuch **18**: 1–32.
- BUCHENAU, F. (1900): Die Freie Hansestadt Bremen und ihr Gebiet. Ein Beitrag zur Geographie und Topographie Deutschlands. – Von Halem, Bremen. 431 S.
- DAMME, K. VAN & H. J. DUMONT (2008): Further division of *Alona* Baird, 1843: separation and position of *Coronataella* Dybowski & Grochowski and *Ovalona* gen. n. (Crustacea: Cladocera). – Zootaxa **1960**: 1–44.
- DUMONT, H. J. & W. HOLLEWEDEL (2009): *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) from Bremen, Germany: discovered, forgotten, and rediscovered. – Crustaceana **82**: 1457–1461.
- DUMONT, H. J. & S. V. NEGREA (2002): Branchiopoda. – In: H. J. F. DUMONT, Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world **19**. Backhuys Publishers, Leiden. 398 S.
- DUSSART, B. H. & D. DEFAYE (2001): Introduction to the Copepoda. – In: H. J. F. DUMONT, Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world **16**. Backhuys Publishers, Leiden. 344 S.
- EINSLE, U. (1993): Crustacea, Copepoda, Calanoida and Cyclopoida. – In: J. SCHWOERBEL & P. ZWICK, Süßwasserfauna von Mitteleuropa: **8**(4–1): 1–209. Gustav Fischer, Stuttgart.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologia **18**: 378–380.
- EYLMANN, E. (1886): Beitrag zur Systematik der europäischen Daphniden. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. **2**: 61–146.
- FGG WESER (2009): EG-Wasserrahmenrichtlinie. Bewirtschaftungsplan 2009 für die Flussgebietseinheit Weser. Maßnahmenprogramm 2009 für die Flussgebietseinheit Weser. – Flussgebietsgemeinschaft Weser, Hildesheim. 131 S., Anhänge.
- FLÖSSNER, D. (1993): Zur Kenntnis einiger *Daphnia*-Hybriden (Crustacea, Cladocera). – Limnologica **23**: 71–79.
- FLÖSSNER, D. (2000): Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. – Backhuys Publishers, Leiden. 428 S.
- FLÖSSNER, D. & K. KRAUS (1976): Zwei für Mitteleuropa neue Cladoceren-Arten (*Daphnia ambigua* Scourfield, 1946, und *Daphnia parvula* Fordyce, 1901) aus Süddeutschland. – Crustaceana **30**: 301–309.
- FOCKE, G. W. (1844): Der Bremer Stadtgraben. – Sonntagsblatt der Weser Zeitung vom 22. September 1844, Nr. 32: 6–7.
- FOCKE, G. W. (1866a): Vortrag gehalten 1865: Über die Grünfärbung des Stadtgrabens. – Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **1**: 11.
- FOCKE, G. W. (1866b): Vortrag gehalten 1865: Über *Polyphemus kindtii*. – Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **1**: 12.
- FORRÓ, L., N. M. KOROVCHINSKY, A. A. KOTOV & A. PETRUSEK (2008): Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. – Hydrobiologia **595**: 177–184.
- FRENZEL, P., J. ANSORGE & F. A. VIEHBERG (2004): Der Greifwalder Stadtgraben vor der Industrialisierung – eine Paläomilieurekonstruktion vor archäologischem Hintergrund. – Rostocker Meeresbiologische Beiträge **12**: 23–38.
- FRENZEL, P., D. KEYSER & F. A. VIEHBERG (2010): An illustrated key and (palaeo)ecological primer for postglacial to recent Ostracoda (Crustacea) of the Baltic Sea. – Boreas **39**: 567–575.
- FREY, D. G. (1982): Questions concerning cosmopolitanism in Cladocera. – Archiv für Hydrobiologie **93**: 484–502.
- GUERNE, J. DE & J. RICHARD (1889): Revision des Calanides d'eau douce. – Mémoires de la Société Zoologique de France **2**: 53–181.
- HARPER, W. F. (1930): On some British larval cestodes from land and fresh-water invertebrate hosts. – Parasitology **22**: 202–213.
- HART, C. W. (1988): Zooplankton feeding rates in relation to suspended sediment content: potential influences on community structure in a turbid reservoir. – Freshwater Biology **19**: 123–139.
- HARTMANN, G. (1966–1989): Ostracoda. – In: H. GRÜNER, H. G. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches **5**(1): 1–1067. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig, VEB Fischer, Jena.
- HEINEKEN, P. C. (1836): Die Freie Hansestadt Bremen und ihr Gebiet in topographischer, medizinischer und naturhistorischer Hinsicht **1**. – Geisler, Bremen. 136 S.
- HERBST, H. V. (1951): *Isocypris quadrisetosa* Rome (Crustacea, Ostracoda) aus der Eider. Anhang: *Isocypris laskaridisi* n. sp. von der Insel Milos. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **32**: 403–414.
- HOLLEWEDEL, W. (2002): Zur Cladocerenfauna eines Waldteiches und eines Stadtteiches. Langzeitbeobachtungen im Vareler Mühlenteich und Oldenburger Dobbenteich. – Drosera **2002**: 79–90.
- HOLLEWEDEL, W. (2004): Zur Verbreitung der Cladoceren in Baggerseen der Stadt Oldenburg i. O. Langzeituntersuchungen (1985–2004) im Blankenburger See und in den Bornhorster Gewässern. – Drosera **2004**: 1–10.
- HOLLEWEDEL, W. & B. W. SCHARF (1999): Zur Cladocerenfauna des Feldungelsees (1995–98) im Vergleich mit früheren Untersuchungen und zur Ostracodenfauna (1995–98). – Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen **25**: 167–177.
- HOLLEWEDEL, W. & B. W. SCHARF (2006): Zum Vorkommen der Cladoceren und Ostracoden (Crustacea) im Zwischenahner Meer (Niedersachsen). – Drosera **2006**: 91–110.
- HOLLEWEDEL, W. & H. TERLUTTER (2003): Zur Verbreitung der Cladoceren in den Gewässern des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“, Kreis Steinfurt (Westfalen). – Drosera **2003**: 51–64.
- HOLZNER-RABE, C. (2001): Das Wallbuch. Der Wegweiser durch die Bremer Wallanlagen. – Schünemann, Bremen. 154 S.
- JURINE, L. (1820): Histoire des Monocles, qui se trouvent aux environs de Genève. – Genève, Paris. 260 S.
- KARATAYEV, A. Y., L. E. BURLAKOVA & D. K. PADILLA (1997): The effect of *Dreissena polymorpha* (Pallas) invasion on aquatic communities in Eastern Europe. – Journal of Shellfish Research **16**: 187–203.
- KAUFMANN, A. (1896): Die schweizerischen Cytheriden und ihre nächsten Verwandten. – Revue Suisse de Zoologie et Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Genève **4**: 313–384.
- KAUFMANN, A. (1900): Cypriden und Darwinuliden der Schweiz. – Revue Suisse de Zoologie **8**: 209–423.
- KEMPF, E. K. & B. W. SCHARF (1980): Lebende und fossile Muschelkrebse (Crustacea: Ostracoda) vom Laacher See. – Mitteilungen der Pollichia **68**: 205–236.

- KIEFER, F. (1978): Freilebende Copepoda. – In: H.-J. ELSTER & W. OHLE, Das Zooplankton der Binnengewässer **2**(26): 1–343. Schweizerbart, Stuttgart.
- KUHBIER, H. & R. KESEL (2013): Wasserpflanzen im Bremer Stadtgraben im Sommer 2010. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **47**: 121–123.
- LEMMERMANN, E. (1907): Das Plankton der Weser bei Bremen. – Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde **2**: 393–447.
- LEYDIG, F. (1860): Naturgeschichte der Daphniden (Crustacea Cladocera.). – Laupp & Siebeck, Tübingen. 252 S.
- LIEDER, U. (1996): Crustacea: Cladocera/Bosminidae. – In: J. SCHWOERBEL & P. ZWICK, Süßwasserfauna von Mitteleuropa: **8**(2–3): 1–80. Gustav Fischer, Stuttgart.
- LILLJEBORG, W. (1900): Cladocera Sueciae oder Beiträge zur Kenntnis der in Schweden lebenden Krebsthiere von der Ordnung der Branchiopoden und der Unterordnung der Cladoceren. – Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Ser. 3, **19**: 1–701.
- MATZKE-KARASZ, R. (1995): Aktuelle Gattungs- und Artmerkmale bei *Scottia*, *Cyclocypris*, *Psychrodomus* und *Mesocypris* (Ostracoda). – Sonderveröffentlichungen des Geologischen Instituts der Universität zu Köln **97**: 1–285.
- MEISCH, C. (2000): Crustacea: Ostracoda. – In: J. SCHWOERBEL & P. ZWICK, Süßwasserfauna von Mitteleuropa **8**(3): 1–522. Gustav Fischer, Stuttgart.
- MÖLLER, R. (2002): Wallanlagen und umzu. Das städtische Umfeld. – In: STADTGRÜN BREMEN, Zwischen Lust und Wandeln: 200 Jahre Bremer Wallanlagen: 139–145. Edition Temmen, Bremen.
- MÖLLER, R. & M. BACKES (2002): Vom Bleistiftstrich zum Spatenstich. – In: STADTGRÜN BREMEN, Zwischen Lust und Wandeln: 200 Jahre Bremer Wallanlagen: 185–201. Edition Temmen, Bremen.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. – Quelle & Meyer, Heidelberg. 431 S.
- MÜLLER, G. W. (1900): Deutschlands Süßwasser-Ostracoden. – Zoologica, Original-Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Zoologie **11**(30): 1–112.
- MÜLLER-GLASSL, U. (2002): Die Wallanlagen von den Anfängen bis heute. – In: STADTGRÜN BREMEN, Zwischen Lust und Wandeln: 200 Jahre Bremer Wallanlagen: 53–75. Edition Temmen, Bremen.
- NAUWERCK, A. (1980): Die Verbreitung der Familie Diaptomidae Sars in Nordschweden. – Archiv für Hydrobiologie **89**: 247–264.
- POPPE, S. A. (1889): Notizen zur Fauna der Süßwasser-Becken des nordwestlichen Deutschland mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **10**: 517–551.
- REHBERG, H. (1880): Beitrag zur Kenntnis der freilebenden Süßwasser-Copepoden. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **6**: 533–554.
- RELLSTAB, C. & P. SPAAK (2007): Starving with a full gut? Effect of suspended particles on the fitness of *Daphnia hyalina*. – Hydrobiologia **594**: 131–139.
- RENNER, J. (1995): Chronica der Stadt Bremen, Teil 1 & 2. – Universität Bremen, Bremen. 697 & 532 S.
- RUETE, D. F., G. H. TISCHBEIN & F. A. DREYER (ca. 1811): Grundriss der Stadt Bremen. – <http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/1811.htm> (abgerufen 29.06.2011).
- SABANEFF, P. (1956): Über das Zooplankton der Weser. – Berichte der Limnologischen Flußstation Freudenthal **7**: 28–42.
- SARS, G. O. (1902): An account of the Crustacea of Norway with short descriptions and figures of all the species **4**: Copepoda, Calanoida, part 7–8: Centropagidae, Diaptomidae: 73–96, pls. 49–64. – Bergen Museum, Bergen.
- SARS, G. O. (1928): An account of the Crustacea of Norway with short descriptions and figures of all the species **9**: Ostracoda: I–XII, 1–277, pls. 1–119. – Bergen Museum, Bergen.
- SCHARF, B. W. (1998): Eutrophication history of Lake Arendsee (Germany). – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **140**: 85–96.
- SCHMEIL, O. (1898): Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. Nachtrag zu den Familien der Cyclopiden und Centropagiden, zugleich ein Begleitwort zu der Bearbeitung der Süßwasser-Cyclopiden und -Centropagiden im „Tierreiche“. – Bibliotheca Zoologica **8**(21): 145–188.
- SCHWARZWÄLDER, H. (1955): Entstehung und Anfänge der Stadt Bremen. Ein Beitrag zur Geschichte des norddeutschen Städtewesens. – Veröffentlichungen aus dem Staatsarchiv der Freien Hansestadt Bremen **24**: 1–312.
- SCHWARZWÄLDER, H. (1995): Geschichte der Freien Hansestadt Bremen **1**: Von den Anfängen bis zur Franzosenzeit. – Edition Temmen, Bremen. 573 S.
- SCHWARZWÄLDER, H. (2003): Das große Bremen-Lexikon. – Edition Temmen, Bremen. 1067 S.
- SCHWERTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere **3**: Synökologie. – Paul Parey, Hamburg. 451 S.
- SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR (2011): BUISY – Bremer Umweltinformationssystem. Wasser. – www.umwelt.bremen.de/de/detail.php?gsid=bremen179.c.5507.de (abgerufen 29.06.2011).
- SEUTTER, M. (1739): Brema S. Rom. Imp. Civitas libera, cum primariis aedificiis, plateis, foris templis = Grundriß des H. R. Reichs freyen Stadt Bremen, mit den vornehmsten Gebäuden, Kirchen, Straßen u. Märkte. – <http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/1739.htm> (abgerufen 29.06.2011).
- SMITH, R., H. JANZ & I. OKUBO (2011): Recent Cyprididae and Ilyocyprididae (Crustacea: Ostracoda) from Lake Biwa, Japan, including a summary of the lake's fauna. – Zootaxa **2874**: 1–37.
- STEIN, R. (1961): Das vergangene Bremen. Der Stadtplan und die Stadtansicht im Wechsel der Jahrhunderte. – Hauschild, Bremen. 142 S.
- SYWULA, T. (1977): VII. Ostracoda. – Monografie Fauny Polski **7**: 181–207.
- THOBOR, C. (2000): Stehende Gewässer im Land Bremen. Zustand, Nutzung, Gewässergüte, Ökologie. – Senator für Bau und Umwelt & Bund, Bremen. 250 S.
- WESENBERG-LUND, C. (1904): Plankton investigations of the Danish lakes. Part I. – Copenhagen, Gyldendal. 223 S.
- WETZEL, V. (1988): Der Ausbau des Weserfahrwassers von 1921 bis heute. – Jahrbuch Hafenbautechnische Gesellschaft **42**: 83–105.
- WILLIAMSON, C. E. & J. W. REID (2001): Copepoda. – In: J. H. THORP & A. P. COVICH, Ecology and classification of North American freshwater invertebrates: 915–954. San Diego, Academic Press.
- XU, L., B.-P. HAN, K. VAN DAMME, A. VIERSTRAETE, J. R. VANFLETEREN & H. J. DUMONT (2011): Biogeography and evolution of the Holarctic zooplankton genus

- Leptodora* (Crustacea: Branchiopoda: Haplopoda).
– Journal of Biogeography **38**: 359–370.
- ZACHARIAS, O. (1895): Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön. – Berlin, Friedländer & Sohn. 210 S.
- ZIMMERMANN-TIMM, H. (2002): Characterization, dynamics and importance of aggregates in running waters. – International Review of Hydrobiology **187**: 197–240.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Gerd-Oltmann Brandorff, Georg Gröning-Str. 29a, 28209 Bremen
E-Mail: gobrandorf@aol.com

Werner Hollwedel, Oldenburger Str. 16a, 26316 Varel
E-Mail: whollwedel@freenet.de

Dr. Burkhard Scharf, Ellhornstr. 21, 28195 Bremen
E-mail: burkhard.w.scharf@t-online.de

Dr. Finn Andreas Viehberg, Institut für Geologie und Mineralogie, Universität zu Köln,
Zülpicher Str. 49, 50674 Köln
E-Mail: finn.viehberg@uni-koeln.de

Eingereicht: 06.02.2012

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Brandorff Gerd-Oltmann, Hollwedel Werner, Scharf Burkhard, Viehberg Finn Andreas

Artikel/Article: [Der Bremer Stadtgraben – die derzeitige Besiedlung mit Cladocera, calanoiden Copepoda und Ostracoda \(Crustacea\), mit einer Betrachtung der historischen Entwicklung des Gewässers 93-119](#)