

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|---|
| ISSN 0077-6025 Natur und Mensch | Jahresmitteilung 1982 | Seite: 133-138 | Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e.V. Gewerbemuseumplatz 4 · 8500 Nürnberg 1 |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|---|

M. P. D. Meijering

Zum Lebensformtypus *Gammarus* und dessen Indikationswert für Fließgewässerschäden

Zusammenfassung

Die *Gammarus*-Arten hessischer Fließgewässer (*G. fossarum*, *G. pulex* und *G. roeseli*) wurden vorwiegend durch eine Verschlechterung der Atmungsbedingungen (Sauerstoffmangel) in Flüssen und Bachunterläufen, Versauerungen in Bachoberläufen) drastisch in ihrer Verbreitung reduziert. Auch unmittelbare Zerstörungen von *Gammarus*-Biotopen (Austrocknung von Bächen, Befestigung von Gewässerbetten) trugen zu diesen Ausfällen bei. Vorstehende Betrachtung von *Gammarus* als Lebensformtypus erläutert den Indikationswert von Gammariden für anthropogene Fließgewässerschäden verschiedener Art, deren Ausmaß am Beispiel des Vogelsberges und des Kaufunger Waldes verdeutlicht wird.

Der Zeigerwert von Lebensgemeinschaften zur Einschätzung des abiotischen Milieus von Ökosystemen wird generell hoch veranschlagt. Auch in der Limnologie nutzte man ihn zur Charakterisierung von Binnengewässern, nicht zuletzt auch zur Miterfassung anthropogener Milieuschiebungen, wie sie sich etwa durch die Einleitung von Abwässern in Seen, insbesondere aber auch in Fließgewässer ergaben (hierzu siehe u.a. LIEBMANN 1960).

Eine wesentliche Beeinträchtigung erfuhren biozönotische Milieubeurteilungen durch taxonomische Defizite, die Artbestimmungen erschwerten oder gar unmöglich machten. So blieb häufig nur, sich auf zusammenfassende Nennungen höherer systematischer Einheiten zu beschränken und damit auf Verträglichkeitsspektren gegenüber abiotischen Milieubedingungen zurückzuziehen, die über diejenigen einzelner Arten weit hinausgehen. Die Genauigkeit der Milieubeurteilung wurde damit zwangsläufig reduziert.

Eine Beschränkung der Indikationserwartung auf die Aussagekraft weniger, zumindest taxonomisch gut bearbeiteter Arten stieß immer wieder auf Skepsis, die sich wesentlich auf die Erfahrung gründete, daß Arten einerseits in ihrer ökologischen Verbreitung deutlichen Begrenzungen unterliegen und deshalb nicht überall als Indikatoren herangezogen werden können, andererseits aber autökologisch unzureichend bekannt sein können, was beides zu einer Verschleierung der zwischen einem belebten Kompartiment des Ökosystems und den ihn bedingenden abiotischen Systemfaktoren bestehenden Beziehungen führen muß.

Ein möglicher Ausweg aus diesem Dilemma eröffnet sich, wenn einwandfrei bestimmbare, autökologisch gut bekannte, in ihrer Lebensweise differenziert darstellbare, in den zur Rede stehenden Ökosystemen fest verankerte und zudem noch weit verbreitete Arten zur Indikation ökologischer Gegebenheiten herangezogen werden. Als solche bieten sich die Fließgewässerarten der Gattung *Gammarus* an, die nachstehend näher betrachtet werden sollen.

Abstract:

The different species of *Gammarus* (*G. fossarum*, *G. pulex*, and *G. roessli*) have been reduced in running waters of Hesse due to a deterioration of the respiratory conditions (decrease of oxygen and pH values). Also desiccation and regulations of river beds lead to the same feature. The following description of *Gammarus* as ecotype exhibits the value of gammarids as indicator for anthropogene destructions of running waters. The amount of these destructions is shown by examples from the Vogelsberg and the Kaufungen forest.

In Fließgewässern der Bundesrepublik Deutschland leben ursprünglich drei *Gammarus*-Arten, und zwar der Bachflohkrebs (*G. fossarum*), der Gemeine Flohkrebs (*G. pulex*) (Abb. 1) und der Flußflohkrebs (*G. roeseli*). Zwei weitere Arten sind in jüngerer Zeit eingewandert bzw. eingebürgert worden (siehe BREHM & MEIJERING 1982a), sollen hier jedoch nicht weiter berücksichtigt werden. Die taxonomische Stellung von *G. fossarum* und *G. pulex* war lange unklar. Seit etwa einem Jahrzehnt ist deutlich, daß es sich bei ihnen um zwei getrennte Arten handelt (MEIJERING 1972). Ihre Unterscheidung ist von essentieller Bedeutung, will man die Rolle von *Gammarus* als Indikator für Fließgewässerschäden in Zentraleuropa verstehen.

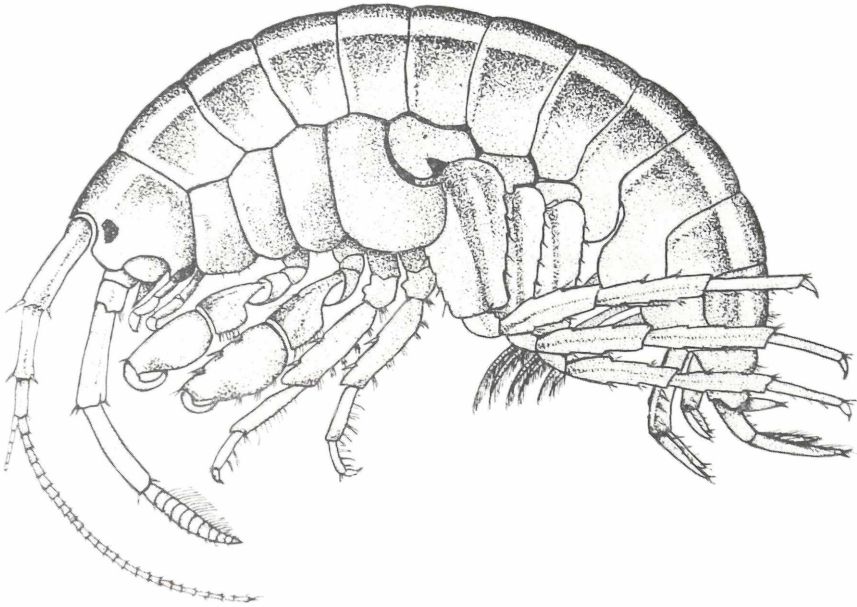


Abb. 1 Männchen von *Gammarus pulex* – aus: HOFFMANN 1963 – natürliche Größe bis etwa 1,8 cm.

Lebensformtypen können zunächst grob nach drei Gesichtspunkten unterschieden werden: dem Atmungsmodus, der Siedlungsweise und der Ernährungsweise (s. BREHM & MEIJERING 1982a). Nach ihrem Atmungsmodus sind Gammariden Wasseratmer: zeitlebens entnehmen sie dem Wasser den Sauerstoff. Angewiesen sind sie deshalb einmal auf eine kontinuierliche Wasserführung (perennierende Fließgewässer), zum anderen darauf, daß das Wasser ganzjährig ausreichend Sauerstoff enthält, d.h. mindestens 4 mg/l. Findet man demnach *Gammarus* in einem Fließgewässer, so kann daraus geschlossen werden, daß beide genannten Bedingungen erfüllt sind. In der ursprünglichen Waldlandschaft des zentraleuropäischen Hügel- und Mittelgebirgslandes waren diese Bedingungen in einem zusammenhängenden, weitverzweigten Netz von Gewässerläufen (Quellabläufe, Bäche, Flüsse) flächendeckend gegeben. Zwar kommen auch unter naturnahen Umständen Sauerstoffdefizite vor, wie etwa in Waldbächen zur Zeit des Laubfalls (s. BREHM & MEIJERING 1982a, Abb. 85), sie führen jedoch in Anbetracht der in Bächen relativ niedrigen Temperatur und dem damit verbundenen hohen Lösungsvermögen des Wassers für Sauerstoff nie zu für *Gammarus* kritischen Minimumwerten. Ähnliches gilt für naturnahe Flüsse. Nur Sumpfsquellen können permanent arm an Sauerstoff sein, was jedoch schon nicht mehr für ihre Abläufe gilt. Ökologische Verbreitungsgrenzen, die im Modus der Wasseratmung und den spezifischen O₂-Mindestansprüchen von *Gammarus* begründet wären, sind in quellengespeisten Bächen und in naturnahen Flüssen nicht zu erwarten.

Es gibt jedoch weitere physikalische und chemische Faktoren, die auf die Atmung einwirken und damit indirekt Einfluß auf die Überlebenschancen von Gammariden nehmen. Hierzu gehört die Temperatur, die nicht nur das Lösungsvermögen des Wassers für Sauerstoff bestimmt, sondern auch dessen Aufnehmbarkeit für wasseratmende Tiere. So nimmt der O_2 -Konsum von *G. fossarum* mit steigender Temperatur bis 15°C (sommerliche Bachtemperatur) zu, stagniert dann und nimmt wieder ab, wenn 20°C überschritten werden. Dagegen steigt der O_2 -Konsum von *G. pulex* noch bis 25°C (sommerliche Höchsttemperatur in Flüssen) und nimmt erst darüber ab. Dieser spezifische Unterschied wurde für die Mortalität beider Arten bestätigt; die letalen Temperaturen für *G. fossarum* und *G. pulex* unterscheiden sich um etwa 1,5°C und liegen um 25,5 bzw. 27°C (ROUX 1971). Folglich könnte *G. fossarum* in Flüssen gelegentlich in Schwierigkeiten geraten, *G. pulex* dagegen nicht. Entsprechend liegt der Verbreitungsschwerpunkt von *G. fossarum* in Bächen, von *G. pulex* in Bächen und Flüssen. Noch etwas besser ist die Resistenz von *G. roeseli* gegenüber O_2 -Schwund (SCHOLZ & MEIJERING 1975), der Flüsse besiedelt.

Auch die Strömung nimmt Einfluß auf die Respiration von wasseratmenden Fließgewässertieren (AMBÜHL 1959), besonders bei solchen, die nur in lotischen Lebensräumen vorkommen. Für *G. fossarum* wurde das von FRANKE (1977) bestätigt. Besonders Bäche sind reich an Strömungen, aber auch Flüsse, sofern sie jedenfalls nicht zu Seen aufgestaut sind. Die Wasserbewegung wirkt sich als Atmungserleichterung aus, was besonders zu Zeiten erhöhter Sommertemperatur oder des herbstlichen Laubfalls für die Respiration von *Gammarus* von Bedeutung ist. Atmungsbehinderungen können von erhöhten Wasserstoffionenkonzentrationen (niedrigen pH-Werten) ausgehen. In Waldlandschaften Zentraleuropas, die ursprünglich reine Laubwald-Gesellschaften trugen, dürften pH-Wert-Erniedrigungen in Bächen die für Gammariden kritische Grenze von pH 5,1 (*G. pulex*) kaum unterschritten haben. Bei weiter sinkendem pH-Wert nimmt die Sterblichkeit rasch zu, und zwar bei *G. fossarum* bezeichnenderweise wiederum stärker als bei *G. pulex*, wie sich in Laborversuchen mit angesäuerten Medien nachweisen ließ (BREHM & MEIJERING 1982b).

Insgesamt läßt sich sagen, daß für *Gammarus* aus dessen Status als Wasseratmer in den Fließgewässern der deutschen Mittelgebirgslandschaft fast keine ökologischen Begrenzungen zu belegen sind, sofern man jedenfalls anthropogene Eingriffe in das Bach- oder Flußmilieu außer acht läßt. Eine Ausnahme bilden lediglich temporäre, ausschließlich von oberflächlich abströmendem Niederschlagswasser gespeiste Rinnsale, manche Sumpfsquellen und die Abflüsse von Mooren, bei denen Unterbrechungen der Wasserführung, O_2 -Defizite bzw. permanent niedrige pH-Werte zu limitierender Wirkung kommen.

Betrachtet man die Siedlungsweise der Gammariden in Fließgewässern, so lassen sich diese im wesentlichen als Kletterer in subaquatischen Lückensystemen charakterisieren; ihre Schreitbeine agieren sowohl nach unten als zu den Seiten hin. Zusätzlich hat *Gammarus* Möglichkeiten, mit Hilfe von Schwimmbeinen kurze Strecken im freien Wasserkörper zu durchqueren, wobei er gezielt neue Deckungen ansteuert. Entsprechend findet man ihn fast nur auf dem Gewässerbett, im Substrat des Gewässergrundes oder im Gewirr von in den Wasserkörper aufragenden subaquatischen Makrophyten, von im Wasser hängenden Uferpflanzen bzw. zwischen auf dem Bach- oder Flußbett lagernden Blättern, die aus Ufergehölzen stammen. Besonders die Falllaubpackungen sind reich an Gammariden (HAECKEL, MEIJERING & RUSSETZKI 1973).

In Lückensystemen findet *Gammarus* Deckung gegen die Schwemmwirkung einseitig gerichteter Strömungen. Somit kann er zahlreich auftreten, wo der Fließgewässergrund vielfältig strukturiert ist. Die Struktur des Gewässergrundes hängt unmittelbar von der Neigung des Geländes und den damit verbundenen Strömungsverhältnissen ab. Bergbäche auf stärker geneigten Hängen enthalten relativ grobes Substrat, bestehend aus großen Steinblöcken und -brocken mit relativ kleiner Oberfläche. Aber auch sie sind, wenn auch kleinräumig, mit feinkörnigen Kiesen und Sanden durchsetzt, die Deckung besonders für juvenile, noch kleine Stadien von *Gammarus* bieten (PIEPER 1978). Die zwischen Steinen zum Teil schießende Strömung kann freischwimmende Gammariden mitreißen und abdriften lassen. Wichtig ist deshalb für sie, reaktionsschnell neue Deckungen aufzusuchen. Dieses gelingt *G. fossarum* am besten, im Sommer wie im Win-

ter. *G. pulex* ist im Sommer reaktionsschnell, nicht aber im Winter, in dem er regelmäßig aus höheren Gewässerbereichen verdrängt wird. Am geringsten ist die Strömungsresistenz von *G. roeseli*. Entsprechend verteilen sich die drei Arten auf strömungsreiche, meist obere Gewässerabschnitte (*G. fossarum*), auf solche mit mittlerer (*G. pulex*) und geringer (*G. roeseli*) Strömung (ROUX 1971, KALLNBACH & MEIJERING 1970, MEIJERING 1972b). Strömungsarme Gewässerabschnitte führen vorwiegend feines Bodensubstrat.

Liegen Bäche und kleine Flüsse in Waldgebieten mit ursprünglichen Vegetationseinheiten, so sind Schwarzerlen an ihren Ufern verbreitet. Diese schaffen zahlreiche Lücken am Gewässergrund: Feines, teils freigespültes Wurzelwerk strukturiert steilere Uferkanten und schafft Dekkung im dort liegenden Stromstrich; ins Wasser gefallene Zweige fangen treibende Blätter auf und akkumulieren sie zu Packungen, in die sich Gammariden hineinzwängen. Als temporäre Strömungswiderstände bewirken sie, daß sich das Mosaik der Strömungsstärken und der mit ihnen verbundenen steinigigen, kiesigen, sandigen und schlammigen Substrate am Grund nicht nur vielgestaltiger darbietet, sondern sich auch immer wieder verändert. Für Gammariden ergibt sich daraus, daß sich das Substrat auf engem Raum in für die jeweiligen Altersstadien günstigster Form darbietet: Feinkörniger für junge, gröber für adulte Tiere.

Wiesenbäche haben destabilisierte Ufer und sind deshalb reicher an feineren Substraten, die ausgespült werden. Zudem führt Belichtung von Wasserkörpern zu deren Verkräutung. Gammariden vermögen auf das neue Lückenangebot umzusteigen und z.B. das Stengelgewirr des Wassersterns (*Callitriche spec.*) zu besiedeln. Entsprechend findet man sie sowohl in Wald- als auch in Wiesenbächen.

Eine wichtige Fähigkeit haben die *Gammarus*-Arten der Fließgewässer mit ihren Gattungsgenossen im Brackwasser der Ästuare und in der Gezeitenzone des Meeres gemein, nämlich gegen Strömungen wandern zu können. In Fließgewässern führen sommerliche Aufwanderungen zur Besiedlung von Oberläufen, sofern die Wanderwege offen sind. Terrainverluste, wie sie etwa bei *G. pulex* durch eine verstärkte Abdrift im Winter entstehen, können durch eine sommerliche Aufwanderungsaktivität wieder ausgeglichen werden (MEIJERING 1971).

Insgesamt sind Arten der Gattung *Gammarus*, die zentraleuropäische Fließgewässer besiedeln, weitläufig vernetzten, strömungshaltigen, aquatischen Lebensräumen mit sehr hoher Substratdiversität angepaßt. Sie stoßen zumindest in der ursprünglichen Landschaft sommergrüner Laubwälder auf keine Verbreitungsschranken, die sich etwa aus ihrer Siedlungsweise ergäben. Nimmt man *G. fossarum*, *pulex* und *roeseli* zusammen, so reichen sie von den Quellen über Bäche und Flüsse bis in die Ästuare, wo sie schließlich von anderen *Gammarus*-Arten abgelöst werden, die dem marinen Brackwasser angepaßt sind.

Nach dem Atmungs- und Siedlungstyp soll nun noch der Ernährungstyp *Gammarus* erläutert werden. *Gammarus* kann als überwiegend detritivor und in Zusammenhang damit als mikrophag bezeichnet werden. Zusätzlich werden lebende Pflanzen aufgenommen, besonders Aufwuchsalgen, weiterhin auch verletzte Wirbellose der Fließwasserbiozönose, darunter eigene Artgenossen und schließlich Leichen von Tieren. Es gibt also auch Grund, *Gammarus* als omnivor zu bezeichnen.

Wichtigste Nahrungsgrundlage für *Gammarus* in Waldbächen ist Fallaub der sommergrünen Ufergehölze (HAECKEL, MEIJERING & RUSSETZKI 1973). Besonders das Laub der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) wird bevorzugt. Ins Wasser gefallene Blätter werden von adulten Gammariden angegriffen, sobald sie von Bakterien und Pilzen besiedelt sind, mit denen gemeinsam das Blattgewebe verzehrt wird (KAUSHIK & HYNES 1971). Damit steht *Gammarus* ein außerordentlich reiches Nahrungsangebot zur Verfügung, das auf der Zufuhr allochthonen Materials basiert, d.h. letztlich dem (terrestrischen) Einzugsgebiet entstammt. Junge Gammariden leben von Feindetritus, kleinsten Geweberesten von Blättern, die ebenfalls mit Bakterien besiedelt sind (MARXSEN 1980). Diese feinen organischen Partikel entstehen u.a. wenn adulte Gammariden fressen; sie fallen beim Zerkleinern von Blättern als zahlreiche Krümel an. Aber auch der Kot adulter Gammariden enthält noch unverdaute Gewebereste, von denen juvenile Flohkrebse leben können. Feindetritus gelangt von der Oberfläche des Gewässerbettes, wo das Fallaub lagert, in das Lückensystem des Substrates und kommt auf diesem Wege gleichzeitig vom vorwiegend adulten Teil der *Gammarus*-Population zu dem des juvenilen Anteils.

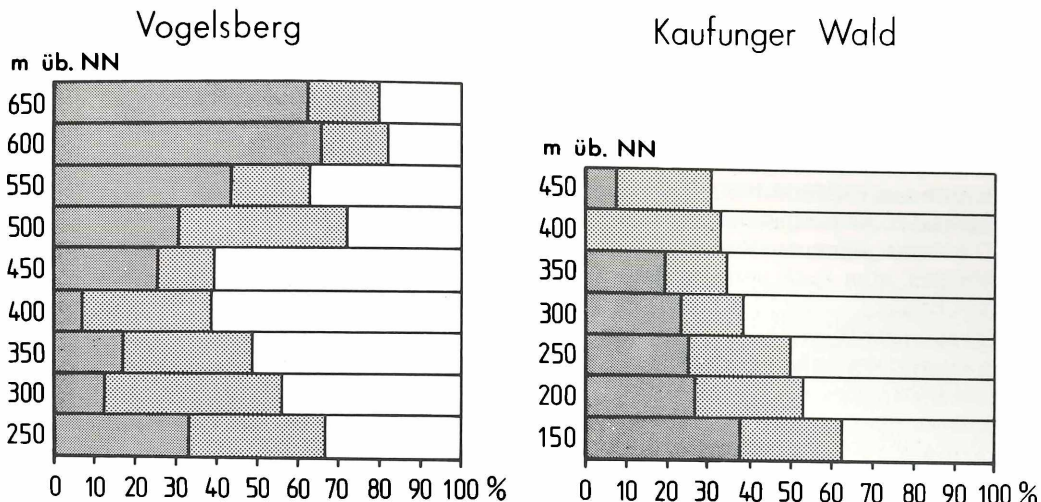


Abb. 2 Stetigkeit von *Gammarus* (bis zu 3 Arten) in % der Probenstellen in den verschiedenen Höhenlagen des Vogelsberges und des Kaufunger Waldes. Dunkelgrau: *Gammarus* zahlreich; hellgrau: *Gammarus* sporadisch; weiß: *Gammarus* fehlt. Aus: TEICHMANN & MEIJERING 1981.

Es wurde noch nicht quantifiziert, welche Rolle andere Nahrungsressourcen für die *Gammarus*-Populationen spielen. Sicher ist, daß Aufwuchsalgen eine gewisse Bedeutung als Nahrung haben. In Waldbächen sind diese besonders im zeitigen Frühjahr reichlich auf den Oberseiten im Wasser liegender Steine zu finden, wenn vor dem Blattaustrieb in den Ufergehölzen die im Jahreslauf größte Helligkeit herrscht (MINCKLEY 1962 aus BREHM & MEIJERING 1982a, Abb. 19). In Wiesenbächen bzw. in Gewässerläufen, die Waldlichtungen durchqueren, ist das Angebot an allochthonem organischen Material geringer, dafür im Zusammenhang mit vermehrtem Lichteinfall der Bewuchs an Makrophyten und auch der Algenaufwuchs gefördert. Die Flexibilität in der Nahrungswahl erlaubt es den Gammariden, in solchen Bächen stärker auf Primärproduzenten zurückzugreifen, insbesondere wohl auf Periphyten. Makrophytenbestände sind in Wiesenbächen oft reich an Gammariden, die dort aber möglicherweise vorwiegend von im Stengelgewirr abgelagerten Detritus leben.

Daß Gammariden verletzte und tote Tiere fressen, wurde vielfach beobachtet. Im Laboratorium kann man sie auch mit lebenden Tubificiden füttern. Wie bedeutsam Gammariden als Carnivoren in den Lebensgemeinschaften der Fließgewässer sind, ist noch nicht abzuschätzen.

Fließgewässer sind reich an Detritus vorwiegend terrestrischer Herkunft. Entsprechend sind Gammariden als Detrituskonsumenten in der Lage, in allen Flüssen und Bächen mit hoher Abundanz aufzutreten. Ihre Möglichkeiten, auf andere Nahrungsquellen auszuweichen, macht sie zudem sehr krisenfest. Entsprechend nehmen sie, besonders in Waldbächen, eine Schlüsselstellung ein, denn ihre dichten Populationen bieten Nahrung für zahlreiche Folgekonsumenten, insbesondere unter den Wirbeltieren (Fische, Vögel). Daß *Gammarus* unter naturnahen Bedingungen durch Nahrungsmangel in seiner Verbreitung limitiert wird, kann als ausgeschlossen gelten.

Nach flächenhaften Untersuchungen in Hessen sind zahlreiche Fließgewässer zumindest abschnittsweise frei von Gammariden. Abb. 2 zeigt dieses vergleichend für den Vogelsberg (JAHR, MEIJERING & WÜSTENDORFER 1980) und den Kaufunger Wald (TEICHMANN & MEIJERING 1981), deren Bäche und Fließchen jeweils an ihren Schnittstellen mit den 50-m-Höhenlinien untersucht wurden. Die Ausfälle sind erheblich und auf anthropogene Ursachen zurückzuführen. Als solche kommen in Betracht:

1. Wasserentnahmen, die besonders in den Sommermonaten Unterbrechungen der Wasserführung bedingen. Sie treffen *Gammarus*, der als Wasseratmer zeitlebens aquatisch lebt, in allen Altersstadien. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Reste von Wasserkörpern in Bächen schließlich strömungsfrei und sauerstoffarm werden.

2. Das Auftreten eines kritischen Sauerstoffschwunds, bei dem 4 mg O₂/l längerfristig unterschritten wird. Dieses geschieht vorwiegend im Sommer und Herbst in Fließgewässern, die übermäßig mit organischen Abwässern belastet sind. Hiermit verbunden sind häufig noch Wirkungen, die von toxischen Stoffen aus Industrieabwässern hervorgerufen werden.
3. Das Absinken des pH-Wertes in Bachoberläufen ungepufferter Landschaften, z.B. in Buntsandsteingebieten. Sie gehen von Säuren in Niederschlägen, aber auch von Ausscheidungen der Fichte aus (BREHM 1980, BREHM & MEIJERING 1982b). Das extreme pH-Milieu führt bei *Gammarus* zu Atmungsbehinderungen.
4. Die Versiegelung des Bodensubstrats, wie sie sich bei Verrohrungen und Befestigungen des Bachbettes, aber auch von Flußuferrn ergibt (Zusammenfassendes hierzu bei MEIJERING & PIEPER 1982).

Die genannten Eingriffe treffen *Gammarus* vorwiegend als Atmungsstyp, mehr untergeordnet als Siedlungstyp. Sie wirken außer auf *Gammarus* auch auf andere Tiere mit ähnlichen Ansprüchen, indirekt auch auf solche, die sich wesentlich auf *Gammarus* als Nahrung stützen. Das Fehlen von *Gammarus* zeigt deshalb eine schwerwiegende Beeinträchtigung des gesamten Ökosystems Fließgewässer an, dessen regionales Ausmaß quantifiziert werden kann. Sowohl im Vogelsberg als im Kaufunger Wald wurden in unteren Lagen die *Gammarus*-Populationen durch die Einleitung häuslicher Abwässer in die Gewässer vernichtet (Abb. 2). Die Ausfälle im oberen Vogelsberg sind auf Austrocknungen zurückzuführen, diejenigen im Kaufunger Wald zusätzlich auf eine massive Versauerung der Bäche in einer stark verfichteten Buntsandsteinlandschaft (TEICHMANN & MEIJERING 1981, MATTHIAS 1982). Verhängnisvoll wirkt sich schließlich aus, daß verödete Gewässerstrecken als Barrieren für Aufwanderungen wirken, wodurch es bei zunehmenden Schädigungen für *Gammarus* immer schwieriger wird, den Zusammenhalt seiner Populationen zu wahren. Auch hierfür bietet insbesondere der Kaufunger Wald ein böses Beispiel (TEICHMANN & MEIJERING 1981).

Literaturverzeichnis

- AMBÜHL, H.**, 1959: Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. – Schweiz. Zeitschr. Hydrol. **29**, 133–264.
- BREHM, J.**, 1980: Zur anthropogenen Versauerung der Schlitzlerländer Buntsandstein-Waldlandschaft. – Beitr. Naturkde. Osthessen **16**, 133–153.
- BREHM, J. & MEIJERING, M. P. D.**, 1982a: Fließgewässerkunde – Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. – Quelle & Meyer, Heidelberg, 311 S..
- BREHM, J. & MEIJERING, M. P. D.**, 1982b: Zur Säure-Empfindlichkeit ausgewählter Süßwasser-Krebse (*Daphnia* und *Gammarus*, Crustacea). – Arch. Hydrobiol. **95**, 17–27.
- FRANKE, U.**, 1977: Experimentelle Untersuchungen zur Respiration von *Gammarus fossarum* Koch 1835 (Crustacea-Amphipoda) in Abhängigkeit von Temperatur, Sauerstoffkonzentration und Wasserbewegung. – Arch. Hydrobiol. Suppl. **48**, 369–411.
- HAECKEL, J.-W., MEIJERING, M. P. D. & RUSSETZKI, H.**, 1973: *Gammarus fossarum* Koch als Fallaubzersetzer in Waldbächen. – Freshwat. Biol. **3**, 241–249.
- HOFFMANN, J.**, 1963: Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg. – Arch. Inst. G. D. Luxembg. **29**, 77–128.
- JAHR, W., MEIJERING, M. P. D. & WÜSTENDÖRFER, W.**, 1980: Zur Situation der Gattung *Gammarus* (Flohkrebse) im Vogelsberg. – Beitr. Naturkde. Osthessen **16**, 3–12.
- KALLNBACH, M. E. & MEIJERING, M. P. D.**, 1970: Die Gammariden der Haune. – Beitr. Naturkde. Osthessen **2**, 51–60.
- KAUSHIK, N. K. & HYNES, H. B. N.**, 1971: The fate of dead leaves that fall into streams. – Arch. Hydrobiol. **68**, 465–515.
- LIEBMANN, H.**, 1960: Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie. – Oldenbourg, München.
- MARXSEN, J.**, 1980: Untersuchungen zur Ökologie der Bakterien in der fließenden Welle von Bächen. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **57**, 461–533 und **58**, 26–55 und 207–272.
- MATTHIAS, U.**, 1982: Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Zusammensetzung von Bergbachbiozönosen, dargestellt an einigen Mittelgebirgsbächen des Kaufunger Waldes (Nordhessen/Südniedersachsen). – Dissertation Gesamthochschule Kassel.
- MEIJERING, M. P. D.**, 1971: Die *Gammarus*-Fauna der Schlitzlerländer Fließgewässer. – Arch. Hydrobiol. **68**, 575–608.
- MEIJERING, M. P. D.**, 1972a: Physiologische Beiträge zur Frage der systematischen Stellung von *Gammarus pulex* (L.) und *Gammarus fossarum* Koch (Amphipoda). – Crustaceana Suppl. **3**, 313–325.
- MEIJERING, M. P. D.**, 1972b: Experimentelle Untersuchungen zur Drift und Aufwanderung von Gammariden in Fließgewässern. – Arch. Hydrobiol. **70**, 133–205.
- MEIJERING, M. P. D. & PIEPER, H. G.**, 1982: Die Indikatorbedeutung der Gattung *Gammarus* in Fließgewässern. – Dechenia-Beihfte (Bonn) **26**, 111–113.
- MINCKLEY, W. L.**, 1962: Studies on the ecology of a spring-stream: Doe Run, Meade County, Kentucky. – Dissertation Univ. of Louisville, (siehe BREHM & MEIJERING 1982a, S. 51).
- ROUX, A.-L.**, 1971: Les Gammarès du group *pulex* – Essai de systématique biologique (II). – Arch. Zool. exp. gén. **112**, 471–503.
- SCHOLZ, E. & MEIJERING, M. P. D.**, 1975: Vergleichende Untersuchungen zur Abwasserresistenz von *Gammarus pulex* L. und *Gammarus roeseli* Gervais in osthessischen Fließgewässern. –
- TEICHMANN, W. & MEIJERING, M. P. D.**, 1981: Zur Situation der Gattung *Gammarus* im Kaufunger Wald. – Beitr. Naturkde. Osthessen **17**, 71–84.

Anschrift des Verfassers:

Priv. Doz. Dr. M. P. D. Meijering
Limnologische Flußstation des
Max-Planck-Institutes für Limnologie

D-6407 Schlitz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e.V.](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [1982](#)

Autor(en)/Author(s): Meijering Meertinus P.D.

Artikel/Article: [Zum Lebensformtypus Gammarus und dessen Indikationswert für Fließgewässerschäden 133-138](#)