

# FID Biodiversitätsforschung

## Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und  
Westfalens

Fauna und Siedlungsdichten - insbesondere der Mollusken - auf der Sohle  
des Rhein-Herne-Kanals - mit 20 Tabellen und 4 Abbildungen

**Harbers, Peter**

**1988**

---

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-191672](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-191672)

## Fauna und Siedlungsdichten — insbesondere der Mollusken — auf der Sohle des Rhein-Herne-Kanals

Peter Harbers, Werner Hinz und Wolfgang Gerß

Mit 20 Tabellen und 4 Abbildungen

(Eingegangen am 22. 5. 1987)

### Kurzfassung

Im Spätsommer 1980 wurden an 91 Stellen des Rhein-Herne-Kanals, der sich ca. 46 km in Längsrichtung des Ruhrgebiets erstreckt und durch 6 Schleusenwerke in 7 Haltungen gegliedert ist, je 10 Bodengreiferproben entnommen. Der Gesamtfang (ohne Dreissenidae) bestand aus fast 25 000 lebenden Tieren und mehr als 31 000 leeren Molluskengehäusen. *Branchiura sowerbyi* (Tubificidae) kam an  $\frac{2}{3}$ , Schalenmaterial von *Menetus dilatatus* (Planorbidae) an  $\frac{1}{3}$  aller Stellen vor. Zum Standardbesatz an Mollusken gehörten *Pisidium subtruncatum*, *P. casertanum*, *P. henslowanum* (incl. *supinum*) und *P. moitessierianum*, aber auch *P. nitidum*, *P. tenuilineatum*, *P. amnicum*, *Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Bithynia tentaculata* und ferner *Potamopyrgus jenkinsi*. In 2,7% aller möglichen (ca. 4000) Fälle, in denen innerhalb einer Serie zwei Taxa gleichzeitig vorkamen, war deren Verteilung auf die Proben nahezu identisch. Die durchschnittlichen Siedlungsdichten der Benthostiere waren niedrig in den drei unteren, von Ausbaumaßnahmen betroffenen Haltungen, in stillgelegten Häfen und solchen mit Chemiegüterumschlag sowie bei Ölverschmutzung des Substrats. Schleusenbereiche erwiesen sich im Vergleich zu Fahrwasserstellen als sehr viel besser besiedelt. Maximal konnten 24 der 41 unterschiedlichen Taxa an einem Untersuchungsort festgestellt werden, und zwar in Serie 71; damit eignet sich diese als Standard für die Beurteilung der Gewässergüte im Kanallängsschnitt. Die Haltung 6 stellte sich als der günstigste Kanalabschnitt heraus.

### Abstract

In 1980 the bottom of the Rhine-Herne-Canal, which extends about 46 km in the east-western direction through the Ruhrgebiet and is subdivided by locks into 7 sections, was examined in 91 places by means of 10 grab samples each. The total catch (minus Dreissenidae) amounted to almost 25 000 living animals and more than 31 000 empty shells of molluscs. *Branchiura sowerbyi* (Tubificidae) was to be found at  $\frac{2}{3}$  of all examination points and shells of *Menetus dilatatus* (Planorbidae) at  $\frac{1}{3}$ . *Pisidium subtruncatum*, *P. casertanum*, *P. henslowanum* (incl. *supinum*) and *P. moitessierianum*, also *P. nitidum*, *P. tenuilineatum*, *P. amnicum*, *Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus naticoides* and *Bithynia tentaculata*, further *Potamopyrgus jenkinsi* belonged to the standard stock of molluscs. In 2.7% of approx. 4000 possible cases, in which two taxa appeared within the same examinations place, their distribution among the 10 samples was nearly identical. The average density of the benthic animals was low in the 3 western sections effected by construction work, in closed ports, in those dealing in chemical goods and on sediments affected by oil pollution. Areas near the locks were much more heavily populated than those in the fairway. Up to 24 of the 41 different taxa could be observed pro site. Therefore, this point is suitable as a standard for the determination of the waters' quality along the canal. The sixth section proved to be the best.

### 1. Einleitung

Der Rhein-Herne-Kanal (RHK) als Großgewässer des Ruhrgebiets erfuhr bereits durch die Arbeiten von STEUSLOFF (1933, 1934, 1935, 1938, 1945) eingehende biologische Beachtung: Bei seinen Untersuchungen standen neben den Pflanzen und den Schwämmen und den Mollusken im Vordergrund, allerdings hauptsächlich fossile aus Pleistozän und Holozän.

Wir verdanken STEUSLOFF bereits Angaben über das Vorkommen einer Reihe von *Pisidium*-Arten im Kanal (ANT 1967). Aus faunistischer Sicht ist der RHK besonders als Ausbreitungsstraße für Neueinwanderer interessant, z. B. für *Orchestia cavimana* (s. BRACHT 1980) und andere Arten (vgl. CONRATH et al. 1977). KNÖPP (1954) erstellte 1953 eine erste biologische Analyse der Benthosfauna auf der Kanalsohle mit dreistufig klassifizierten halbquantitativen Angaben; dabei entnahm er an 42 Stellen im RHK — häufig in unmittelbarer Nähe der Einleitungen von Brauch- oder Kühlwasser und in Häfen — je eine Bodenprobe und suchte zusätzlich die Uferpackung bzw. mit dem Pfahlkratzer die Spundwand ab. KLEIN

& Κοτη (1968) haben den östlichen Teil des RHKs chemisch-biologisch charakterisiert und dafür 1967 an vier Stellen die Uferpackung abgesehen.

In letzter Zeit wurde der RHK tiefgreifend umgestaltet, vor allem im Rahmen des Ausbaus zur Europawasserstraße der Güteklasse IV. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Siedlungsdichteverhältnisse zum Zeitpunkt des Halbestandes dieser Ausbaumaßnahmen und soll als Grundlage für zukünftige Beurteilungen des Kanals dienen.

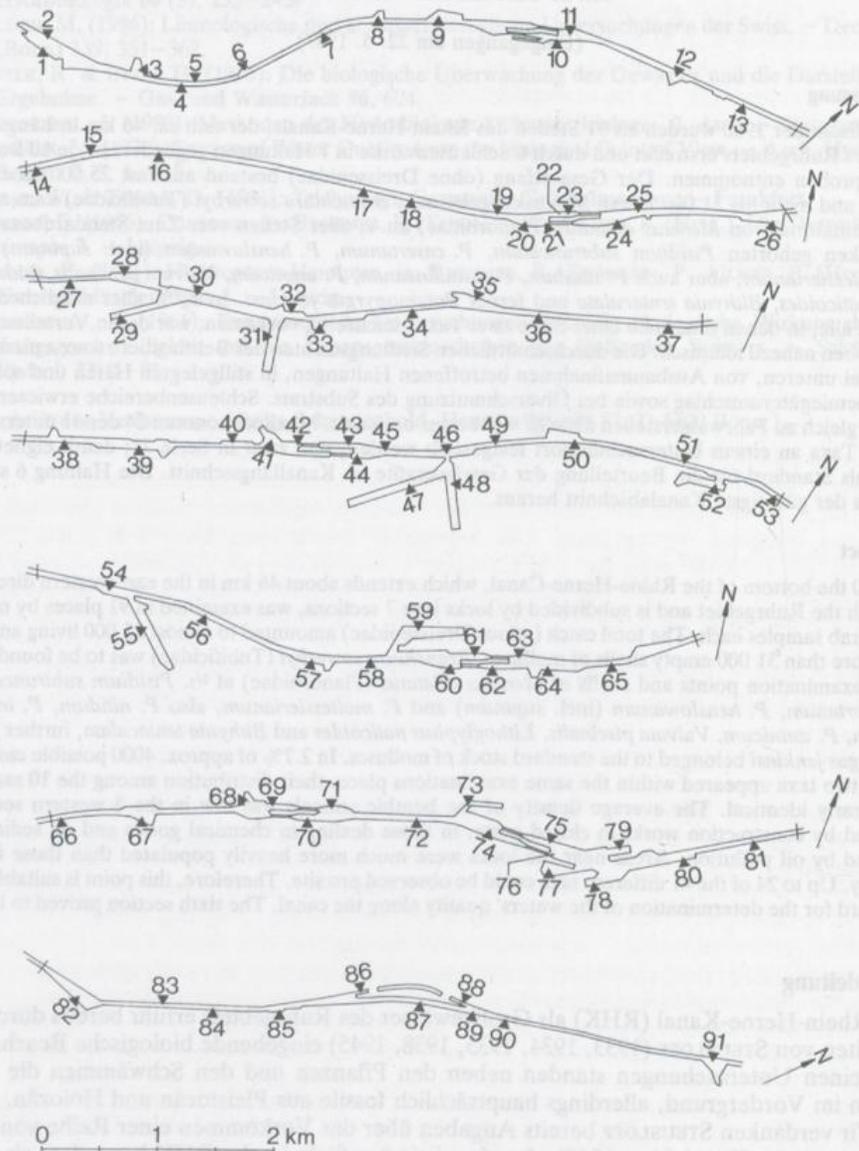


Abbildung 1. Schematische Darstellung des Rhein-Herne-Kanals; die Dreieckspitzen kennzeichnen die Lage der 91 Probenentnahmestellen.

## 2. Gewässerbeschreibung

Der RHK [Abb. 1; Beschreibung weitgehend entnommen aus ZANDER (1970), STRÄHLER (1974) und WASSER- U. SCHIFFFAHRTSAMT DUISBURG-MEIDERICH (1980), vgl. auch RÜSCHE (1940)] verläuft im nördlichen Bereich des Ruhrgebiets von Duisburg-Ruhrort nach Henrichenburg und erreicht hier den Dortmund-Ems-Kanal. In Duisburg stellen die Schleuse Meiderich und ein kurzer Verbindungskanal mit Hochwassersperrtor den Kontakt zum Rhein bzw. zur Ruhr her. Unter den westdeutschen Kanälen weist der RHK mit rund 20% des Niederrheinverkehrs die höchste Verkehrsdichte auf: 1978 betrug der Schiffsumschlag in seinen Häfen ca. 12,4 Mio. Gütertonnen; 1979 passierten die Eingangsschleusen in Duisburg etwa 33 500 Schiffe mit ungefähr 34,4 Mio. t Tragfähigkeit und 18 Mio. t Ladung.

Der RHK überwindet auf seiner Länge von ca. 46 km einen Höhenunterschied von 36 m. Im Untersuchungsjahr 1980 bestanden die Schleusenwerke Oberhausen, Essen-Dellwig, Gelsenkirchen, Wanne-Eickel, Herne-West und Herne-Ost, die den Kanal in 7 Abschnitte (Haltungen) gliederten. Im Jahr darauf hatte sich im Zuge der Beseitigung von Bergschäden das Höhenniveau der Halterungen 2 und 3 soweit angenähert, daß die beiden Schleusen Essen-Dellwig beseitigt werden konnten. Geplant ist der Wegfall der Schleusen-Gruppe Herne-West.

Der RHK nimmt eine Mittelstellung zwischen Fluß und stehendem Großgewässer ein. Insbesondere in den Schleusenbereichen wird Wasser bewegt. Aber auch in Stillwasserbereichen (Altarme bei Warthburg/Henrichenburg, Häfen) schwappt der Wasserkörper beim Passieren eines jeden Schiffes hin und her, was im südlichen Toten Arm (Stelle 86; Abb. 1) kurzfristige Wasserstandsschwankungen in der Größenordnung von mehreren dm zur Folge hat.

Der mit Ton oder Mergel ausgestampften ebenen Kanalsohle schließen sich zum Ufer hin entweder Sandstein- bzw. Basalt-Schüttungen (STEUSLOFF 1938) oder – heute in zunehmendem Maße – Spundwände an: Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren nach Angaben des WASSER- U. SCHIFFFAHRTSAMTS DUISBURG-MEIDERICH bereits mehr als ein Drittel des Kanalufers und der größte Teil der Hafenbecken verspundet.

Seit seiner Fertigstellung 1914 wurden zur Beseitigung zeitlich und räumlich unregelmäßig auftretender Bergsenkungsschäden Teile des Kanalbetts vertieft und Bodenhub an anderer Stelle verklappt. In den letzten Jahren vor unserer Untersuchung fanden umfangreiche Sohlenvertiefungen insbesondere in der Haltung 3 statt. Genaue Angaben über Zeitpunkte und Orte dieser kaum kontrollierbaren Arbeiten können nach Auskunft des WASSER- U. SCHIFFFAHRTSAMTS DUISBURG-MEIDERICH nicht mehr ermittelt werden. Hinzu kommt, daß kurz vor Untersuchungsbeginn die unteren drei Haltungen (Weststrecke, incl. der Schleusengruppe Gelsenkirchen) bereits zur Wasserstraße der Güteklasse IV, geeignet für Fahrzeuge bis 11,4 m Breite, ausgebaut worden sind. Das bedeutet eine Vergrößerung der Regeltiefe von 3,5 auf 4 m (vgl. auch Tab. 1) und der Breite von maximal 38 auf 53 m bei Steinschüttung und auf 42 m bei Spundwandausbau.

Das östliche Ende des RHKs gehört zur sogenannten Scheitelhaltung des westdeutschen Kanalnetzes; sie reicht bis Hamm und Münster. Zur Deckung des Wasserbedarfs für den Schleusenbetrieb und für Kühl- und Verbrauchszwecke seitens der längs des Kanals angesiedelten Industrie (insgesamt 30 Entnahme- und Rückleitungsbauwerke, hauptsächlich in Häfen) wird bei Hamm Lippewasser eingespeist; in Trockenzeiten dient der RHK dank der Pumpwerke in den Schleusenanlagen als Fernleitung in umgekehrter Richtung, und zwar hauptsächlich für Ruhrwasser. Schmutz- und Regenwasser darf von außen nicht eingeleitet werden.

Insgesamt stellt der RHK einen chemisch und physikalisch ziemlich einheitlichen und ungeschichteten Wasserkörper dar, was vor allem auf die geringe Tiefe und die Durchmischung infolge des Schiffsverkehrs zurückzuführen ist; andererseits schwanken die von der LANDESANSTALT FÜR WASSER UND ABFALL NRW über den Zeitraum von 1974 bis 1979 ermittelten Werte erheblich (Tab. 1). 1980 hat die LANDESANSTALT nur an fünf statt wie in den Jahren zuvor an neun Stellen gemessen; auch diese Werte passen in das Bild von Tab. 1: Das Wasser ist ionenreich und – nicht zuletzt auch durch die Abwässer

	$\bar{x}$	Max	Min	n
Tiefe	4,0	7,0	1,5	91
Sichttiefe	0,8	1,8	0,2	90
Wassertemperatur	17,5	21,5	16,0	91
Leitfähigkeit	580	700	500	91
O <sub>2</sub> -Sättigung	99	139	82	118
pH-Wert	7,9	8,7	7,0	180
Leitfähigkeit	730	990	445	180
Ammonium	0,40	3,33	0,05	120
Natrium	63	91	33	120
Kalium	7,15	11,9	3,9	120
Calcium	92,5	140,0	47,5	120
Magnesium	9,8	23,1	3,4	119
Eisen gesamt	0,72	3,8	0,04	120
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	17	30	11	174
Phenol gesamt	<0,01	0,14	<0,01	120
Detergentien	0,06	0,30	0,01	120
absetzbare Stoffe	<0,1	0,5	<0,1	177
Gesamthärte	16,1	21,5	8,6	171
Karbonathärte	9,2	13,4	4,2	171
Chlorid	85	139	44	180
Sulfat	108	209	52	120
Hydrogenkarbonat	204	292	92	171
Nitrit	0,12	1,06	0,02	114
Nitrat	24	42	10	119
Phosphat gesamt	1,25	6,3	0,18	119
O <sub>2</sub> -Sättigung	98	130	51	179
O <sub>2</sub> -Zehrung in 48 h	1,0	11,1	<0,1	175
B <sub>5</sub> B <sub>5</sub>	2,1	8,4	0,6	114

Tabelle 1. Hydrographische Charakteristik des Rhein-Herne-Kanals;  $\bar{x}$  = Median, Max = Maximum, Min = Minimum, n = Anzahl der Meßwerte; Maßeinheiten: m, °C,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , %, mg/l, ml/l und °dH; oben: Ergebnis der eigenen Messungen vom 12. 8. bis zum 26. 9. 1980; Wasserproben aus 1 m Tiefe; unten: chemisches Bild, zusammengestellt nach Daten der LANDESANSTALT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1974 bis 1979) von 20 Bereisungen mit Untersuchung an 9 bzw. 6 festen Stellen; KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch: unfiltriert.

der Schiffe – deutlich verschmutzt (hohe, oszillierende Werte der Verschmutzungsanzeiger, z. B. des Phosphats). In Tab. 1 sind neben den extremen Werten die Mediane aufgeführt, auch wenn dieses Verfahren zur orientierenden Beschreibung des „mittleren“ chemischen Zustands unbefriedigend ist, wie beispielsweise im Fall der Gesamthärte, wo sich die Werte in zwei Bereichen häufen und damit die Herkunft des Wassers entweder aus der Ruhr (9 bis 13) oder der Lippe (16 bis 20°dH) verraten. Hier wären Modi die geeigneten Mittelwerte. – Der RHK wird (Stand 1984) aufgrund von fünf Untersuchungsstellen vom LWA (1985, S. 64) auf seiner ganzen Länge als beta-mesosaprob eingestuft.

Fast immer enthält das Wasser des RHKs viel – d. h. für die Tierwelt mehr oder weniger genug – gelösten Sauerstoff (Tab. 1). Nur bei anhaltender Dauerfrostlage, wenn die Schifffahrt wegen zu mächtiger Eisdecke eingestellt werden muß, tritt Stagnation auf. Der Wasserkörper dürfte aber auch dann nicht gänzlich zur Ruhe kommen, weil die Wasserversorgung der Industrieanlieger weitergeht. Sauerstoffzehrung unter Eisbedeckung könnte ein limitierender Faktor sein; Meßwerte dazu liegen uns leider nicht vor. Andererseits ist im Vergleich zu anderen Großgewässern, etwa isolierten Baggerseen, mit geringerer Wirkung zu rechnen, da insbesondere dank der auch noch bei schwachem Eisgang fortgeführten Schifffahrt und der Zuleitung von Kühlwasser die Dauer der Stagnationsphasen vergleichsweise kurz bleibt.

Von den 91 von uns genommenen Probenserien entfallen (vgl. Tab. 10 bis 14) auf die freie Kanalstrecke (Fahrwasserbereiche) 34, Schleusenbereiche 23, Wendehäfen 3 (Serien 9, 33, 67), Liegehäfen 4 (73, 77, 79, 86: südlicher Toter Arm) und auf Umschlaghäfen 27, nämlich stillgelegte Häfen (zur Untersuchungszeit also ohne Umschlag) 2 (35, 52), Häfen ohne Chemiegüterumschlag 7 (12, 14, 29, 64, 68, 78, 88: nördlicher Toter Arm) und solche mit Chemiegüterumschlag 18 (3, 8, 26, 28, 30, 31, 37, 38, 40, 41, 47, 48, 50, 54, 55, 57, 59, 82). Unter Chemiegütern werden Stoffe wie Kohle, Öl, Teer und andere organische Chemi-

kalien zusammengefaßt. Umschlagstellen an der freien Kanalstrecke sind den Häfen zugeordnet.

Die Hafen- und Schleusenbereiche weisen häufig organische Verschmutzung in Form von Faulschlamm ohne bzw. mit Rückständen von Öl, Teer und Kohle („Ölverschmutzung“) auf. Außerdem lassen sich hinsichtlich der Korngröße deutliche Unterschiede in der Beschaffenheit der obersten, von Benthostieren besiedelten Substratschicht feststellen (vgl. Tab. 15 bis 17). Schill war dem Kanalboden, ausgenommen an den Stellen 1 und 3, in mehr oder weniger großen Mengen beigemischt.

Über die gesamte Länge des Kanals konnte von uns mit einer Ausnahme (Stelle 86 mit schwimmenden Algenwatten) keine makroskopische Vegetation am Grund oder im Wasserkörper festgestellt werden, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen zu Zeiten des wirtschaftlichen Niedergangs um 1930, als STEUSLOFF (1945, S. 207) auf der schlammigen Kanalsole Characeenwiesen und *Potamogeton pusillus* fand. Damals lebten sogar Rotalgen im Kanal (STEUSLOFF 1934).

### 3. Material und Methoden

Vom 12. 8. bis zum 26. 9. 1980 wurden an 91 Stellen (vgl. Abb. 1) mit dem EKMAN-BIRGE-Greifer der Fläche 225 cm<sup>2</sup> je 10 quantitative Proben entnommen, an Ort und Stelle in Feinsieben der Maschenweite 0,63 mm gespült und die Siebreste zwecks späterer Bearbeitung in Alkohol konserviert; gleichzeitig bestimmten wir Tiefe (Lotung), Sichttiefe (Secchischeibe), Luft- (Quecksilberthermometer) und Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert (jeweils elektrisch) und Sauerstoffgehalt (nach WINKLER). Der Untersuchungszeitraum von 6,5 Wochen in der zweiten Sommerhälfte erscheint uns nicht zu lang, so daß wir einen möglichen jahreszeitlichen Einfluß vernachlässigen. Die Probenentnahmeorte sind auf Karten des Maßstabs 1:2500 dokumentiert.

Die Tab. 15 bis 17 unterscheiden jeweils 3 Substrat- bzw. Belastungstypen. Eine weitergehende Untergliederung würde den Überblick erschweren und die Anzahl der extrem schwach besetzten Substrattyp-Verschmutzungsgrad-Kombinationen erhöhen. Andererseits ist die Zuordnung einiger Serien wegen fließender Übergänge problematisch: Zweifelsfälle (Serien 10, 18, 20, 26, 60, 72 und 90) bleiben daher unberücksichtigt.

Die Dreisseniden sind, weil sie auf der Kanalsole nur stark geballt vorkommen, nicht quantitativ ausgelesen worden und deshalb in allen Tabellen und Abbildungen unberücksichtigt geblieben. Die indeterminierten *Anodonta*-Jungtiere (Tab. 3, 8, 14 und 17) gehören vermutlich zu *piscinalis*, obwohl *cygnea* im südlichen Toten Arm nachgewiesen worden ist (HINZ 1968). *Pisidium casertanum* schließt *ponderosum* ein. Neben *henslowanum*- (Mehrzahl) und *supinum*-Tieren treten viele intermediäre Stücke auf. Weil vor allem Jungtiere von uns nicht sicher zugeordnet werden können, haben wir vorläufig darauf verzichtet, *supinum* von *henslowanum* abzutrennen. *Radix peregra* gilt incl. *ovata*. (Das Kleinmuschel- und Schneckenmaterial ist komplett in der Sammlung HINZ dokumentiert). Von den Oligochaeten sind nur die Individuen von *Branchiura sowerbyi* bestimmt worden. Die übrigen Tiere dieser Unterklasse werden im folgenden als „Oligochaeta excl. *Branchiura*“ bezeichnet.

In den Tabellen werden die jeweils 10 Greiferproben einer jeden Serie wie eine Einzelprobe der Fläche 2250 cm<sup>2</sup> behandelt, und zwar nicht nur hinsichtlich der Stetigkeit („auf Serienbasis“), sondern auch der Siedlungsdichte: Die benutzten  $x_i$ -Werte stellen also verkappte arithmetische Mittel dar.

**Hinweis:** Aus Platzgründen kann leider nur ein Teil der konkret bestimmten Siedlungsdichten in der vorliegenden Arbeit publiziert werden (Abb. 3 u. 4). Daher sind die Besatzzahlen aller 910 Bodengreiferproben in tabellarischer Form der Bibliothek des NATURHISTORISCHEN VEREINS DER RHEINLANDE UND WESTFALENS einverleibt und stehen zwecks zukünftiger Vergleiche zur Verfügung.

Für die Einzelsiedlungsdichten (Flächenbezug 225 cm<sup>2</sup>) in Abb. 3 und 4 gelten folgende Kriterien in bezug auf angenäherte Normalität: Stetigkeit  $\geq 90\%$ ;  $s \leq 0,9 \cdot \bar{x}$ ; R/s-Test mit  $\alpha = 0,10$ ; Verteilung eingipflig und symmetrisch.

Die Anpassung an die theoretische Gleichverteilung (vgl. Tab. 18) entschieden wir anhand von  $\tau = 49$  Tests, angewandt auf denselben Datenkörper, nämlich 91 Untersuchungsobjekte (Fundorte bzw. Serien):  $\alpha_i$  beträgt also  $\approx 0,001$ . Zur weiteren teststatistischen Auswertung wurden varianz- und korrelationsanalytische Berechnungen mit dem Programmpaket SAS (Statistical Analysis System) durchgeführt (SAS INSTITUTE INC. 1985a, S. 861 ff. u. 1181 ff. bzw. 1985b, S. 113 ff. u. 647 ff.). Zu diesem Zweck prüften wir die Siedlungsdichtedaten zunächst mit dem SHAPIRO-WILK-Test auf Normalverteilung (SHAPIRO & WILK 1965). Die zehn Proben jeder Serie wurden dabei als Einheiten einer Zufallsstichprobe im Umfang von  $n = 10$  aufgefaßt. Die an diesen Einheiten gemessenen Variablen sind die Siedlungsdichten – Anzahl der Tiere je  $225 \text{ cm}^2$  – der in jeweils einer Serie vorkommenden verschiedenen Taxa. Jede Variable kann also die Meßwerte 0, 1, 2, ... haben. Der hier angewendete Test ist für derartig kleine Stichproben besonders gut geeignet. Die zu prüfende Nullhypothese lautet: Die Stichprobe stammt hinsichtlich der jeweils betrachteten Variablen aus einer normalverteilten Grundgesamtheit.

Mit den vorliegenden Daten sind insgesamt 749 Tests möglich. Dabei ist die Nullhypothese (in Klammern: Irrtumswahrscheinlichkeit in Prozent) in 492 ( $< 1$ ), 64 (1 bis  $< 5$ ), 46 (5 bis  $< 10$ ), 34 (10 bis  $< 20$ ), 77 (20 bis  $< 50$ ) bzw. 36 Fällen (mindestens 50) zurückzuweisen.

Die an die Voraussetzung der Normalverteilung gebundenen inferenzstatistischen Auswertungsmodelle scheiden also bei Zugrundelegung des üblichen Signifikanzniveaus (5%) in ca. drei Viertel aller Fälle aus. Zur Prüfung der Abhängigkeit der Siedlungsdichte von verschiedenen Einflußfaktoren wurden daher hier generell Rangvarianzanalysen nach dem Modell von FRIEDMAN (1937) durchgeführt. Jede dieser Analysen geht von einer Datenmatrix aus, die für jedes der in den 91 Serien erfaßten 42 unterschiedenen Taxa (incl. *Anodonta* indet.) eine Spalte enthält. Die Anzahl der Zeilen beträgt unterschiedlich 91 (für die Serien), 7 (für die Haltungen), 7 (für die Nutzungstypen) oder 10 (für die Substratkombinationen). In den Feldern der Matrix stehen – alternativ – die arithmetischen Mittel oder die Standardabweichungen der Siedlungsdichten aller zu der betreffenden Serie bzw. Haltung usw. gehörenden Proben für das jeweils betrachtete Taxon. Diese arithmetischen Mittel bzw. Standardabweichungen werden zunächst in zweifacher Weise in Rangplätze transformiert, und zwar sowohl innerhalb jeder Zeile als auch innerhalb jeder Spalte. Dabei erhält der kleinste Wert innerhalb jeder Zeile bzw. Spalte die niedrigste Rangnummer. Auf die Matrix der Rangplätze wird dann das Modell der „Varianzanalyse ohne Wechselwirkung“ bzw. „Block-Varianzanalyse“ (vgl. z. B. GLASER 1978) angewendet. Die zu prüfende Nullhypothese lautet: Spaltenfaktor (Taxon) und/oder Zeilenfaktor (Serie bzw. Haltung usw.) haben keinen signifikanten Einfluß auf die Rangplätze aus. Bei Zurückweisung der Nullhypothese ist demgegenüber die Alternativhypothese anzunehmen, nach der der Spaltenfaktor oder der Zeilenfaktor oder beide – unabhängig voneinander – unterschiedliche Werte des arithmetischen Mittels bzw. der Standardabweichung bewirken. Die Rangvarianzanalysen verwenden nicht die Information, wie die Siedlungsdichten der verschiedenen Taxa in den einzelnen Proben voneinander abhängen.

Um gemeinsames Vorkommen bzw. Ausschluß der Taxa zu messen und auf Signifikanz zu prüfen, wurden Korrelationsmatrizen aufgestellt. Wegen der nicht erfüllten Voraussetzung der Normalverteilung wurde dazu statt des PEARSONSchen Maß- der SPEARMANSche Rangkorrelationskoeffizient verwendet. Dabei sind zunächst je Serie und Taxon die Siedlungsdichtewerte der zehn Proben in Rangplätze zu transformieren; der kleinste Wert – das ist in den meisten Fällen Null, weil die Taxa in der Regel in mindestens einer Probe nicht vorkommen – erhält die niedrigste Rangnummer. Jeder Rangplatz bleibt derjenigen Probe zugeordnet, die den zugrundeliegenden Siedlungsdichtewert geliefert hat. Innerhalb jeder Serie wird dann für jedes Paar von Taxa über die zehn Proben der Maßkorrelationskoeffizient der Rangplätze berechnet. Dieser Koeffizient ist identisch mit dem Rangkorrelationskoeffizienten der Ursprungswerte (vgl. z. B. WEHRT 1984, S. 158 ff.). Die Ergebnisse lassen sich dann je Serie in einer quadratischen Matrix zusammenstellen, die so viele Zeilen und Spalten hat, wie Taxa in der Serie vorkommen. Die in den Feldern dieser Korrelationsmatrizen stehenden Rangkorrelationskoeffizienten sind auf Signifikanz zu testen, wobei die Nullhypothese lautet: Die Zehn-Proben-Stichprobe stammt aus einer Grundgesamtheit, in

der die beiden betrachteten Taxa unabhängig voneinander über die Kanalfäche verbreitet sind. Dementsprechend gilt für die Alternativhypothese: Im statistischen Sinne ist die Verbreitung der beiden Taxa voneinander abhängig. Darüber hinaus zeigt das Vorzeichen, ob die beiden signifikant gemeinsam auftreten (positiv) oder sich ausschließen (negativ).

#### 4. Ergebnisse

Die Serien 16 bis 18 und 83 enthielten keine lebenden Tiere der von uns erfaßten Taxa. Solche Stellen sind rein feinsandig oder sandig bis kiesig ohne Schlammbeimengungen.

*Dreissena polymorpha* wurde im Sohlenbereich des RHKs lebend an 20 Stellen gefunden, und zwar hauptsächlich in den oberen 4 Haltungen. Sie stellte hinsichtlich des Volumens die Hauptmasse des Schills: Unter den wenigen genau durchgesehenen Schalen entdeckten wir 1 totes Exemplar von *Mytilopsis leucophaeta* vom Fundort 87.

Von den insgesamt ausgelesenen 24 755 lebenden Tieren (excl. *Dreissena*) gehören 32,7% zu den (übrigen) Muscheln (Tab. 2) und diese ganz überwiegend zu den Kleinmuscheln (Tab. 3): *Pisidium subtruncatum*, *P. henslowanum*, *P. casertanum* und *P. moitessierianum* treten in rund zwei Drittel aller Serien auf, *P. nitidum*, *P. tenuilineatum* und *P. amnicum* in etwa einem Drittel. Nur geringe Stetigkeiten haben *Sphaerium corneum*, *Unio pictorum*, *U. tumidus*, *Anodonta piscinalis* (= *A. anatina*) und *Pseudanodonta complanata*. Den höchsten Dominanzwert zeigt *P. subtruncatum*, gefolgt von *P. casertanum*, *P. henslowanum* und *P. moitessierianum*. *P. nitidum*, *P. tenuilineatum* und *P. amnicum* weisen geringe, alle übrigen Arten sehr geringe Dominanzen auf. – *P. moitessierianum* besitzt seinen höchsten Dominanzwert (gleichzeitig das Maximum, das eine Muschelart pro Haltung erreicht), nämlich 59%, in Haltung 3, die des weiteren durch sehr niedrige Zahlen von *P. henslowanum* gekennzeichnet ist. In der Haltung 1 konnten zwei *Pisidium*-Arten (*amnicum* und *tenuilineatum*) nicht nachgewiesen werden. Stattdessen kommt hier *Sphaerium corneum* vor, und zwar mit dem zweithöchsten Dominanzwert nach *P. henslowanum*. In den übrigen Haltungen leben jeweils 8 bzw. 9 Muschelarten (excl. *Dreissena*). In 19 Serien (23, 30, 57 bis 61, 63, 64, 67 bis 71, 73, 74, 76, 77 und 86) koexistieren alle 7 *Pisidium*-Arten, an 7 Stellen fehlt nur *amnicum* und an 2 weiteren nur *nitidum*. Hier herrschen offensichtlich für Erbsenmuscheln günstige Bedingungen. Hinsichtlich der Kleinmuscheln monospezifisch besiedelt sind mit *subtruncatum* 5, *henslowanum* 2 und *amnicum* 1 Serie. Gänzlich ohne Kleinmuscheln sind die Stellen 16 bis 19, 22, 35, 36, 39, 42, 51, 53, 66, 83, 84, 87 und 90. – Die umfangreichsten Sphaeriidenfänge lieferten die folgenden Serien (jeweils  $\bar{x}$  und 95%-VB; Maßeinheit: lebende Tiere pro 225 cm<sup>2</sup>): 71 (66,3; 46,8 ≤  $\mu$  ≤ 85,8), 67 (63,3; 47,8 ≤  $\mu$  ≤ 78,8) und 76 (61,0; 52 ≤  $\mu$  ≤ 74; Einzelsiedlungsdichten s. Abb. 3). – Die Bodengreiferproben geben nur ein bruchstückhaftes Bild des Großmuschelbesatzes (vgl. Tab. 8 u. 9). Durch Tauchgänge am 23. 5. 1981 wurden zusätzlich festgestellt: *Unio tumidus* (5 lebende Tiere), *U. pictorum* (1 leb.), *Anodonta piscinalis* (1 tot und 2 Fragmente) und *Pseudanodonta complanata* (1 Fragm.) an Stelle 64; 1 lebendes Exemplar von *P. complanata* an Stelle 86, dem südlichen Toten Arm, in dessen Schwemmsaum außerdem 20 Klappen dieser Art gezählt werden konnten.

Haltung	1 bis 7	1	2	3	4	5	6	7
Untersuchungsstellen	91	9	14	19	19	8	5	17
Muscheln								
Individuen	8086	87	225	244	2074	2076	1335	2045
Arten	12	7	9	8	8	9	8	8
Schnecken								
Individuen	1592	6	47	18	322	267	682	250
Arten	10	1	2	4	4	5	9	6
übrige Tiere								
Individuen	15077	687	1077	1699	2566	3450	1459	4139
Arten/Gruppen	19	9	7	7	10	9	13	10

Tabelle 2. Übersicht über den Gesamtfang (ohne Dreissenidae) in den Haltungen des Rhein-Herne-Kanals.

Haltung		1 bis 7	1	2	3	4	5	6	7
Unio pictorum	St	2	-	7	-	-	13	-	-
	AT	2	-	1	-	-	1	-	-
	D	*	-	*	-	-	*	-	-
Unio tumidus	St	4	11	-	-	5	-	40	-
	AT	4	1	-	-	1	-	2	-
	D	*	1	-	-	*	-	*	-
Anodonta indet.	St	1	-	-	-	-	-	-	6
	AT	2	-	-	-	-	-	-	2
	D	*	-	-	-	-	-	-	*
Anodonta piscinalis	St	1	-	-	5	-	-	-	-
	AT	1	-	-	1	-	-	-	-
	D	*	-	-	*	-	-	-	-
Pseudanodonta complanata	St	3	-	7	-	-	13	-	6
	AT	3	-	1	-	-	1	-	1
	D	*	-	*	-	-	*	-	*
Sphaerium corneum	St	5	56	-	-	-	-	-	-
	AT	29	29	-	-	-	-	-	-
	D	*	33	-	-	-	-	-	-
Pisidium amnicum	St	32	-	21	32	42	63	63	18
	AT	288	-	29	8	35	109	91	16
	D	4	-	13	3	2	5	7	1
Pisidium casertanum	St	62	22	50	42	79	88	100	71
	AT	2074	2	41	36	799	638	180	378
	D	26	2	18	15	39	31	13	18
Pisidium henslowanum	St	63	78	57	32	79	88	100	35
	AT	1397	36	59	10	379	285	327	301
	D	17	41	26	4	18	14	24	15
Pisidium moltessierianum	St	58	33	50	37	68	75	100	71
	AT	811	6	55	144	159	159	74	214
	D	10	7	24	59	8	8	6	10
Pisidium nitidum	St	37	44	14	11	32	75	100	53
	AT	449	5	2	5	89	83	157	108
	D	6	6	1	2	4	4	12	5
Pisidium subtruncatum	St	71	55	50	63	84	88	100	76
	AT	2572	8	36	37	531	710	435	815
	D	32	9	16	15	26	34	33	40
Pisidium tenuilineatum	St	35	-	7	11	42	86	100	53
	AT	454	-	1	3	81	90	69	210
	D	6	-	*	1	4	4	5	10

Tabelle 3. Stetigkeiten (St, auf Serienbasis), Anzahlen der Tiere (AT) und Dominanzen (D) der lebend gefangenen Muscheln, nach Haltungen getrennt; ind. = indet.; \* bezeichnet Werte > 0 und < 0,5.

Schalenfunde liegen von 7 weiteren Arten vor (Tab. 9): Flußbewohner sind *Unio crassus* (Serie 75), *Sphaerium rivicola* (an 15 Stellen in den Haltungen 5 bis 7) und *S. solidum* (30 über den ganzen Kanal verteilte Fundorte); *Sphaerium (Musculium) lacustre* (an 10 Stellen in den Haltungen 4 bis 7) tritt in vielen limnischen Biotopen auf; das Material von *Pisidium milium* (Serie 47) und *P. obtusale* ( $\pm$  f. *lapponica*; Serien 47, 67 und 68) ist (sub-)fossil; *P. personatum* (an den Stellen 46 und 90) gehört nicht in den RHK und darf als verschleppt gelten. – Die mehr oder weniger zahlreichen Totfunde der im RHK lebend nachgewiesenen Kleinmuscheln (Arten der Tab. 3) verteilen sich so auf die Haltungen wie die lebenden Tiere; eine Ausnahme stellt lediglich *Sphaerium corneum* dar, von dem Schalen auch in den Haltungen 2 (Serien 13 und 15), 3 (Serie 37) und 4 bis 7 (insgesamt 37 Orte) festgestellt werden konnten. Großmuscheln (meist einzelne Klappen) wurden ebenfalls in weiteren Haltungen gefunden: *Unio pictorum* in 4 und 7, *U. tumidus* in 7, *Anodonta piscinalis* in 2, 4 und 5 und *A. indet.* darüber hinaus in Haltung 6.

Die Schnecken stellen 6,4% der lebenden Tiere (vgl. Tab. 2). Zwei Drittel aller Schnecken (Tab. 4) gehören zu *Valvata piscinalis* und jede fünfte zu *Lithoglyphus naticoides*. Mit 8% steht *Bithynia tentaculata* an der dritten Stelle der Dominanzfolge. Die genannten drei Arten haben etwa gleiche Gesamtstetigkeit: Sie sind in etwa jeder dritten

Haltung		1 bis 7	1	2	3	4	5	6	7
Viviparus viviparus	St	1	-	-	-	-	-	20	-
	AT	1	-	-	-	-	-	1	-
	D	*	-	-	-	-	-	*	-
Valvata piscinalis	St	33	-	-	5	53	88	100	41
	AT	1058	-	-	2	222	151	507	176
	D	66	-	-	11	69	57	74	70
Potamopyrgus jenkinsi	St	18	-	-	11	16	63	80	12
	AT	38	-	-	2	9	13	12	2
	D	2	-	-	11	3	5	2	1
Lithoglyphus naticoides	St	36	-	21	26	26	75	100	53
	AT	334	-	45	12	49	60	106	62
	D	21	-	96	67	15	22	16	25
Bithynia tentaculata	St	32	22	7	11	47	88	80	24
	AT	123	6	2	2	42	41	22	8
	D	8	100	4	11	13	15	3	3
Physella acuta	St	1	-	-	-	-	-	-	6
	AT	1	-	-	-	-	-	-	1
	D	*	-	-	-	-	-	-	*
Radix auricularia	St	1	-	-	-	-	-	20	-
	AT	8	-	-	-	-	-	8	-
	D	1	-	-	-	-	-	1	-
Radix peregra	St	5	-	-	-	-	25	40	6
	AT	5	-	-	-	-	2	2	1
	D	*	-	-	-	-	1	*	*
Gyraulus albus	St	2	-	-	-	-	-	40	-
	AT	10	-	-	-	-	-	10	-
	D	1	-	-	-	-	-	1	-
Hippeutis complanatus	St	1	-	-	-	-	-	20	-
	AT	14	-	-	-	-	-	14	-
	D	1	-	-	-	-	-	2	-

Tabelle 4. Stetigkeiten, Anzahlen der Tiere und Dominanzen der lebend gefangenen Schnecken, nach Haltungen getrennt; weitere Erläuterungen siehe Tab. 3.

Serie vorhanden. Alle anderen Arten zeigen nur sehr geringe Stetigkeits- und Dominanzwerte (einzige Ausnahme: *Potamopyrgus jenkinsi* mit einer Stetigkeit von 18%). – Als einzige tritt *Bithynia tentaculata* trotz ihrer geringen Gesamtdominanz in allen Haltungen auf. In Haltung 2 dominiert *Lithoglyphus naticoides*. Erst ab Haltung 3 finden sich alle vier vorherrschenden Arten. – Von den übrigen 6 Schneckenarten (Dominanzwerte maximal 1) sind *Viviparus viviparus*, *Radix auricularia*, *Gyraulus albus* und *Hippeutis complanatus* nur in der Haltung 6 und *Physella acuta* nur in der Haltung 7 nachgewiesen. *Radix peregra* ist in den Haltungen 5 bis 7 gefunden worden. – Die Anzahl der lebend nachgewiesenen Schneckenarten pro Haltung schwankt zwischen 1 (Haltung 1) und 9 (Haltung 6).

Die Bodengreiferproben enthielten Gehäuse von 14 weiteren Arten (Tab. 9): *Valvata cristata* (Serien 47, 69, 70, 75 und 76), *Bithynia leachi* (Serien 13 und weitere 18 Stellen in den Haltungen 4 bis 7), *Physa fontinalis* (9 St. in H. 4 bis 7), *Myxas glutinosa* (Serien 47 und 48), *Galba palustris* (Serie 88), *Galba truncatula* (Serie 31 und weitere 8 St. in H. 4 bis 7), *Planorbis carinatus* (Serie 48), *Anisus leucostomus* (Serien 54, 68 und 69), *Bathyomphalus contortus* (Serie 34), *Menetus dilatatus* (Serien 37, 39 bis 41 und weitere 27 Stellen in H. 4 bis 7, aber mit einer Nachweislücke von Serie 78 bis 89), *Gyraulus (Armiger) crista* (Serien 47, 49, 64, 71, 73, 76 und 78), *Planorbis barbus* (Serie 56), *Ancylus fluviatilis* (Serie 13 und 10 weitere St. in H. 4 bis 7) und *Acroloxus lacustris* (Serien 70 und 86); zusätzliche Schalenfunde liegen vom südlichen Toten Arm (Stelle 86) vor: *Planorbis carinatus* 1 Exemplar im Schwemmsaum am 23. 5. 81, *Menetus dilatatus* 2, *Acroloxus lacustris* 2 und *Ferrissia wautieri* 1 Tier in Dredgematerial am 12. 12. 84. – Leere Gehäuse von bereits lebend nachgewiesenen Arten (vgl. Tab. 4) stammen aus weiteren Haltungen: *Viviparus viviparus* (2, 4, 5 und 7), *Valvata piscinalis* (1 und 2), *Physella acuta* (2 bis 6), *Radix auricularia* (2, 4, 5 und 7), *R. peregra* (2 bis 4), *Gyraulus albus* (3 bis 5 und 7) und *Hippeutis complanatus* (4 und 5). Damit erweist sich die Haltung 1 als ausgesprochen schneckenarm (Lebend- und Totmaterial zusammengenommen: nur *B. tentaculata* und *P. jenkinsi*).

Haltung		1 bis 7	1	2	3	4	5	6	7
Hydra spec.	St	4	22	-	-	5	-	-	6
	AT	17	13	-	-	3	-	-	1
	D	*	2	-	-	*	-	-	*
Cordylophora caspia	St	3	11	7	-	-	-	-	-
	AT	3	2	1	-	-	-	-	-
	D	*	*	*	-	-	-	-	-
Turbellaria	St	2	22	-	-	5	-	-	-
	AT	4	3	-	-	1	-	-	-
	D	*	*	-	-	*	-	-	-
Nematoda	St	2	-	-	-	5	-	20	-
	AT	2	-	-	-	1	-	1	-
	D	*	-	-	-	*	-	*	-
Oligochaeta	St	92	89	79	95	95	100	100	94
	AT	10821	493	823	1411	1966	1784	636	3708
	D	69	72	76	83	77	52	44	90
Branchiura sowerbyi	St	62	78	43	37	79	88	100	53
	AT	612	51	77	19	176	84	81	124
	D	4	7	7	1	7	2	6	3
Glossiphonia complanata	St	1	11	-	-	-	-	-	-
	AT	1	1	-	-	-	-	-	-
	D	*	*	-	-	-	-	-	-
Glossiphonia heteroclita	St	1	-	-	-	-	-	20	-
	AT	1	-	-	-	-	-	1	-
	D	*	-	-	-	-	-	*	-
Helobdella stagnalis	St	2	-	-	-	-	-	40	-
	AT	6	-	-	-	-	-	6	-
	D	*	-	-	-	-	-	*	-
Herpobdella octoculata	St	7	-	7	11	5	-	20	6
	AT	6	-	1	2	1	-	1	1
	D	*	-	*	*	*	-	*	*
Atyaephyra desmaresti	St	3	-	7	11	-	-	-	-
	AT	3	-	1	2	-	-	-	-
	D	*	-	*	*	-	-	-	-
Asellus aquaticus	St	11	33	7	-	11	25	40	-
	AT	28	9	1	-	7	6	5	-
	D	*	1	*	-	*	*	*	-
Corophium curvispinum	St	2	-	-	-	-	-	40	-
	AT	2	-	-	-	-	-	2	-
	D	*	-	-	-	-	-	*	-
Gammarus pulex	St	7	22	-	5	-	13	20	6
	AT	6	2	-	1	-	1	1	1
	D	*	*	-	*	-	*	*	*
Ephemeroptera	St	13	-	-	-	16	50	60	12
	AT	28	-	-	-	4	8	9	7
	D	*	-	-	-	*	*	1	*
Coleoptera	St	3	-	-	5	-	13	-	6
	AT	3	-	-	1	-	1	-	1
	D	*	-	-	*	-	*	-	*
Chironomidae	St	86	89	71	84	95	88	100	82
	AT	3508	113	173	263	404	1559	704	292
	D	22	16	16	15	16	45	48	7
Ceratopogonidae	St	4	-	-	-	-	13	40	6
	AT	10	-	-	-	-	5	4	1
	D	*	-	-	-	-	*	*	*
Trichoptera	St	10	-	-	-	11	25	80	6
	AT	16	-	-	-	3	2	8	3
	D	*	-	-	-	*	*	1	*

Tabelle 5. Stetigkeiten, Anzahlen und Dominanzen der übrigen Tiere, nach Haltungen getrennt; Oligochaeta: excl. *Branchiura sowerbyi*; weitere Erläuterungen siehe Tab. 3.

Haltungen	1 bis 3	4 bis 7
Untersuchungsstellen	42	49
Muscheln	551	7521
Schnecken	71	1521
übrige Tiere	3463	11614

Tabelle 6. Übersicht über den Gesamtfang (ohne Dreissenidae), nach dem Stand des Ausbaus zur Europawasserstraße getrennt; genaue Beschreibung siehe Text.

Auf die Nichtmollusken (übrige Tiere) entfallen 60,9% der lebend gesammelten Tiere (Tab. 2); davon gehören zwei Drittel aller Individuen zu den Oligochäten excl. *Branchiura* und mehr als ein Fünftel zu den Chironomiden (Tab. 5). An dritter Stelle der Dominanzfolge steht *Branchiura sowerbyi* mit 4%. Alle restlichen Taxa weisen Werte <0,5% auf. – Oligochäten excl. *Branchiura*, Chironomiden und *Branchiura sowerbyi* kommen in allen Haltungen vor; ihre Gesamtstetigkeiten sind dementsprechend sehr hoch (92, 86 bzw. 62%). Die Chironomiden zeigen in den Haltungen 5 und besonders 6 die höchsten Dominanzwerte, und zwar auf Kosten der Oligochäten excl. *Branchiura*. – *Herpobdella* (cf.) *octoculata*, *Asellus aquaticus* und *Gammarus pulex* sind in jeweils 5, Ephemeropteren und Trichopteren in 4 und Tiere der Gattung *Hydra* s. l., Coleopteren und Ceratopogoniden in 3 Haltungen gefangen worden. Von höchstens 2 Haltungen liegen Tiere der Taxa *Cordylophora caspia*, Turbellarien, Nematoden, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita*, *Helobdella stagnalis*, *Atyaephyra desmaresti* und *Corophium curvispinum* vor. Die Vielfalt an Taxa der Nichtmollusken ist in den Haltungen 2 und 4 mit 7 am niedrigsten und erreicht in H. 6 mit 13 das Maximum.

Die höchsten Fangzahlen der wichtigsten Benthostiergruppen treten in folgenden Serien auf (pro 225 cm<sup>2</sup>:  $\bar{x}$ ;  $\bar{x}$ ; 95%-Vertrauensbereich): Mollusken (excl. *Dreissena*): in 71 (98,7; 75,5;  $52 \leq \bar{\mu} \leq 158$ ), 76 (76,3; 76;  $67 \leq \bar{\mu} \leq 88$ ) und 67 (69,2; 62,5;  $54,0 \leq \mu \leq 84,4$ ); Chironomiden: in 69 (108,4; 86;  $13 \leq \bar{\mu} \leq 199$ ); Oligochäten (incl. *Branchiura*): in 91 (86,7; 85,5;  $56,2 \leq \mu \leq 117,2$ ; ähnlich hohe Werte auch in den Serien 67 und 89); *Branchiura sowerbyi*: in 64 (5,3; 4;  $1 \leq \bar{\mu} \leq 12$ ).

Der Gesamtfang in den zum Zeitpunkt der Untersuchung zur Europawasserstraße ausgebauten Haltungen 1 bis 3 ist, gewichtet und gemessen an dem des übrigen RHKs, deutlich geringer (Muscheln 8,5%, Schnecken 5,4% und übrige Tiere 34,8%; vgl. Tab. 6). Entsprechendes gilt für die meisten der in Tab. 7 (vgl. auch Abb. 3) aufgeführten Taxa (Ausnahmen: *Sphaerium corneum* und *Asellus aquaticus*); als signifikant ungleich kann die Verteilung aller in Tab. 18 getesteten Fälle angesehen werden. – Außerdem ist die Vielfalt an Taxa kleiner (Tab. 8); diese Feststellung wird untermauert durch das Bild der Totfundverteilung (Tab. 9) und vor allen Dingen durch den Kanal-Längsschnitt mit den Artenfehlbeiträgen (Abb. 2; s. auch Diskussion).

Abgesehen von den Häfen ohne Umschlag (nur 2 Stellen untersucht), treten die kleinsten durchschnittlichen Dichten von Muscheln, Schnecken und übrigen Tieren im Fahrwasser mit seiner häufigen Verwirbelung durch die Schifffahrt auf (Tab. 10). Das gleiche gilt für die in Tab. 11 aufgeführten *Pisidium*-Arten mit Ausnahme von *P. nitidum* (geringe Abundanzen auch in Umschlaghäfen). *Sphaerium corneum* konnte nur in Fahrwasser- und Schleusenbereichen festgestellt werden. – Für die Mollusken allgemein erweisen sich die Liegehäfen und auch Schleusenbereiche, wo Schiffe eine Zeitlang festmachen und dabei organisches Material ins Wasser verbracht wird, als sehr gut besiedelt (Tab. 10). Liegehäfen zeigen für *Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus naticoides* (Tab. 12) und *Pisidium*-Arten (Tab. 11), besonders bei *casertanum*, *subtruncatum* und *tenuilineatum*, die höchsten Stichprobenmediane. Hohe Zahlen kommen aber auch im Zusammenhang mit anderer Nutzung vor, z. B. bei *henslowanum* in Schleusennähe und bei *moitessierianum* (durch das Maximum am FO 67 bedingt) in Wendehäfen. – Die Stichprobenwerte der übrigen Tiere (Tab. 10) und speziell die der Oligochäten und der Chironomiden (Tab. 13) liegen deutlich niedriger in Häfen mit Chemiegüterumschlag als in solchen ohne. – Daß die Lebensbedingungen – insbesondere der Mollusken – in Schleusennähe, also in Zonen stärkerer Wasserbewegungen, grundsätzlich besser sind als in reinen Fahrwasserbereichen, zeigt auch der Ver-

Haltungen	1 bis 3				4 bis 7			
	Max	$\bar{x}$	$\bar{x}$	St	Max	$\bar{x}$	$\bar{x}$	St
Sphaerium corneum	18	0,7	0	12	-	-	-	-
Pisidium amnicum	26	0,9	0	21	70	5,1	0	41
Pisidium casertanum	25	1,9	0	40	207	40,7	25	80
Pisidium henslowianum	19	2,5	0,5	50	178	26,4	8	73
Pisidium moitessierianum	79	4,9	0	40	130	12,4	6	73
Pisidium nitidum	3	0,3	0	19	52	8,9	1	53
Pisidium subtruncatum	23	1,9	1	57	267	50,8	31	84
Pisidium tenuilineatum	2	0,1	0	7	54	9,2	1	59
Valvata piscinalis	2	*	0	2	242	21,6	4	59
Potamopyrgus jenkinsi	1	*	0	5	7	0,7	0	29
Lithoglyphus naticoides	43	1,4	0	19	61	5,6	1	51
Bithynia tentaculata	5	0,2	0	12	30	2,3	0	49
Oligochaeta	271	64,9	34,5	88	847	165,2	95	96
Branchiura sowerbyi	25	3,5	0	48	53	9,5	4	73
Asellus aquaticus	7	0,2	0	10	5	0,2	0	12
Ephemeroptera	-	-	-	-	6	0,6	0	24
Chironomidae	74	13,1	7	81	1084	60,4	14	90

Tabelle 7. Maxima (Max), arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ), Mediane ( $\bar{x}$ ) – Maßeinheit: lebende Individuen pro 2250 cm<sup>2</sup> – sowie Stetigkeiten (St, auf Serienbasis) von Muscheln (oben), Schnecken (Mitte) und übrigen Tieren (unten), nach dem Stand des Ausbaus zur Europawasserstraße getrennt; Oligochaeta: excl. *Branchiura sowerbyi*; das Minimum der Individuenzahlen pro Serie beträgt in allen Fällen 0; hier wie auch in Tab. 11 bis 13 und 16 nur Arten bzw. Gruppen mit einer Gesamtindividuenzahl > 20 berücksichtigt; \* bezeichnet Werte > 0 und < 0,05.

Haltungen	1 bis 3	4 bis 7
Unio pictorum	1	1
Unio tumidus	1	3
Anodonta indet.	-	2
Anodonta piscinalis	1	-
Pseudanodonta complanata	1	2
Viviparus viviparus	-	1
Physella acuta	-	1
Radix auricularia	-	8
Radix peregra	-	5
Gyraulus albus	-	10
Hippeutis complanatus	-	14
Hydra spec.	13	4
Cordylophora caspia	3	-
Turbellaria	3	1
Nematoda	-	2
Glossiphonia complanata	1	-
Glossiphonia heteroclita	-	1
Helobdella stagnalis	-	6
Herpobdella octoculata	3	3
Atyaephyra desmaresti	3	-
Corophium curvispinum	-	2
Gammarus pulex	3	3
Coleoptera	1	2
Ceratopogonidae	-	10
Trichoptera	-	16

Tabelle 8. Anzahlen von Muscheln (oben), Schnecken (Mitte) und übrigen Tieren (unten) der Arten bzw. Gruppen mit einer Gesamtindividuenzahl < 20, nach dem Stand des Ausbaus zur Europawasserstraße getrennt; ind. = indet.

Haltungen	1 bis 3				4 bis 7			
	e	s	x	h	e	s	x	h
<i>Unio crassus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Sphaerium lacustre</i>	-	-	-	-	5	4	1	-
<i>Sphaerium rivicola</i>	-	-	-	-	8	3	4	-
<i>Sphaerium solidum</i>	8	-	-	-	14	6	2	-
<i>Pisidium milium</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pisidium obtusale</i>	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Pisidium personatum</i>	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Valvata cristata</i>	-	-	-	-	3	2	-	-
<i>Bithynia leachi</i>	-	1	-	-	8	5	5	-
<i>Physa fontinalis</i>	-	-	-	-	6	1	2	-
<i>Myxas glutinosa</i>	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Galba palustris</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Galba truncatula</i>	1	-	-	-	4	3	1	-
<i>Planorbis carinatus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Anisus leucostomus</i>	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Bathyomphalus contortus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menetus dilatatus</i>	3	-	1	-	12	12	2	1
<i>Armiger crista</i>	-	-	-	-	3	3	-	1
<i>Planorbis corneus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Ancylus fluviatilis</i>	1	-	-	-	5	4	1	-
<i>Acroloxus lacustris</i>	-	-	-	-	2	-	-	-

Tabelle 9. Anzahlen der Serien mit Totfunden derjenigen Molluskenarten (ohne *Mytilopsis leucophaeta*), die im Sohlenbereich des Rhein-Herne-Kanals lebend nicht nachgewiesen wurden, geordnet nach Ausbaustand und Häufigkeitsstufen: e = 1 Tier, s = 2 bis 3, x = 4 bis 19 bzw. h = 20 bis 99 Tiere pro 2250 cm<sup>2</sup>; im Fall der Muscheln gelten 2 Klappen als 1 Tier.

Untersuchungsstellen		Fahwasserbereiche	Schleusenbereiche	Wendehäfen	Liegenhäfen	Häfen ohne Umschlag	Häfen ohne Chemiegüterumschlag	Häfen mit Chemiegüterumschlag
Untersuchungsstellen		34	23	3	4	2	7	18
Muscheln	AZ	9	12	7	7	4	9	8
	Max	206	664	633	243	17	374	488
	$\bar{x}$	22,4	150,5	219,3	173,3	8,5	125,6	89,8
	$\bar{x}$	1,5	86	22	182,5	8,5	16	25,5
	St	62	91	100	100	50	100	100
Schnecken	AZ	6	8	2	7	1	5	4
	Max	37	323	59	166	12	34	36
	$\bar{x}$	3,9	43,5	19,7	49,3	6,0	10,3	6,7
	$\bar{x}$	0	3	0	14,5	6	0	1
	St	38	74	33	100	50	43	56
übrige Tiere	AZ	15	16	6	10	3	6	7
	Max	912	1113	865	266	136	602	319
	$\bar{x}$	108,3	200,2	388,3	163,5	94,0	324,6	139,9
	$\bar{x}$	9	155	206	149	94	298	137
	St	85	100	100	100	100	100	94

Tabelle 10. Anzahlen der Arten bzw. systematischen Gruppen (AZ), Maxima (Max), arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ), Mediane ( $\bar{x}$ ), Minima (Min) – Maßeinheit: lebende Individuen pro 2250 cm<sup>2</sup> – sowie Stetigkeiten (St, auf Serienbasis) von Muscheln (ohne Dreissenidae), Schnecken und übrigen Tieren, nach Nutzungsbereichen getrennt.

		Fahrwasserbereiche	Schleusenbereiche	Wendehäfen	Liegehäfen	Häfen ohne Umschlag	Häfen ohne Chemiegüterumschlag	Häfen mit Chemiegüterumschlag
<i>Sphaerium corneum</i>	Max	18	4	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	0,6	0,3	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	0	0	-	-	-	-	-
	St	9	4	-	-	-	-	-
<i>Pisidium amnicum</i>	Max	2	70	17	8	-	27	15
	$\bar{x}$	0,1	7,0	5,7	4,0	-	7,7	2,0
	$\bar{x}$	0	0	0	4	-	0	0
	St	12	43	33	75	-	43	44
<i>Pisidium casertanum</i>	Max	39	207	71	38	8	122	196
	$\bar{x}$	4,3	42,4	24,7	34,0	4,0	34,4	27,3
	$\bar{x}$	0	8	3	35,5	4	3	6
	Min	0	0	0	27	0	0	0
	St	38	78	66	100	50	71	72
<i>Pisidium henslowanum</i>	Max	42	178	85	35	3	35	76
	$\bar{x}$	4,6	34,5	29,0	19,8	1,5	11,1	11,1
	$\bar{x}$	0	17	2	22	1,5	3	2
	St	47	74	66	75	50	86	67
<i>Pisidium moitessierianum</i>	Max	17	79	130	24	2	40	51
	$\bar{x}$	1,5	11,4	48,3	16,8	1,0	11,4	11,2
	$\bar{x}$	0	4	14	16,5	1	6	6
	Min	0	0	1	10	0	2	0
<i>Pisidium nitidum</i>	Max	30	52	26	32	-	12	19
	$\bar{x}$	1,9	10,8	8,7	11,0	-	3,6	2,2
	$\bar{x}$	0	2	0	5,5	-	0	0
	Min	0	0	0	1	-	0	0
<i>Pisidium subtruncatum</i>	Max	74	228	267	107	4	187	156
	$\bar{x}$	8,1	36,9	90,3	69,3	2,0	51,7	29,7
	$\bar{x}$	0	13	4	66,5	2	4	5
	Min	0	0	0	37	0	0	0
<i>Pisidium tenuilineatum</i>	Max	29	54	37	45	-	20	41
	$\bar{x}$	1,1	6,8	12,7	18,5	-	5,3	6,2
	$\bar{x}$	0	0	1	14	-	0	0
	Min	0	0	0	1	-	0	0
	Max	18	48	66	100	-	43	33
	$\bar{x}$							
	$\bar{x}$							
	St							

Tabelle 11. Maxima (Max), arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ), Mediane ( $\bar{x}$ ), Minima (Min) – Maßeinheit: lebende Individuen pro 2250 cm<sup>2</sup> – sowie Stetigkeiten (St, auf Serienbasis) der in Tab. 7 aufgeführten Muschelarten, nach Nutzungsbereichen getrennt; Minimum in nicht aufgeführten Fällen 0.

gleich der Einzelsiedlungsdichten von 13 Taxa jeweils der schleusennächsten bzw. der -fernten Serie innerhalb einer jeden Haltungshälfte (Abb. 3 und Tab. 18). An den 23 Fundorten in Schleusenbereichen wurden 36 Taxa gegenüber 30 in den 34 Fahrwasser-Serien bzw. nur 22 an den insgesamt 25 Stellen in Umschlaghäfen gefunden (außer *Dreissena*; Tab. 10 bis 14).

Grober Bodengrund wird insgesamt (Tab. 15) mit den geringsten durchschnittlichen Dichten besiedelt; die höchsten Mittelwerte treten auf Fein- bzw. Mischsubstrat auf (vgl. Tab. 18): Hier steigert die Anwesenheit von Faulschlamm das Nahrungsangebot; deshalb weisen insbesondere die Muscheln (alle in Tab. 16 aufgeführten Arten außer *Sphaerium corneum*), aber auch die Schnecken (*Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus naticoides*) höhere Abundanzen auf. Die übrigen Tiere lassen weniger deutliche und dazu noch unterschied-

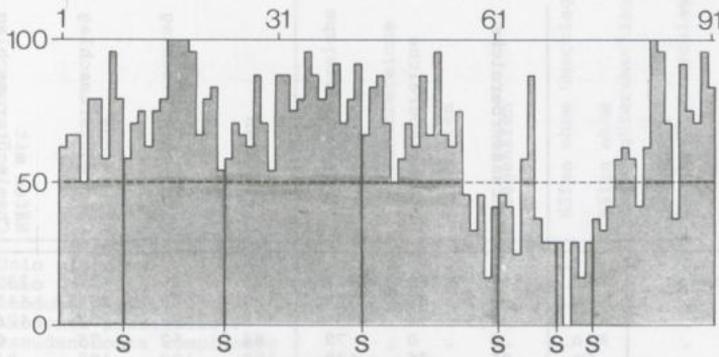


Abbildung 2. Artenfehlbeträge nach KOTHÉ (1962) – senkrecht; Maßeinheit: % – aller 91 Untersuchungsstellen; Bezugsbasis: Serie 71 mit 24 Taxa; S = Schleusengruppe.

liche Schwerpunkte ihres Vorkommens erkennen (Tab. 15 und 16): Höhere mittlere Dichten werden in einigen Fällen auch auf organisch unbelasteten Substraten erreicht. In diesem Zusammenhang bemerkenswert ist das mit enormem Abstand höchste Chironomiden-Fangergebnis: 1084 Tiere in Serie 69 auf Kies und Grobsand in Schleusen-nähe (Tab. 16 und Abb. 3). – Ölverschmutzung scheint sich bei Fein- und Mischsubstrat auf die Abundanz der Mollusken stark und die der übrigen Tiere mäßig erniedrigend auszuwirken (Tab. 15). Auf solchen Flächen leben die Oligochäten und außerdem die Chironomiden noch in beträchtlicher Dichte. Serie 24 in Schleusennähe enthält trotz Verschmutzung 79 Exemplare von *Pisidium moitessierianum* (Tab. 16 und Abb. 3). – Die in Tab. 17 dargestellten Taxa lassen aufgrund der geringen Fangzahlen in Verbindung mit den stark unterschiedlichen Stichprobenumfängen der einzelnen Substratkombinationen kaum gesicherte Aussagen zu. Alle 14 Tiere von *Hippeutis complanatus* stammen vom Fundort 73.

		Fährwasserbereiche	Schleusenbereiche	Wendehäfen	Liegehäfen	Häfen ohne Umschlag	Häfen ohne Chemiegüterumschlag	Häfen mit Chemiegüterumschlag
<i>Valvata piscinalis</i>	Max	12	242	53	117	12	28	30
	$\bar{x}$	0,7	30,6	17,7	34,8	6,0	5,0	5,0
	$\Sigma$	0	0	0	11	6	0	0
	St	15	48	33	75	50	43	33
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	Max	4	5	-	7	-	3	1
	$\bar{x}$	0,2	0,8	-	1,8	-	0,4	0,1
	$\Sigma$	0	0	-	0	-	0	0
	St	12	39	-	25	-	14	6
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	Max	9	61	6	18	-	21	12
	$\bar{x}$	0,8	9,6	2,0	6,0	-	4,3	1,4
	$\Sigma$	0	1	0	3	-	0	0
	St	18	65	33	75	-	43	28
<i>Bithynia tentaculata</i>	Max	30	16	-	6	-	2	1
	$\bar{x}$	2,0	1,8	-	2,0	-	0,4	0,2
	$\Sigma$	0	1	-	1	-	0	0
	St	26	52	-	75	-	29	17

Tabelle 12. Maxima, arithmetische Mittel, Mediane sowie Stetigkeiten der in Tabelle 7 aufgeführten Schneckenarten, nach Nutzungsbereichen getrennt; Minimum in allen Fällen 0; weitere Erläuterungen siehe Tab. 11.

		Fahrwasserbereiche	Schleusenbereiche	Wendehäfen	Liegehäfen	Häfen ohne Umschlag	Häfen ohne Chemiegüterumschlag	Häfen mit Chemiegüterumschlag
Oligochaeta	Max	847	229	779	192	126	437	232
	$\bar{x}$	95,2	89,7	349,3	120,3	89,0	251,9	113,8
	$\tilde{x}$	4,5	74	191	112,5	89	257	126,5
	Min	0	0	78	64	52	76	0
	St	85	96	100	100	100	100	94
Branchiura sowerbyi	Max	24	40	8	13	3	53	32
	$\bar{x}$	3,6	9,2	3,0	6,0	1,5	19,3	5,9
	$\tilde{x}$	0,5	4	1	5,5	1,5	10	1,5
	St	50	74	67	75	50	86	56
Asellus aquaticus	Max	7	5	-	2	-	5	-
	$\bar{x}$	0,3	0,3	-	0,5	-	0,7	-
	$\tilde{x}$	0	0	-	0	-	0	-
	St	15	13	-	25	-	14	-
Ephemeroptera	Max	4	6	2	-	-	2	1
	$\bar{x}$	0,1	0,7	0,7	-	-	0,4	0,1
	$\tilde{x}$	0	0	0	-	-	0	0
	St	6	26	33	-	-	29	6
Chironomidae	Max	47	1084	74	64	7	169	63
	$\bar{x}$	7,8	98,9	34,7	33,5	3,5	52,0	20,0
	$\tilde{x}$	2,5	41	16	34	3,5	22	14,5
	Min	0	0	14	2	0	5	0
	St	71	96	100	100	50	100	94

Tabelle 13. Maxima, arithmetische Mittel, Mediane, Minima sowie Stetigkeiten der in Tab. 7 aufgeführten übrigen Tiere, nach Nutzungsbereichen getrennt; Oligochaeta: excl. *Branchiura sowerbyi*; weitere Erläuterungen siehe Tab. 11.

Die Ergebnisse der Rangvarianzanalysen der arithmetischen Mittel bzw. der Standardabweichungen der Siedlungsdichten aller als zusammengehörig betrachteten Proben je Taxon sind eindeutig (Irrtumswahrscheinlichkeit höchstens 0,01%): Der Spaltenfaktor (Taxon) übt bei jedem Zeilenfaktor (Serie, Haltung, Nutzungstyp, Substratkombination) einen signifikanten Einfluß auf die Rangplätze sowohl der arithmetischen Mittel als auch der Standardabweichungen aus; auch die vier Zeilenfaktoren bewirken signifikant unterschiedliche Werte des arithmetischen Mittels und der Standardabweichung. Sowohl das mittlere Niveau als auch die Streuung der Siedlungsdichten der einzelnen Proben hängen also hochsignifikant davon ab, welches Taxon betrachtet wird und zu welcher Serie bzw. Haltung usw. die Proben gehören. Bei der Beurteilung dieses Ergebnisses ist zu beachten, daß die FRIEDMANsche Rangvarianzanalyse bei Nichtvorliegen der Voraussetzung der Normalverteilung die Nullhypothese *et. par.* meist leichter widerlegen kann als die an die Normalverteilung gebundene quantitative Varianzanalyse (vgl. z. B. LIENERT 1973, S. 357). Der Vergleich der über alle 42 Taxa aufsummierten Rangplätze der einzelnen Kategorien jeweils eines Zeilenfaktors gibt näheren Aufschluß über die Richtung und das Ausmaß der von diesem ausgehenden Einflüsse. Wenn man die kleinste Summe der Rangplätze aller Kategorien eines Faktors gleich 1 setzt, ergeben sich aus den Rangplätzen der arithmetischen Mittel (die der Standardabweichungen führen zu fast identischen Resultaten) folgende Meßzahlen der Rangsummen:

a) hinsichtlich der Kategorien des Faktors „Haltung“: 1 (Haltung 3), 1,0 (1), 1,1 (2) – diese 3 sind zur Europawasserstraße ausgebaut – sowie 1,3 (Haltung 4), 1,4 (7), 1,5 (5) und 1,7 (6);

	Fahrwasserbereiche	Schleusenbereiche	Wendehäfen	Liegehäfen	Häfen ohne Umschlag	Häfen ohne Chemiegüterumschlag	Häfen mit Chemiegüterumschlag
<i>Unio pictorum</i>	-	1	-	-	-	1	-
<i>Unio tumidus</i>	1	2	-	-	-	-	1
<i>Anodonta indet.</i>	-	2	-	-	-	-	-
<i>Anodonta piscinalis</i>	-	1	-	-	-	-	-
<i>Pseudanodonta complanata</i>	-	2	-	-	-	1	-
<i>Viviparus viviparus</i>	-	1	-	-	-	-	-
<i>Physella acuta</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Radix auricularia</i>	-	8	-	-	-	-	-
<i>Radix peregra</i>	1	2	-	1	-	1	-
<i>Gyraulus albus</i>	-	6	-	4	-	-	-
<i>Hippeutis complanatus</i>	-	-	-	14	-	-	-
<i>Hydra spec.</i>	13	3	-	1	-	-	-
<i>Cordylophora caspia</i>	2	1	-	-	-	-	-
<i>Turbellaria</i>	2	2	-	-	-	-	-
Nematoda	1	1	-	-	-	-	-
<i>Glossiphonia complanata</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	-	-	-	1	-	-	-
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	1	-	5	-	-	-
<i>Herpobdella octoculata</i>	1	3	-	1	-	-	1
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	-	3	-	-	-	-	-
<i>Corophium curvispinum</i>	1	1	-	-	-	-	-
<i>Gammarus pulex</i>	2	2	1	1	-	-	-
Coleoptera	2	-	1	-	-	-	-
Ceratopogonidae	-	10	-	-	-	-	-
Trichoptera	1	8	-	4	-	2	1

Tabelle 14. Anzahlen der in Tab. 8 aufgeführten Muscheln (oben), Schnecken (Mitte) sowie übrigen Tiere (unten), nach Nutzungsbereichen getrennt; ind. = indet.

Substrat	A			B			A + B			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
Belastung	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
Untersuchungsstellen	24	8	1	10	4	3	20	10	4	
Muscheln	AZ	9	7	2	8	7	5	10	8	7
	Max	219	259		202	633	86	374	664	14
	$\bar{x}$	23,6	54,5		43,8	379,8	34,7	108,9	253,5	9,0
	$\bar{x}$	3,5	1,5	F: 2	13,5	380	16	45,5	173,5	10,5
	Min	0	0		0	126	3	0	23	1
	St	63	75		90	100	100	90	100	100
Schnecken	AZ	5	4	1	6	4	2	5	8	1
	Max	43	29		166	151	3	167	323	1
	$\bar{x}$	7,3	6,6		21,8	57,5	1,0	15,3	55,8	0,3
	$\bar{x}$	0	1	F: 1	0	35,5	0	0,5	14	0
	Min	0	0		0	8	0	0	1	0
	St	38	50		40	100	33	50	100	25
übrige Tiere	AZ	14	5	2	8	6	4	11	10	6
	Max	1113	155		492	865	157	912	529	227
	$\bar{x}$	103,7	56,4		195,8	348,8	93,3	251,9	233,8	102,8
	$\bar{x}$	11	49,5	F: 85	169,5	193,5	123	188	231	89
	Min	0	2		52	143	0	6	59	6
	St	83	100		100	100	67	100	100	100

Tabelle 15. Anzahlen der Arten bzw. systematischen Gruppen (AZ), Maxima (Max), arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ), Mediane ( $\bar{x}$ ), Minima (Min) – Maßeinheit: lebende Individuen pro 2250 cm<sup>2</sup> – sowie Stetigkeiten (St, auf Serienbasis) von Muscheln (ohne Dreissenidae), Schnecken und übrigen Tieren, getrennt nach Substrattypen und Belastungsstufen: A = sandig/kiesig, B = lehmig/tonig bis feinflockig, 0 = ohne organische Belastung, 1 = mit Faulschlamm, 2 = mit Ölverschmutzung; F = Fangergebnis der einzigen Serie; insgesamt 84 von 91 Serien berücksichtigt.

01 10 21 24 42 44 60 63 69 70 76  
06 15 16 34 36 51 53 65 66 72 84

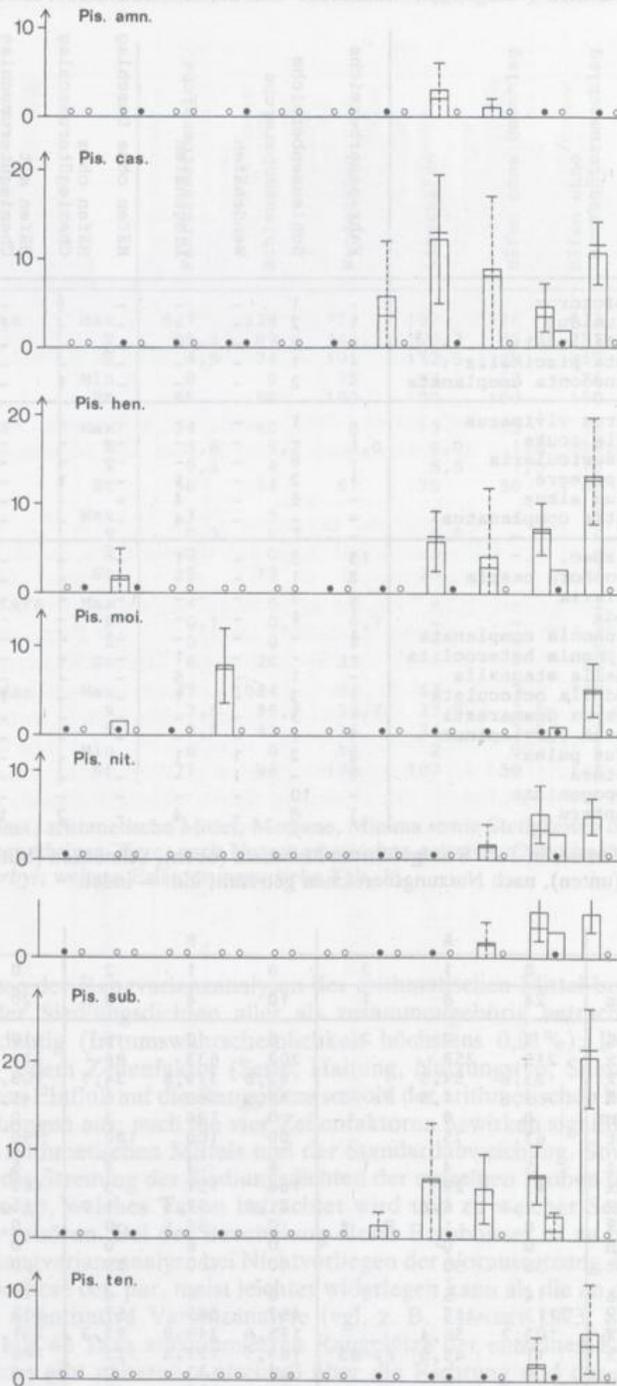
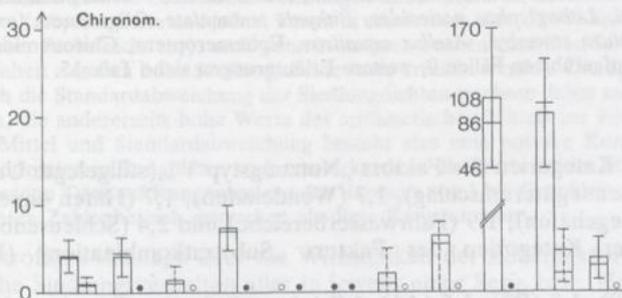
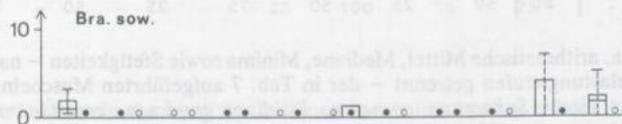
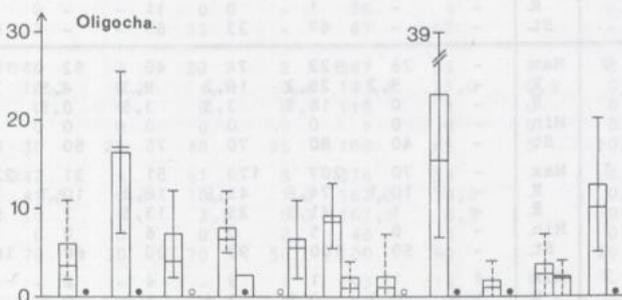
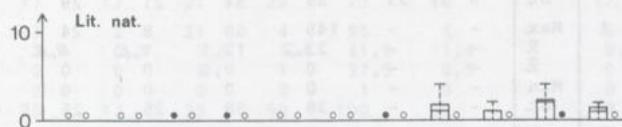
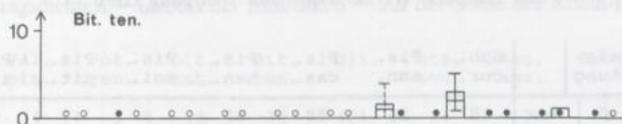


Abbildung 3. Paarweiser Vergleich der Siedlungsdichten von Fundorten in Schleusen- (jeweils links; Nummern in oberer Kopfzeile) und Fahrwasserbereichen (rechts; untere Kopfzeile); dargestellt sind arithmetische Mittel (Säulen) und Mediane (Querstriche) sowie 95%-Vertrauensbereiche für  $\mu$  (durchgezogene) bzw.  $\hat{\mu}$  (gestrichelte Klammern); Maßeinheit: lebende Individuen pro 225 cm<sup>2</sup>;  $\circ$  bezeichnet Serien ohne Fang und  $\bullet$  solche mit  $\bar{x} \leq 0,5$  entsprechend einer Stetigkeit  $\leq 50\%$ , wobei  $\bar{x}$ -Werte  $< 1,0$  weggelassen wurden; gezeigt werden nur Taxa (unberücksichtigt: *Dreissena*) mit mindestens 2 Fällen von  $\bar{x} > 0,5$ ;



Abkürzungen der Namen stehen für: *Pisidium amnicum*, *casertanum*, *henslowianum*, *moitessierianum*, *nitidum*, *subtruncatum*, *tenuilineatum*; *Bithynia tentaculata*, *Lithoglyphus naticoides*, *Valvata piscinalis*, *Oligochaeta* (excl. *Branchiura*), *Branchiura sowerbyi*, Chironomidae.

Substrat	Belastung		Sph. cor.	Pis. amn.	Pis. cas.	Pis. hen.	Pis. moi.	Pis. nit.	Pis. sub.	
A	0	Max	18	26	88	42	5	17	57	
		$\bar{x}$	0,8	2,0	6,2	5,7	0,8	2,1	5,7	
		St	8	33	29	54	21	29	46	
	1	Max	-	-	145	60	8	24	46	
		$\bar{x}$	-	-	23,2	12,1	1,6	4,6	10,4	
		St	-	-	0	0,5	0	0	1	
	2	F	-	-	1	-	1	-	-	
		Min	-	-	0	0	0	0	0	
		St	-	-	38	50	25	25	63	
	B	0	Max	3	7	35	35	17	32	82
			$\bar{x}$	0,3	0,8	8,6	5,0	5,5	4,1	18,6
			St	0	0	2	1	4,5	0	2,5
1		Max	-	17	106	135	130	50	267	
		$\bar{x}$	-	6,5	57,5	66,3	55,0	19,0	145,5	
		St	-	4	49,5	63,5	40	13	131	
2		Max	-	1	25	3	10	0	53	
		$\bar{x}$	-	100	100	100	100	50	100	
		St	-	-	3	2	79	-	5	
A + B		0	Max	-	29	122	74	40	52	187
			$\bar{x}$	-	5,2	29,2	16,2	9,3	4,9	37,5
			St	-	0	18,5	3,5	3,5	0,5	7
	1	Max	-	70	207	178	51	31	228	
		$\bar{x}$	-	10,1	74,6	45,5	18,8	10,7	77,6	
		St	-	1	41,5	25	13,5	7	55,5	
	2	Max	-	0	5	0	6	0	3	
		$\bar{x}$	-	50	100	90	100	60	100	
		St	-	4	1	1	9	4	2	
	2	Max	4	1	1	9	4	2	2	
		$\bar{x}$	1,8	0,3	0,5	3,5	1,0	0,8	1,3	
		St	1,5	0	0,5	2,5	0	0,5	1,5	
2	Max	0	0	0	0	0	0	0		
	$\bar{x}$	0	0	0	0	0	0	0		
	St	50	25	50	75	25	50	75		

Tabelle 16. Maxima, arithmetische Mittel, Mediane, Minima sowie Stetigkeiten – nach Substrattypen und Belastungsstufen getrennt – der in Tab. 7 aufgeführten Muscheln, Schnecken und übrigen Tiere: *Sphaerium corneum*, *Pisidium amnicum*, *casertanum*, *henslowianum*, *moitessierianum*, *nitidum*, *subtruncatum*, *tenuilineatum*; *Valvata piscinalis*, *Potamopyrgus jenkinsi*, *Lithoglyphus naticoides*, *Bithynia tentaculata*, *Oligochaeta* (excl. *Branchiura*), *Branchiura sowerbyi*, *Asellus aquaticus*, Ephemeroptera, Chironomidae; Minimum in nicht aufgeführten Fällen 0; weitere Erläuterungen siehe Tab. 15.

b) hinsichtlich der Kategorien des Faktors „Nutzungstyp“: 1 (stillgelegte Umschlaghäfen), 1,5 (Häfen mit Chemiegüterumschlag), 1,7 (Wendehäfen), 1,7 (Häfen ohne Chemiegüterumschlag), 1,9 (Liegehäfen), 1,9 (Fahrwasserbereiche) und 2,4 (Schleusenbereiche);  
c) hinsichtlich der Kategorien des Faktors „Substratkombination“ (Bezeichnungen s. Tab. 15):

1 (A2), 1,2 (A+B2), 1,3 (B2), 1,5 (A1), 1,7 (ohne eindeutige Zuordnung), 1,7 (B0), 1,7 (B1), 1,9 (A0), 1,9 (A+B0) und 2,1 (A+B1).

Das niedrigste mittlere Niveau (und gleichzeitig die geringste Streuung) der Siedlungsdichten der einzelnen Proben ergibt sich demnach in den zur Europawasserstraße ausgebauten Haltungen, in Umschlaghäfen und bei Ölverschmutzung, das höchste Niveau (und die größte Streuung) in den nicht ausgebauten Haltungen, in Schleusenbereichen und bei Faulschlamm oder ohne organische Belastung.

Pis. ten.	Val. pis.	Pot. jen.	Lit. nat.	Bit. ten.	Oli.	Bra. sow.	Ase. aqu.	Eph.	Chi.
3	24	5	43	30	401	24	7	3	1084
0,4	1,8	0,5	2,7	2,3	41,3	3,2	0,5	0,1	53,7
0	0	0	0	0	4,5	0	0	0	1
25	17	17	21	29	73	46	17	13	62
15	13	2	21	4	95	4	-	6	56
2,5	2,1	0,3	2,9	1,4	41,5	1,4	-	0,8	12,5
0	0	0	0	1	37,5	0,5	-	0	5
0	0	0	0	0	1	0	-	0	1
25	25	13	25	50	100	50	-	13	100
-	-	-	1	-	71	-	-	-	14
6	117	7	18	6	478	19	1	-	64
0,8	15,8	0,7	2,9	0,6	166,7	4,5	0,2	-	23,5
0	0	0	0	0	139	2	0	-	17
0	0	0	0	0	45	0	0	-	0
30	40	10	30	10	100	60	20	-	90
54	135	1	13	2	779	21	-	2	74
29,5	52,0	0,3	4,8	0,5	289,5	10,8	-	0,8	47,3
32	32,5	0	3	0	126,5	10	-	0,5	50,5
0	8	0	0	0	126	2	-	0	14
75	100	25	50	25	100	100	-	50	100
-	2	-	1	-	78	25	-	-	74
-	0,7	-	0,3	-	51,3	9,7	-	-	32,0
-	0	-	0	-	76	4	-	-	22
-	33	-	33	-	67	67	-	-	67
45	140	3	22	2	847	53	5	2	203
6,6	10,2	0,5	4,1	0,4	197,5	11,0	0,3	0,2	42,4
0	0	0	0	0	115	4	0	0	15
0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
45	30	25	40	35	100	65	5	10	100
41	242	4	61	5	376	34	-	4	268
16,0	41,5	0,6	10,9	1,2	162,8	14,8	-	0,5	55,0
10	10	0	3,5	0,5	161,5	8,5	-	0	31,5
0	0	0	0	0	46	0	-	0	5
70	70	30	70	50	100	90	-	20	100
-	-	-	-	1	193	14	1	-	24
-	-	-	-	0,3	84,5	6,3	0,3	-	11,0
-	-	-	-	0	72	5,5	0	-	9,5
-	-	-	-	0	1	0	0	-	1
-	-	-	-	25	100	75	25	-	100

Die weitgehende Übereinstimmung der Irrtumswahrscheinlichkeiten bei der Analyse der arithmetischen Mittel einerseits und der Standardabweichungen andererseits ist durchaus plausibel. Die Siedlungsdichte hat bei fast jeder Serie und jedem Taxon in mindestens einer Probe den Wert Null (d. h. das Taxon kam in dieser Probe nicht vor), auch wenn in anderen Proben derselben Serie für die betrachtete systematische Einheit ziemlich hohe Siedlungsdichtewerte erreicht werden. Die Spannweite und damit in der Regel auch die Standardabweichung der Siedlungsdichten wachsen daher mit den hohen Werten einzelner Proben, die andererseits hohe Werte des arithmetischen Mittels zur Folge haben. Zwischen arithmetischem Mittel und Standardabweichung besteht also eine positive Korrelation. Diese wird durch die Transformation in Rangplätze noch verstärkt; denn die Werte beider Maße werden z. B. für die 42 vorkommenden Taxa auf Rangnummern des Bereichs von 1 bis 42 reduziert, auch wenn sie sich über einen größeren Zahlenbereich erstrecken als diese Rangnummern.

Die hier getroffene Aussage über die Wirksamkeit der Zeilenfaktoren gilt nur für das durchschnittliche Siedlungsverhalten aller in jeweils einer Serie bzw. Haltung usw. vertretenen Taxa. Sie steht nicht im Widerspruch dazu, daß das Niveau oder die Streuung der Abundanzen isoliert betrachteter systematischer Einheiten oder die Zusammensetzung der örtlichen Lebensgemeinschaften nach Taxa z. B. von Nutzungstyp zu Nutzungstyp in anderer Weise variieren kann.

Die Rangkorrelationskoeffizienten der Siedlungsdichten aller möglichen Paare von Taxa innerhalb jeweils einer Serie müssen unter den gegebenen Bedingungen den Betrag 0,5515 bzw. 0,7333 bzw. 0,8667 überschreiten, um bei 5 bzw. 1 bzw. 0,1% Irrtumswahrscheinlich-

Substrat	A			B			A + B		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Belastung									
Unio pictorum	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Unio tumidus	1	-	-	-	-	-	1	2	-
Anodonta indet.	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Anodonta piscinalis	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Pseudanodonta complanata	-	1	-	-	-	-	1	-	-
Viviparus viviparus	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Physella acuta	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Radix auricularia	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Radix peregra	2	-	-	-	-	-	3	-	-
Gyraulus albus	-	-	-	4	-	-	-	6	-
Hippeutis complanatus	-	-	-	14	-	-	-	-	-
Hydra spec.	11	-	-	-	-	-	1	-	2
Cordylophora caspia	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbellaria	2	-	-	1	-	-	-	-	-
Nematoda	-	1	-	-	-	-	-	1	-
Glossiphonia complanata	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Glossiphonia heteroclita	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Helobdella stagnalis	-	-	-	5	-	-	-	1	-
Herpobdella octoculata	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Atyaephyra desmaresti	2	-	-	-	-	1	-	-	-
Corophium curvispinum	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Gammarus pulex	1	-	-	-	1	-	2	1	1
Coleoptera	-	-	-	-	1	-	1	1	-
Ceratopogonidae	6	1	-	-	-	-	3	-	-
Trichoptera	1	-	-	1	-	-	5	2	-

Tabelle 17. Anzahlen der in Tab. 8 aufgeführten Muscheln (links), Schnecken (Mitte) und übrigen Tiere (rechts), nach Substrattypen und Belastungsstufen getrennt; weitere Erläuterungen siehe Tab. 15.

	Tab. 7	Tab. 11 bis 13	Tab. 16	Abb. 3
<i>Pisidium amnicum</i>	128	270	249	39 (2)
<i>Pisidium casertanum</i>	1496	1010	1901	330 (5)
<i>Pisidium henslowanum</i>	840	898	1519	265 (5)
<i>Pisidium moitessierianum</i>	142	797	1425	132 (2)
<i>Pisidium nitidum</i>	341	303	299	73 (3)
<i>Pisidium subtruncatum</i>	1914	1380	3404	347 (5)
<i>Pisidium tenuilineatum</i>	374	314	871	65 (2)
<i>Valvata piscinalis</i>	899	1345	1574	321 (5)
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	114	335	168	57 (4)
<i>Bithynia tentaculata</i>				38 (2)
<i>Oligochaeta</i>	1912	2723	3895	794 (11)
<i>Branchiura sowerbyi</i>	121	251	241	58 (3)
Chironomidae	1313	3265	502	1439 (9)

Tabelle 18.  $\chi^2$ -Werte (Test auf Anpassung an theoretische Gleichverteilung) der Fälle von Tab. 7 ( $v = 1$ ), 11 bis 13 ( $v = 6$ ) und 16 ( $v = 8$ ) – nur Arten mit Gesamtindividuenzahl  $> 200$  – sowie Abb. 2 ( $v$  – angegeben in Klammern – unterschiedlich aufgrund der additiven Eigenschaften von  $\chi^2$  und der Berücksichtigung nur der Einzelvergleiche mit mindestens einem als Säule gezeichneten Wert); obere Schranken der BONFERRONI- $\chi^2$ -Statistik  $\chi^2$  ( $\alpha_i = 0,05/\tau_i \approx 50$ ) zwischen  $< 11,2$  für  $v = 1$  und  $< 33,4$  für  $v = 12$  [extrapoliert aus Tafeln von BEUS & JENSEN (1967)].

keit signifikant von Null verschieden zu sein (GLASSER & WINTER 1961). Aus den vorliegenden Daten sind insgesamt 4018 Rangkorrelationskoeffizienten zu berechnen. Darunter tritt eine Anzahl signifikanter Koeffizienten auf (in Klammern: Irrtumswahrscheinlichkeit in Prozent): positive Werte: 713 (5), 284 (1) bzw. 109 (0,1); negative Werte: 45 (5), 6 (1) bzw. 0 (0,1). Wenn also überhaupt eine Abhängigkeit zwischen den Siedlungsdichten verschiedener Taxa besteht, so liegt in der Regel ein gemeinsames Vorkommen und nur ausnahmsweise ein Ausschlußverhältnis vor. Bei 42 Taxa sind für die Gesamtheit der Serien insgesamt 861 Paarvergleiche möglich. Darunter sind 83 Paare, deren Rangkorrelationskoeffizienten bei 0,1% Irrtumswahrscheinlichkeit in mindestens einer Serie signifikant sind, auf die sich also die o. g. 109 Fälle gemeinsamen Vorkommens verteilen. Von diesen Paaren beziehen sich die folgenden 40 auf Artenvergleiche (in Klammern: Anzahl der Serien mit hochsignifikanten/berechneten Koeffizienten):

<i>Asellus aquaticus/Bithynia tentaculata</i>	(3/8)
<i>Asellus aquaticus/Glossiphonia heteroclita</i>	(1/1)
<i>Asellus aquaticus/Pisidium casertanum</i>	(1/8)
<i>Asellus aquaticus/Pisidium moitessierianum</i>	(1/7)
<i>Asellus aquaticus/Radix peregra</i>	(1/1)
<i>Atyaephyra desmaresti/Lithoglyphus naticoides</i>	(1/1)
<i>Bithynia tentaculata/Glossiphonia heteroclita</i>	(1/1)
<i>Bithynia tentaculata/Herpobdella octoculata</i>	(1/4)
<i>Bithynia tentaculata/Pisidium casertanum</i>	(1/22)
<i>Bithynia tentaculata/Radix peregra</i>	(2/4)
<i>Branchiura sowerbyi/Herpobdella octoculata</i>	(1/5)
<i>Branchiura sowerbyi/Pisidium amnicum</i>	(1/25)
<i>Branchiura sowerbyi/Pisidium tenuilineatum</i>	(1/26)
<i>Corophium curvispinum/Viviparus viviparus</i>	(1/1)
<i>Gammarus pulex/Pisidium nitidum</i>	(1/5)
<i>Gammarus pulex/Unio tumidus</i>	(1/1)
<i>Lithoglyphus naticoides/Pisidium moitessierianum</i>	(1/31)
<i>Pisidium amnicum/Pisidium henslowanum</i>	(2/25)
<i>Pisidium amnicum/Pisidium nitidum</i>	(1/20)
<i>Pisidium casertanum/Pisidium henslowanum</i>	(3/47)
<i>Pisidium casertanum/Pisidium moitessierianum</i>	(2/48)
<i>Pisidium casertanum/Pisidium nitidum</i>	(1/31)
<i>Pisidium casertanum/Pisidium subtruncatum</i>	(7/52)
<i>Pisidium casertanum/Valvata piscinalis</i>	(1/30)
<i>Pisidium henslowanum/Pisidium moitessierianum</i>	(1/44)
<i>Pisidium henslowanum/Pisidium nitidum</i>	(1/32)
<i>Pisidium henslowanum/Pisidium subtruncatum</i>	(2/50)
<i>Pisidium henslowanum/Pisidium tenuilineatum</i>	(1/30)
<i>Pisidium henslowanum/Potamopyrgus jenkinsi</i>	(1/16)
<i>Pisidium henslowanum/Unio tumidus</i>	(1/4)
<i>Pisidium moitessierianum/Pisidium subtruncatum</i>	(1/50)
<i>Pisidium moitessierianum/Pseudanodonta complanata</i>	(1/3)
<i>Pisidium moitessierianum/Valvata piscinalis</i>	(1/29)
<i>Pisidium nitidum/Pisidium subtruncatum</i>	(3/33)
<i>Pisidium nitidum/Pisidium tenuilineatum</i>	(1/27)
<i>Pisidium subtruncatum/Pisidium tenuilineatum</i>	(1/32)
<i>Pisidium subtruncatum/Valvata piscinalis</i>	(1/30)
<i>Pisidium tenuilineatum/Potamopyrgus jenkinsi</i>	(1/15)
<i>Pisidium tenuilineatum/Valvata piscinalis</i>	(1/26)
<i>Pseudanodonta complanata/Unio pictorum</i>	(1/1)

In Tab. 19 werden die insgesamt berechneten den (hoch)signifikanten (Irrtumswahrscheinlichkeit höchstens 0,1%) Ergebnissen der Rangkorrelationsanalyse gegenübergestellt. Danach entfallen von allen Paaren von Taxa auf den Vergleich der Siedlungsdichten zweier Muschelarten 28% der signifikanten, jedoch nur 19,5% der berechneten Koeffizienten. Dagegen beträgt der Anteil des Vergleichs zweier Schneckenarten an den signifikanten Koeffizienten nur 2% gegenüber 3,5% an den berechneten. Der Anteil ist dementsprechend für die reinen Muschelpaare überdurchschnittlich und für die reinen Schneckenpaare unterdurchschnittlich. Auch von den Paaren von Taxa mit signifikanter Rangkorrelation in mindestens einer Serie entfällt auf den Vergleich der Siedlungsdichten zweier Muschelarten mit 20% ein erheblich größerer Anteil als an der Gesamtzahl der Paare von Taxa, nämlich 9,1%. (Die entsprechenden Zahlen für reine *Pisidium*-Paarungen lauten 17 und 2,4%). Der Anteil des Vergleichs zweier Schneckenarten an den Paaren von Taxa mit signifikanter Rangkorrelation in mindestens einer Serie ist mit 1% wiederum erheblich kleiner als an der gesamten Anzahl der Paare von Taxa (5,2%). Folglich liegt der Anteil der Paare von Taxa

Zugehörigkeit des ersten/zweiten Taxons zur Gruppe der ...	a	a von Σa	b	b von Σb	b von a	c	c von Σc	d	d von Σd	d von c
	M (13)/M	782	19,5	30	28	3,8	78	9,1	17	20
S (10)/S	141	3,5	2	2	1,4	45	5,2	1	1	2
A (10)/A	46	1,1	2	2	4,3	45	5,2	2	2	4
H (9)/H	169	4,2	8	7	4,7	36	4,2	3	4	8
M/S	734	18,3	8	7	1,1	130	15,1	8	10	6
M/A	436	10,9	6	6	1,4	130	15,1	6	7	5
M/H	915	22,8	19	17	2,1	117	13,6	17	20	15
S/A	188	4,7	8	7	4,3	100	11,6	6	7	6
S/H	355	8,8	10	9	2,8	90	10,5	9	11	10
A/H	252	6,3	16	15	6,3	90	10,5	14	17	16
insgesamt bzw. Σ	4018	100	109	100	2,7	861	100	83	100	9,6

Tabelle 19. Rangkorrelation der Siedlungsdichten jeweils zweier Taxa innerhalb der Serien; a = Anzahl der berechneten Koeffizienten, b = Anzahl der hochsignifikanten Koeffizienten ( $\alpha = 0,1\%$ ), c = Gesamtzahl der Paare von Taxa, d = Anzahl der Paare von Taxa mit hochsignifikanter Rangkorrelation in mindestens einer Serie; M = Muscheln, S = Schnecken, A = Nichtmolluskenarten, H = höhere Taxa von Nichtmollusken; in Klammern: Anzahl der Taxa je Gruppe; insgesamt 42 unterschiedene Taxa (incl. *Anodonta* indet.); relative Zahlen in Prozent.

	Zugehörigkeit des ersten/zweiten Taxons zur Gruppe der ...										insgesamt
	M/M	S/S	A/A	H/H	M/S	M/A	M/H	S/A	S/H	A/H	
Haltungen 1 bis 3	3,1	-	5,3	4,8	3,2	2,6	2,2	15,0	5,7	7,5	3,8
Haltungen 4 bis 7	4,0	1,5	3,7	4,7	0,9	0,9	2,0	3,0	2,5	5,8	2,5
Fahrwasserbereiche	3,3	-	-	2,4	1,7	1,9	3,4	2,6	4,7	6,5	3,1
Schleusenbereiche	3,3	-	-	2,9	0,9	1,2	2,3	3,5	1,7	7,4	2,2
Wendehäfen	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	1
Liegehäfen	8,2	5,0	12,5	-	-	1,8	-	5,9	-	-	2,6
Häfen ohne Umschlag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" ohne Chemiegüter-U.	4,6	7,7	-	23,5	-	-	4,9	16,7	11,1	15,0	5,8
" mit Chemiegüter-U.	3,7	-	100	-	3,4	1,9	-	-	-	4,2	2,1
A0	6,6	-	-	3,0	0,9	1,2	2,5	-	-	5,5	2,6
A1	2,6	-	-	-	-	-	3,8	-	-	9,1	1,8
A2	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	10
B0	7,0	-	14,3	7,7	-	4,1	1,1	8,0	-	3,8	3,3
B1	-	-	-	9,1	-	3,0	1,4	-	4,2	-	1,3
B2	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	2
A+B0	2,6	5,7	-	7,7	-	-	2,5	6,1	4,7	6,5	2,4
A+B1	5,7	-	-	4,0	1,8	1,3	1,2	2,2	3,8	10,3	3,0
A+B2	-	-	-	17	25	4,8	6,3	50	67	25	11
ohne Zuordnung	1,7	-	9,1	-	3,4	-	1,1	3,6	-	2,4	1,6

Tabelle 20. Prozentuale Anteile der hochsignifikanten an den berechneten Rangkorrelationskoeffizienten in Abhängigkeit vom Ausbaustand zur Europawasserstraße, vom Nutzungstyp und von der Substratkombination; U. = Umschlag; weitere Erläuterungen siehe Tab. 15 und 19.

mit signifikanter Rangkorrelation an der Gesamtzahl der Paare von Taxa für die reinen Muschelpaare weit über und für die reinen Schneckenpaare weit unter dem Durchschnitt sämtlicher Paarvergleiche. Bei den Muschelpaaren kommt es demnach relativ häufig, bei den Schneckenpaaren dagegen relativ selten vor, daß die Verteilungen der erfaßten Individuen über die zehn Proben innerhalb jeweils einer Serie nahezu identisch sind.

Tab. 20 stellt dar, wie der Anteil der (hoch)signifikanten (Irrtumswahrscheinlichkeit höchstens 0,1%) an den insgesamt berechneten Rangkorrelationskoeffizienten nach Ausbaustand, Nutzungstyp und Substratkombination der Probeflächen variiert. Danach kommen in den zur Europawasserstraße ausgebauten Haltungen relativ häufiger signifikante Koeffizienten vor als in den nicht ausgebauten. Des weiteren sind die Anteile der signifikanten Koeffizienten überdurchschnittlich in Umschlaghäfen ohne Chemiegüter und in Fahrwasserbereichen sowie besonders niedrig in Wendehäfen. Ein extrem hoher Anteil kann bei Ölverschmutzung, ein besonders niedriger bei Faulschlamm erreicht werden. Auf Probeflächen ohne organische Belastung liegen die Anteile der signifikanten Koeffizienten in der Nähe des Durchschnitts sämtlicher Flächen. In diesem Ergebnis deutet sich an, daß der Fall identischer Verteilungen der erfaßten Individuen über die Proben innerhalb der Serien möglicherweise weniger bei günstigen – d. h. einer hohen Siedlungsdichte förderlichen – als bei ungünstigen Einflußfaktoren auftritt. – Prinzipiell existieren im konkreten Fall zwei Möglichkeiten, die zu einem signifikanten Rangkorrelationskoeffizienten führen können: Entweder ist nur eine einzige Probe innerhalb der Serie von jedem der beiden Paarungspartner besetzt (die beiden Stetigkeiten damit 10%; Typ 1), oder die Stetigkeiten beider Partner sind weit höher (Typ 2). In den drei zur Europawasserstraße ausgebauten Haltungen überwiegen Fälle des Typs 1 (28 von 29); im übrigen Teil des Kanals besteht ein ziemlich ausgeglichenes Verhältnis (46 von 80). 11 Fälle vom Typ 1 betreffen allein die Serie 7: Hier handelt es sich um im Kanal häufige und verbreitete Taxa. Auf die Serie 71 konzentrieren sich 9 Fälle vom Typ 1: An ihnen sind selten vorkommende Taxa beteiligt. Die Serie 68 stellt 12 signifikante Koeffizienten; davon gehören 2 zum Typ 2. Andererseits gibt es aber auch eine Reihe von Serien mit nur jeweils einem signifikanten Koeffizienten.

## 5. Diskussion

Unsere Funde ergänzen das Verbreitungsbild der beiden Krebse *Atyaephyra desmaresti* (vgl. RÜSCHE 1938, STEFFEN 1939, zitiert aus RÜSCHE 1941, sowie KLEIN & KOTHÉ 1968) und *Corophium curvispinum* (vgl. HERHAUS 1978), und unsere Schalennachweise von *Menetus dilatatus* (vgl. auch MOUTHON 1986) haben bereits Berücksichtigung in GLÖER et al. (1985) erfahren: Die Art wird dort als in künstlich erwärmten Gewässern vorkommend bezeichnet. HEUSS (1966) und TOBIAS (1972) diskutieren Gleiches für *Branchiura sowerbyi*. Inwieweit der bedeutendste Kühlwasserrücklauf, nämlich der des Steag-Kraftwerks bei Kanal-km 32,3, den RHK aufheizt, wäre eine spezielle Untersuchung wert. Fest steht auf jeden Fall, daß durch den Schleusen- und Pumpbetrieb sich das Kühlwasser sowohl bergauf als auch -ab ausbreiten kann.

Es fällt auf, daß *Sphaerium rivicola*, in den 60er und frühen 70er Jahren immer wieder durch Dredgen lebend erbeutet (HINZ 1968, 1973), von uns 1980 im ganzen RHK und danach bei Dredgefängen im südlichen Toten Arm lebend nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Vielleicht hat sich in der letzten Zeit im südlichen Toten Arm zu viel Schlamm angesammelt. Demgegenüber gehört *Pisidium tenuilineatum* zum Standardbesatz des RHKs, und der Mangel an Lebendnachweisen dieser Art in den benachbarten kanalreichen Niederlanden (KUIPER 1986) ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß bisher ausschließlich oder überwiegend nur vom Gewässerrand aus gesammelt worden ist. – *Mytilopsis leucophaeta* (= *Congeria cochleata*; MARELLI & GRAY 1983, 1985, vgl. auch MOOLENBEEK 1983) gehört nicht zur eingebürgerten Fauna des RHKs (vgl. RÜSCHE 1954, S. 403; HERHAUS 1977). – Im Vergleich zur Mollusken-Artenliste von BERNDT & NEUMANN (1985) für den Niederrhein bei Rees und drei mit ihm in Verbindung stehende Baggerseen ist der RHK artenreicher und damit ein besonders wertvolles Artenreservoir; andererseits fehlt ihm *Ancylus*.

Das Vorkommen von *Valvata pulchella* im Dortmund-Ems-Kanal bezweifeln wir: HARTMANN (1949, S. 28; 1953, S. 76) hat offensichtlich die Jungtiere von *V. piscinalis* nicht erkannt; diese Verwechslung wird, wie unsere Erfahrung lehrt, beim Bestimmen häufig gemacht (ähnlich wie Jungtiere von *Physella acuta* oft als *P. fontinalis* determiniert werden). Für unsere Vermutung spricht außerdem, daß ANT (1956), der u. a. den Lippe-Seitenkanal bei Hamm untersucht hat, *V. pulchella* von dort nicht angibt. Die Kopfspalte der Tabellen in der RHK-Arbeit von KNÖPP (1954) zählt zwar auch *Valvata pulchella* auf; andererseits sind aber dort konkrete Nachweise nicht eingetragen.

Der Vergleich (ohne Berücksichtigung von *Dreissena*) der von HINZ (1973) mitgeteilten Siedlungsdichten im südlichen Toten Arm mit dem Ergebnis unserer Serie 86 (Abb. 4) zeigt einen viel geringeren Fang bei *Pisidium amnicum* und *P. nitidum*; *Lithoglyphus naticoides* fehlt in der Ausbeute von 1980, obwohl er weiterhin an dieser Stelle lebt, wie Dredgefänge aus den Jahren 1981, 1984 und 1986 zeigen. Mit sehr geringen Dichten traten beide Male *Bithynia tentaculata* und *Radix peregra* auf, 1972 darüber hinaus aber noch weitere fünf Molluskenarten. Das kann an den unterschiedlichen Stichprobenumfängen liegen, verbunden mit einer 1972 viel ausgedehnteren und bis dicht an die Ufer-Gesteinspackung heranreichenden Untersuchungsfläche. Andererseits sollten im Winter insgesamt niedrigere Dichten als zu Herbstanfang erwartet werden. Zwecks Vergleichbarkeit solcher zu unterschiedlicher Jahreszeit gewonnenen Daten wäre eine Arbeit zur Populationsdynamik an ausgewählten Stellen der oberen Haltungen dringend wünschenswert.

KRAUSE (1949) gibt für den Kühkopf-Alt Rheinbereich im nördlichen Oberrheingebiet eine maximale Siedlungsdichte von ca. 3300 *Lithoglyphus*-Exemplaren pro m<sup>2</sup> bei inselartiger Verbreitung, auf Schlamm etwa 1300 und auf Feinsand ungefähr 250 an. Unser Stichprobenmaximum von 61 Tieren/2250 cm<sup>2</sup> in Serie 71 stimmt größenordnungsmäßig mit dem letztgenannten Wert von KRAUSE überein, doch erscheinen Punktschätzungsvergleiche wenig sinnvoll: Im Fall der Serie 71 ergibt der 95%-Vertrauensbereich für  $\bar{x}$  ein Intervall von 1 bis 11 Tieren/225 cm<sup>2</sup> (umgerechnet ca. 44 bis 489 pro m<sup>2</sup>), und man könnte nach geeigneter Transformation der  $x_i$ -Werte über die z-Verteilung eine noch etwas schärfere Aussage treffen. Insgesamt jedoch zeigt dieses Beispiel sehr treffend, wie unscharf Abundanzbestimmungen selbst bei hohem Arbeitsaufwand – hier 10 Proben pro Serie – ausfallen, wenn ein nichtäquivalenter Dispersionstyp – hier kumulär – vorliegt. Im übrigen fehlt bei KRAUSE (1949) neben der Erwähnung der Jahreszeit die Angabe der Methode, insbesondere der Anzahl und der Flächengröße seiner Proben (etwa nur Einzelproben?). Denn für die Umrechnung

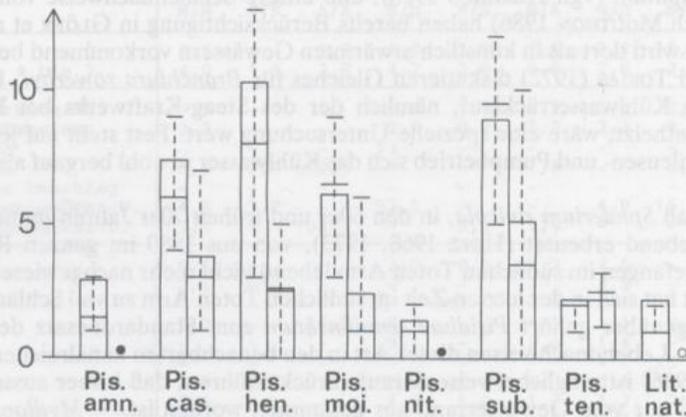


Abbildung 4. Vergleich der im südlichen Toten Arm (Stelle 86) am 21. 1. 1972 (jeweils links;  $n = 48$ ) und am 25. 9. 1980 (rechts;  $n = 10$ ) ermittelten Siedlungsdichten der Molluskenarten mit mindestens einem  $\bar{x}$ -Wert  $\geq 0,3$ : *Pisidium amnicum*, *casertanum*, *henslowanum*, *moitessierianum*, *nitidum*, *subtruncatum*, *tenuilineatum* und *Lithoglyphus naticoides*; weitere Erläuterungen siehe Abb. 2; in beiden mit \* bezeichneten Fällen ist  $\bar{x} = 0,1$ .

punktgeschätzter Siedlungsdichten auf Werte „pro m<sup>2</sup>“ besteht bei nichtäqualer Dispersion eine weitere große Fehlerwahrscheinlichkeit.

Der folgende Vergleich mit den ebenfalls nur punktgeschätzten und umgerechneten Abundanzangaben zur Kleinmuschelfauna in zwei kalkreichen Seen des Alpenordrands, dem Lunzer Untersee in Niederösterreich (HADL 1972) und dem Zürichsee (WALTER & KUIPER 1978), ist dementsprechend auch nur unter Vorbehalt möglich. Gemessen an diesen beiden Gewässern (Durchschnittswerte aus verschiedenen Jahreszeiten: bis ca. 1000 Kleinmuscheln pro m<sup>2</sup>, im Lunzer Untersee niedriger) erreichen die Sphaeriiden in den günstigsten Abschnitten des RHKs zumindest das gleiche Siedlungsdichteniveau, nämlich an folgenden Stellen (95%-Vertrauensbereiche, umgerechnet pro m<sup>2</sup>): 71 (2100 ≤ μ ≤ 3800), 67 (2100 ≤ μ ≤ 3500) und 76 (2300 ≤ μ ≤ 3300). (Die Serie 71 kann daher neben ihrer Funktion als Bezugsbasis für den Artenfehlbetrag nach KOTHÉ auch als Standard für die Kleinmuscheldichte dienen.)

Zur Untersuchung der Beziehungen zwischen den Siedlungsdichten und deren Einflußfaktoren sowie zwischen den Abundanzen verschiedener Taxa sind auch andere statistische Methoden denkbar. WALTER & KUIPER (1978) maßen sowohl den Zusammenhang zwischen Spezies und Einflußfaktoren („Umweltfaktoren“) als auch den Zusammenhang zwischen jeweils zwei Arten mit PEARSON-Korrelationskoeffizienten. Dies war möglich, weil dort alle Variablen – außer den Siedlungsdichten auch die Umweltfaktoren – quantitativ waren. In der vorliegenden Arbeit sind dagegen nur die Siedlungsdichten (abhängige Variablen) quantitativ, während die Einflußfaktoren (unabhängige Variablen) qualitativ sind. Als dieser Situation angemessenes Modell bot sich daher die Varianzanalyse an. Da die Maßkorrelationskoeffizienten nur bei Normalverteilung der Variablen auf Signifikanz geprüft werden können, nahmen WALTER & KUIPER normalisierende Transformationen vor, d. h. sie rechneten die offenbar nicht normalverteilten Ursprungswerte der Variablen in normalverteilte Werte um. Eine solche formale Normalisierung sollte nur dann durchgeführt werden, wenn begründet angenommen werden kann, daß in Wirklichkeit die Normalverteilung vorliegt, jedoch wegen der unzureichenden Gliederung der Daten oder wegen der Wirkung einer nicht gemessenen Variablen nicht erkennbar ist. Wenn tatsächlich keine – auch keine verborgene – Normalität gegeben ist, kann der an die Normalverteilung gebundene Test der Maßkorrelationskoeffizienten zu Fehlschlüssen führen (LIENERT 1973, S. 107). In der vorliegenden Arbeit wurde daher zur Messung des Zusammenhangs zwischen den Siedlungsdichten verschiedener Taxa aufgrund der festgestellten fehlenden Normalität mit der Berechnung von Rangkorrelationskoeffizienten die in dieser Situation naheliegendste Lösung gewählt. Damit werden auch Interpretationsschwierigkeiten vermieden, die sich ergeben würden, wenn sich die Signifikanzaussagen statt auf die eigentlichen Variablenwerte auf die normal-transformierten Werte bezögen.

Das Fehlen signifikanter negativer Korrelationen zwischen den Siedlungsdichten von Kleinmuscheln haben schon WALTER & KUIPER (1978) für den Zürichsee festgestellt und damit Interaktionen, die, wie z. B. Konkurrenz, Arten beeinträchtigen, ausgeschlossen. Unsere Fälle hochsignifikanter positiver Korrelationen und die jeweiligen Anteile an der Gesamtzahl der berechneten Koeffizienten lassen sich bei unserem augenblicklichen Kenntnisstand nur ungenügend interpretieren. Zum einen fehlen Vergleichswerte aus anderen Gewässern, zum anderen besteht offensichtlich eine Beziehung zum Dispersionstyp: Jedemfalls müßten Unterschiede zwischen den Probenstellen einer Serie, etwa hinsichtlich des Ausbildungsgrades eines Substratmosaiks, erfaßt werden. Möglicherweise deckt die Berechnung von Korrelationskoeffizienten den Einfluß von Faktorengradienten auf, z. B. bei systematischer Probenentnahme im Längsschnitt eines Fließgewässers, oder aber auch Fehler bei der Probenentnahme.

KNÖPP (1954) hat bei seiner Untersuchung des RHKs andere Methoden angewandt als wir und überwiegend nicht mit unseren identische Probestellen gewählt. Deshalb ist ein Vergleich mit seinen Schlußfolgerungen nur unter Vorbehalt möglich. Er beschreibt den Status des RHKs von 1953 als kontinuierliche Abnahme der Lebensqualität von km 0 bei Duisburg-Ruhrort bis in die Haltung 4, deren Zustand er als katastrophal bezeichnet; ab Haltung 5 verbessern sich die Bedingungen wieder schlagartig, so daß die Haltungen 5 bis 7 von ihm als die besten des Kanals eingestuft werden. Unsere Untersuchung von 1980 führt ebenfalls

zu dem Schluß, daß die Haltungen 5 und 6 die besten Existenzgrundlagen für die Benthofauna aufweisen. Die Haltung 7 stellt sich uns nicht so gut dar, wie sie KNÖPP schildert, während wir zumindest im östlichen Abschnitt der Haltung 4 ab Stadthafen Gelsenkirchen eindeutig bessere Verhältnisse gefunden haben als die 1953 ermittelten (vgl. Abb. 2): Gegenüber der Untersuchung von KNÖPP erbeuteten wir in nahezu allen Proben dieser Haltung Chironomidenlarven; häufig traten *Valvata piscinalis* und *Bithynia tentaculata* auf und manchmal auch *Lithoglyphus* und *Potamopyrgus*. Gegen Ende der Haltung 4 fanden wir auch *Asellus* und *Herpobdella* sowie die Larven von Trichopteren und Ephemeropteren. Die Haltungen 1 bis 3 waren 1980 deutlich schlechter als der übrige Kanal; wie KNÖPP sehen auch wir einen Grund hierfür in der starken Belastung der Haltung 3 sowie des westlichen Abschnitts der Haltung 4 durch die Häfen in den Stadtgebieten von Essen und Gelsenkirchen, in denen Öl, Teer, Kohle und ähnliche Stoffe umgeschlagen werden. Von Bedeutung dürften auch die Arbeiten im Zuge des Ausbaus des Kanals sein. Zwar schließen wir uns der von KNÖPP geäußerten Ansicht an, daß die Neubesiedlung geeigneter Stellen – vor allem durch die Larven flugfähiger Insekten – relativ schnell vonstatten gehen sollte, doch bleibt zu berücksichtigen, daß ein Teil der Arbeiten unmittelbar vor bzw. während unserer Untersuchung durchgeführt worden ist. Wahrscheinlich deshalb sind Stellen im Fahrwasser der Haltung 2, die KNÖPP als gut besiedelt beschreibt, zum Zeitpunkt unserer Untersuchung steril gewesen.

Die schlechten Lebensbedingungen für die Benthofauna, die KNÖPP (1954) in den durch Öl-, Teer- und Chemikalienumschlag belasteten Häfen festgestellt hat, werden durch unsere Untersuchung bestätigt. Einzelne Tiere, die wir gegenüber 1953 nachgewiesen haben, können auf die größere Zahl der Bodengreiferproben zurückgeführt werden. Die starke Belastung durch Einleitung von öl- und benzinhaltigen Brauch- und Kühlwässern konnte von uns nicht in dem katastrophalen Ausmaß gefunden werden, wie KNÖPP es beschreibt. Dies ist möglicherweise auf seit den 50er Jahren verschärfte Vorschriften zurückzuführen. Allerdings haben wir die Proben nicht unmittelbar im Einlaufbereich, sondern in einem ca. 100 bis 200 m durchmessenden Umfeld genommen. – Der Gelsenberg-Hafen bei km 22,7 wird von KNÖPP (1954) als fast steril (nur Tubificiden) beschrieben, während unser Fang (Serie 41) *Pisidium amnicum*, *P. casertanum*, *P. subtruncatum*, Oligochäten und Chironomidenlarven enthält. Destillationsrückstände der Erdölindustrie, wie KNÖPP sie für km 23,6 erwähnt, sind von uns nicht ausgemacht worden. Auch hier war die Besiedlung zwar schlecht; es wurden jedoch *Pisidium casertanum*, *P. henslowanum*, Oligochäten und Chironomidenlarven in geringer Zahl gefangen (Serie 44; vgl. Abb. 2). – An den beiden folgenden Kanalsohlen-Stellen, 1953 nach KNÖPP (1954) steril, existierte 1980 ein Tierbesatz: im Wendehafen (von uns als Hafen ohne Chemiegüterumschlag eingestuft) bei km 6,9 (Serie 12) *Pisidium henslowanum*, *P. moitessierianum*, *P. subtruncatum*, Oligochäten incl. *Branchiura* und Chironomidenlarven, im Wendehafen Harpen bei km 33,9 (Serie 67) *Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus*, 7 *Pisidium*-Arten, *Gammarus*, Oligochäten incl. *Branchiura* sowie die Larven von Ephemeropteren, Coleopteren und Chironomiden.

Die Beurteilung des RHKs zwischen Gelsenkirchen und Henrichenburg durch KLEIN & KOTHÉ (1968) deckt sich im wesentlichen mit der unsrigen. Sie bezeichnen die von ihnen untersuchte Teilstrecke des Kanals als organisch wenig belastet und nur geringfügig bis mäßig verschmutzt. Da sie den Uferbereich, d. h. überwiegend Schüttsteinböschungen, abgesammelt haben, fehlen bei ihnen z. B. Tubificiden, die sowohl von KNÖPP (1954) als auch von uns als Bewohner der Kanalsohle festgestellt worden sind. Vielleicht ist daher die Schlußfolgerung von KLEIN & KOTHÉ, die genannte Teilstrecke insgesamt der Gewässergüte I bis II zuzuordnen, zu optimistisch.

## Danksagung

D. BEHMENBURG und B. PÖRSCH beteiligten sich im Rahmen von Examensarbeiten der Universität – Gesamthochschule – Duisburg an der Untersuchung und überließen uns ihre Ergebnisse. B. GRASSES und R. PETERS halfen bei der Probenentnahme. H. F. HERHAUS, Münster, bestimmte die Krebse und Doz. Dr. C. MEIER-BROOK, Tübingen, die *Menetus*-Tiere. Dr. H. SCHÜTT, Düsseldorf, kontrollierte einige Schneckenproben. Dr. W. SCHILLER, Landesamt f. Wasser u. Abfall, Düsseldorf, und H. SCHAPP, Wasser- u. Schiffsamt Duisburg-Meiderich, gaben uns mündliche Auskünfte und Informationsmaterial. Die letztgenannte Behörde erteilte uns die Erlaubnis zum Befahren des Kanals. Allen Genannten danken wir herzlich.

## Literatur

- ANT, H. (1956): Die Schnecken und Muscheln der Umgebung von Hamm. – *Natur u. Heimat* **16**, 88–98.
- (1967): Dr. Ulrich STEUSLOFFS Studien über rezente und fossile Pisidien des Rhein-Ruhr-Emscher-Lippe-Gebietes. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* **3**, 179–184.
- BERNDT, J., & NEUMANN, D. (1985): Baggerseen mit Verbindung zu Fließgewässern – Ergebnisse einer ökologischen Studie am Niederrhein. – *Natur u. Landschaft* **60**, 3–8.
- BEUS, G. B., & JENSEN, D. R. (1967): Upper percentage points of the BONFERRONI Chi-square statistics. Appendix D, in: KRAMER, C. Y. (1972), *A first course in methods of multivariate analysis*. – Blacksburg (Virginia Polytechn. Inst. State Univ.), 326–351.
- BRACHT, G. (1980): Das Verbreitungsbild von *Orchestia cavimana* HELLER, 1865 (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in Nordwestdeutschland. – *Gewässer u. Abwässer* **66/67**, 119–129.
- CONRATH, W., FALKENHAGE, B., & KINZELBACH, R. (1977): Übersicht über das Makrozoobenthon des Rheins im Jahre 1976. – *Gewässer u. Abwässer* **62/63**, 63–84.
- FRIEDMAN, M. (1937): The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. – *J. Amer. Statist. Assoc.* **32**, 675–701.
- GLASER, W. R. (1978): *Varianzanalyse*. – Stuttgart (G. Fischer), 341 S.
- GLASSER, G. J., & WINTER, R. F. (1961): Critical values of rank correlation for testing the hypothesis of independence. – *Biometrika* **48**, 444–448.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, C., & OSTERMANN, O. (1985): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. 5. Aufl. – Hamburg (DJN), 81 S.
- HADL, G. (1972): Zur Ökologie und Biologie der Pisidien (Bivalvia: Sphaeriidae) im Lunzer Untersee. – *Sber. Österr. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl., Abt. 1*, **180**, 317–338.
- HARTMANN, E. (1949): Die Wasserschneckenfauna Münsters und seiner nächsten Umgebung. – *Natur u. Heimat* **9**, 22–31.
- (1953): Beitrag zur Molluskenfauna des Dortmund-Ems-Kanals. – *Natur u. Heimat* **13**, 73–77.
- HERHAUS, K. F. (1977): Neue Fundorte von *Congeria cochleata* (NYST 1835) (Bivalvia, Eulamellibranchiata, Dreissenidae) in Nordwestdeutschland. – *Gewässer u. Abwässer* **62/63**, 127–131.
- (1978): Der erste Nachweis von *Corophium curvispinum* SARS, 1895 (Crustacea, Amphipoda, Corophiidae) im Dortmund-Ems-Kanal. – *Natur u. Heimat* **38**, 99–102.
- HEUSS, K. (1966): Zum Vorkommen von *Branchiura sowerbyi* BEDDARD (1892) in der Erft. – *Gewässer u. Abwässer* **43**, 87–89.
- HINZ, W. (1968): Die Süßwasser-Molluskenfauna von Castrop-Rauxel. – *Gewässer u. Abwässer* **46**, 12–19.
- (1973): Zur Molluskenbesiedlung der Schlammsohle im Toten Arm des Rhein-Herne-Kanals in Castrop-Rauxel. – *Natur u. Heimat* **33**, 20–26.
- KLEIN, K., & KOTHÉ, P. (1968): Bericht über den chemisch-biologischen Zustand des Dortmund-Ems-Kanals (Abschnitt Dortmund-Datteln), des Rhein-Herne-Kanals (Abschnitt Henrichenburg-Gelsenkirchen), des Datteln-Hamm-Kanals und des Wesel-Datteln-Kanals (Sommerbereisung vom 12. – 14. Juli 1967). – Bundesanst. Gewässerkde. Koblenz, 25 S. u. 9 Anl.
- KNÖPP, H. (1954): Hydrobiologische Untersuchungen am Rhein-Herne-Kanal. – Mitt. Bundesanst. Gewässerkde. Koblenz **49**, 20 S. u. 7 Tab.
- KOTHÉ, P. (1962): Der „Artenfehlbetrag“, ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen. – *Dt. Gewässerk. Mitt.* **6**, 60–65.
- KRAUSE, H. (1949): Untersuchungen zur Anatomie und Ökologie von *Lithoglyphus naticoides* (C. PFEIFFER). – *Arch. Moll.* **78**, 103–148.
- KUIPER, J. G. J. (1986): De verspreiding der Sphaeriidae in Nederland. – *Basteria* **50**, 155–176.
- LANDESANSTALT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1974 bis 1979): Untersuchung der westdeutschen Kanäle vom: 4.–8. 3., 29. 7.–1. 8. u. 23.–25. 10. 1974, 24.–26. 2., 23.–26. 6. u. 1.–2. 10. 1975, 26.–28. 1., 21.–24. 6., 13.–16. 9. u. 29. 11.–2. 12. 1976, 1.–3. 3., 27.–28. 6., 26.–30. 9. u. 5.–8. 12. 1977, 27. 2.–2. 3., 26.–29. 6. u. 6.–8. 11. 1978, 5.–9. 3., 17.–21. 9. u. 10.–14. 12. 1979. – Düsseldorf, insges. 80 S. (unveröff.).

- (1980): Untersuchung der westdeutschen Kanäle vom: 29. 7.–1. 8. 1980. – Düsseldorf, 4 S. (unveröff.).
- LWA (LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN) (1985): Gewässergütebericht '84. – Düsseldorf, 77 S. u. 1 Karte.
- LIENERT, G. A. (1973): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, 1, 2. Aufl. – Meisenheim am Glan (A. Hain), 736 S.
- MARELLI, D. C., & GRAY, S. (1983): Conchological Redescriptions of *Mytilopsis sallei* and *Mytilopsis leucophaeta* of the Brackish Western Atlantic (Bivalvia: Dreissenidae). – *Veliger* 25, 185–193.
- (1985): Comments on the status of Recent members of the genus *Mytilopsis* (Bivalvia: Dreissenidae). – *Malacol. Rev.* 18, 117–122.
- MOOLENBEEK, R. G. (1983): Wederom een naamsverandering: *Congeria cochleata* wordt *Mytilopsis leucophaeta*. – *CB Ned. Mal. Ver.* 213, 1394.
- MOUTHON, J. (1986): *Emmericia patula* (Gasteropoda, Emmericiidae) et *Menetus dilatatus* (Gasteropoda, Planorbidae), deux espèces nouvelles pour la faune de France. – *Basteria* 50, 181–188.
- RÜSCHE, E. (1938): *Atyaephyra desmaresti* (MILLET) im Hafen von Duisburg-Ruhrort. – *Zool. Anz.* 122, 166–171.
- (1940): Physiographische Untersuchungen im Hafen von Duisburg-Ruhrort. – *Arch. Hydrobiol.* 37, 1–72.
- (1941): Buchbesprechung über: STEFFEN G. F., Untersuchungen über Morphologie, Lebensweise und Verbreitung von *Atyaephyra desmaresti* MILLET (Dekapoda, Natantia, Atyidae). Inaug.-Diss., Berlin, 1939. – *Natur am Niederrhein* 17, 56–57.
- (1954): Die makroskopische Lebewelt an den Ufern des Rheinhafens von Duisburg-Ruhrort. – *Arch. Hydrobiol.* 49, 386–413.
- SAS INSTITUTE INC. (1985a): SAS User's Guide: Basics, Version 5 Edition. – Cary (North Carolina), 1290 S.
- (1985b): SAS User's Guide: Statistics, Version 5 Edition. – Cary (North Carolina), 956 S.
- SHAPIRO, S. S., & WILK, M. B. (1965): An analysis of variance test for normality (complete samples). – *Biometrika* 52, 591–611.
- STEUSLOFF, U. (1933): Grundzüge der Molluskenfauna diluvialer Ablagerungen im Ruhr-Emscher-Lippe-Gebiete. – *Arch. Moll.* 65, 25–40, 41–49, 97–120, 145–193, 233–244.
- (1934): Die Rotalgen *Bangia* und *Thorea* im Rhein-Herne-Kanale. – *Natur am Niederrhein* 10, 9–18.
- (1935): Tiere und Pflanzen im Rhein-Herne-Kanale, dem einzigen Reinwasser des zentralen Industriegebietes. – *Natur u. Heimat* 2, 47–50.
- (1938): B. Beiträge zur Ökologie nordwestdeutscher Spongilliden. – *Arch. Hydrobiol.* 33, 309–338.
- (1945): Die Besiedlung neuer Gewässer Nordwest-Deutschlands mit Wasserphanerogamen. – *Arch. Hydrobiol.* 41, 205–224.
- STRÄHLER, W. (1974): Der Rhein-Herne-Kanal und der Strukturwandel der letzten Jahre. – *Binnenschiffahrts-Nachrichten* 29, 472–474.
- TOBIAS, W. (1972): Ist der Schlammröhrenwurm *Branchiura sowerbyi* BEDDARD 1892 (Oligochaeta: Tubificidae) ein tropischer Einwanderer im Untermain? – *Natur u. Museum* 102, 93–107.
- WALTER, J. E., & KUIPER, J. G. J. (1978): Über Verbreitung und Ökologie von Sphaeriiden im Zürichsee (Mollusca: Eulamellibranchiata). – *Schweiz. Z. Hydrol.* 40, 61–86.
- WASSER- U. SCHIFFFAHRTSAMT DUISBURG-MEIDERICH (1980): Der Rhein-Herne-Kanal. – Duisburg, 12 S. u. 14 Anl.
- WEHRT, K. (1984): Beschreibende Statistik. – Frankfurt (Campus), 258 S.
- ZANDER, H. (1970): Die Gründung des Wasserverbandes Westdeutsche Kanäle. – *gwf-wasser/abwasser* 111, 584–590.

Anschriften der Verfasser: Peter Harbers, Schillerstraße 64, D-4100 Duisburg 17; Prof. Dr. Werner Hinz, Universität – Gesamthochschule, FB 6/Zoologie, Lotharstraße 65, D-4100 Duisburg 1; Prof. Dr. Wolfgang Gerß, Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Mauerstraße 51, D-4000 Düsseldorf 1.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [141](#)

Autor(en)/Author(s): Harbers Peter, Hinz Werner, Gerß Wolfgang

Artikel/Article: [Fauna und Siedlungsdichten - insbesondere der Mollusken - auf der Sohle des Rhein-Herne-Kanals 241-270](#)