

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Steinfliegen, Eintagsfliegen und Zweiflügler als Indikatoren der
Gewässergüte

Caspers, Norbert

1982

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:30:4-172914](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-172914)

Steinfliegen, Eintagsfliegen und Zweiflüger als Indikatoren der Gewässergüte

Norbert Caspers

Abstract

Plecoptera, Ephemeroptera and Diptera as indicators of water quality

Most European stonefly species (Plecoptera) are characteristic members of macrozoobenthic communities in flowing water habitats. As they are very susceptible to organic, inorganic and thermal pollution, Plecoptera are widely used as indicators for oligotrophic conditions. The saprobiological indicator values of creek- and stream-dwelling mayfly larvae (Ephemeroptera) range from oligosaprobity (Heptageniidae) to beta- or even alpha-mesosaprobity (some species of Baetidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae), depending strictly on the degree of tolerance against organic enrichment. The saprobic valencies of most European aquatic Diptera are still insufficiently known because their systematic-autecological classification is not yet accomplished in a satisfactory way.

1. Einführung

Die aquatischen Larven der Plecopteren (Steinfliegen), Ephemeropteren (Eintagsfliegen) sowie vieler Dipteren (Zweiflüger: Mücken und Fliegen) sind charakteristische und häufige Mitglieder benthischer Zoozöosen in verschiedenartigsten limnischen Lebensräumen. Die unterschiedliche systematische Stellung, ökologische Valenz und saprobiologische Indikatorfunktion für Umweltbelastungen macht eine getrennte Betrachtung dieser drei Insektenordnungen erforderlich. Von den zahlreichen Literaturdaten und der Fülle von Einzeldarstellungen zu dem angesprochenen Themenkreis können im folgenden nur einige wenige Beispiele berücksichtigt werden. Ein Überblick über den gesamten Themenkomplex ist den zusammenfassenden Darstellungen bei BROWN (1978), BUIKEMA & BENFIELD (1980), BURKS & WILHM (1977), HAWKES (1979), McEWEN & STEPHENSON (1979), MUIRHEAD-THOMSON (1971), NALEPA & QUIGLEY (1980) und WILHM (1975) zu entnehmen.

2. Plecoptera

Von wenigen euryöken Süßwasserubiquisten abgesehen, müssen die Vertreter dieser artenarmen Gruppe - rund 100 Arten in Deutschland - im mitteleuropäischen Faunengebiet als rheophile, stenotherme und polyxybionte Charakterarten des Krenals (Quellregion) und Rhithrals (Bachregion), in geringem Umfang auch des Potamals (Flußregion) der Fließgewässer gelten. Die zunehmende Beeinträchtigung unserer natürlichen Fließgewässer durch anorganische, organische und thermische Belastungsfaktoren sowie durch ökologisch fragwürdige gewässerbauliche Maßnahmen hat insbesondere die potamobionten Plecopteren-Arten, d. h. die stenöken Bewohner naturnaher, sommerwarmer Flußabschnitte, an den Rand ihrer Existenz gedrängt. Wenn in der Fachliteratur des beginnenden 20. Jahrhunderts (LAUTERBORN 1916-1918, LE ROI 1913, NEERACHER 1910) gerade für diesen Lebensraumtyp wahre Massenvorkommen strombewohnender Arten beschrieben werden, sind diese seit den 20er und 30er Jahren nach und nach bis zur völligen Bedeutungslosigkeit zurückgegangen (ILLIES 1955). So finden sich in den heutigen Restlebensgemeinschaften des deutschen Rheinabschnitts - sieht man von einzelnen Vorkommen der euryöken *Nemoura cinerea* in den Gewässern der Oberrheinauen sowie von Funden von *Euleuctra geniculata* und *Protonemura* sp. am Hochrhein (BUCK, mündl. Mitt.) ab - keine Plecopteren-Arten mehr (CASPER 1980a, 1980b), während zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch mindestens 13 Arten verzeichnet werden konnten (NEERACHER 1910).

Die Krenal- und Rhithralarten dieser Insektengruppe sind wegen des vergleichsweise geringeren Gefährdungsgrades ihrer Lebensräume heute noch charakteristische und häufige Vertreter der Bachlebensgemeinschaften. Sie stellen hier neben den Köcherfliegen (Trichoptera) auf der Basis ihrer Biomasse oft die stärkste Benthosfraktion aller merolimnischen Insektengruppen dar. Als ausgesprochene Reinwasserarten sind die Plecopteren des Rhithrals im oligosaprobien und beta-mesosaprobien Bereich des saprobiologischen Spektrums einzustufen. Schon geringe organische Belastungen werden von vielen Arten nicht mehr toleriert. Eine Zusammenfassung der saprobiologischen Indikatorwerte mitteleuropäisch verbreiteter Ple-

copteren-Arten ist bei WINKLER (1964) nachzulesen; weitere Daten sind bei SLÁDEČEK (1973) und MAUCH (1976) wiedergegeben. Gegenüber allen Veränderungen der abiotischen Milieufaktoren ihrer Wohngewässer reagieren die meisten Plecopteren-Arten sehr empfindlich. Sowohl bei thermischer Belastung (FEY 1978, NEBEKER & LEMKE 1968), bei niedrigen pH-Werten (DOHERTY & HUMMON 1980, ZIEMANN 1975) als auch unter dem Einfluß von Schwermetallspuren (CLUBB, GAUFIN & LORDS 1975a, 1975b; ELDER & GAUFIN 1974) ist mit einem sofortigen Rückgang der Arten- und Individuenzahlen zu rechnen. Die akuten Schadwirkungen von Pestiziden sind durch eine Reihe von Laboruntersuchungen (MAKI, GEISSEL & JOHNSON 1975, SANDERS & COPE 1968) und Freilandbeobachtungen (EIDT 1975, FLANNAGAN et al. 1979) belegt worden.

3. Ephemeroptera

Die mitteleuropäischen Artvertreter dieser Gruppe sind in larvalökologischer Hinsicht stärker differenziert als die Plecopteren. Grundsätzlich kann man zwischen schwimmenden, kletternden, grabenden und strömungsliebenden (rheophilen) Typen unterscheiden, die in Anpassung an eine unterschiedliche Lebensweise auch eine ausgesprochene Vielzahl habitueller, morphologischer und verhaltensbiologischer Charaktere entwickelt haben. Nur die stark abgeplatteten Arten des rheophilen Typs (Familie Heptageniidae) müssen als stenöke und polyoxybionte Fließgewässerorganismen im engeren Sinne gelten. Oft vergesellschaftet mit carnivoren Plecopteren (Familien Perlidae, Perlodidae) stellen sie in der Bachregion die wesentliche Komponente der ökologischen Gruppe der „Weidegänger“ dar, der Organismengesellschaften also, die als Primärkonsumenten den Aufwuchs größerer Steine „abweiden“. Die saprobiologische Bewertung (Saprobienindex S) der Artvertreter schwankt zwischen $S = 0,1$ und $S = 2,25$ (BRAASCH & JACOB 1976, MAUCH 1976, SLÁDEČEK 1973). Auch gegenüber thermischen Einflüssen (FEY 1978, NEBEKER & LEMKE 1968) und toxischen Einflüssen (CLUBB, GAUFIN & LORDS 1975a, 1975b; FLANNAGAN et al. 1979; MAKI, GEISSEL & JOHNSON 1975; SAMMAN & THOMAS 1978; SEUGE & BLUZAT 1979) zeigen vor allem die Heptageniiden, zum Teil aber auch die Arten der übrigen Familien, eine hohe Empfindlichkeit.

Die Formengruppen des schwimmenden, kletternden und grabenden Typs besiedeln unterschiedliche limnische Biotope. Im Fließgewässer wird der stark strömende Bereich wegen des Fehlens wirkungsvoller Retentionsmechanismen als Schutz gegenüber der verdriftenden Wirkung der Wasserströmung weitgehend gemieden. Bevorzugt werden hier sog. „Totwasser-räume“ hinter überströmten Hindernissen (Gattung *Baetis*), Wasserpflanzen, Fallaubansammlungen und andere verdriftete Pflanzenmaterialien terrestrischer Herkunft (Familien Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Caenidae), bzw. tonig-lehmige Substrate in Ufernähe (Gattung *Ephemer*) besiedelt. Da in allen diesen Teillebensräumen aufgrund des Fehlens turbulenter Wasserströmungen die Sauerstoffversorgung weniger gut ist, die täglichen Temperaturamplituden größer sind als in der fließenden Welle, müssen die Bewohner dieser Kleinbiotope in saprobiologischer Hinsicht etwas ungünstiger eingestuft werden. Einige Bacharten, so z. B. *Baetis rhodani*, entwickeln in organisch belasteten Rhithralabschnitten zum Teil höhere Bestandsdichten als in unbelasteten Vergleichsgewässern. Eine weitere Art der Gattung *Baetis*, *B. fuscatus*, muß als euryök und schadstofftolerant gelten. Sie erreicht erst im Potamal – auch stärker verschmutzter Fließgewässer (CASPER 1980a, MALZACHER 1976) – ihre höchsten Abundanzen; vermutlich ein fördernder Effekt infolge nachlassenden Konkurrenzdruckes in derartigen Verarmungsbiozöosen. Ähnlich wie bei den Plecopteren sind die Vorkommen einiger anspruchsvollen Potamalartern in mitteleuropäischen Flüssen mittlerweile stark gefährdet, bzw. vollständig erloschen (BRAASCH & JACOB 1976, MÜLLER-LIEBENAU 1979).

4. Diptera

Im Gegensatz zu den überschaubar kleinen Gruppen der Plecopteren und Ephemeropteren sind die merolimnischen Dipteren im aquatischen und semiaquatischen Bereich aller Binnengewässertypen mit einer überwältigenden Artenfülle vertreten. Die „Limnofauna Europaea“ (ILLIES 1978) weist insgesamt fast 4000 Arten für den europäischen Bereich aus, die sich auf 24 Familien mit aquatischer, bzw. zum Teil aquatischer Larvalentwicklung aufgliedern.

Da offenbar in mehreren Gruppen das komplette Arteninventar bei weitem noch nicht erfaßt ist – wie laufende Artneubeschreibungen beweisen – dürften die tatsächlichen Artenzah-

len noch wesentlich höher anzusetzen sein. Diese starke systematische Aufgliederung, insbesondere bei den Chironomiden (Zuckmücken), stellt eine entscheidende Voraussetzung für eine ebenso differenzierte ökologische und auch saprobiologische Gliederung dar: es gibt keine natürlichen oder künstlich geschaffenen limnischen Biotope, seien sie noch so kleinräumig oder extrem in ihren Faktorenkonstellationen, die nicht innerhalb kürzester Zeit von charakteristischen Dipteren-Gesellschaften besiedelt würden; diese können ihrerseits zur Charakterisierung ihrer Wohngewässer aus biologischer Sicht herangezogen werden.

Einer breiteren Verwendung der Chironomiden als der auf quantitativer Basis stets dominierenden Dipteren-Gruppe stellen sich zur Zeit zwei grundsätzliche Schwierigkeiten entgegen:

(1) Auch in einem saprobiologisch scheinbar homogenen Biotop existieren stets Mikrohabitate mit abweichenden Lebensbedingungen, die zahlenmäßig geringen Populationen von Arten abweichender ökologischer Stellung geeignete Lebensbedingungen bieten. So können etwa im Potamal stark belasteter Fließgewässer stets vereinzelt krenophile Arten nachgewiesen werden, die aus kleinen und kleinsten, zum Teil unter dem Wasserspiegel des Flusses zufließenden Quellrinsalen der Uferregion stammen (CASPER 1980a). Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Artenzusammensetzung und Vernachlässigung der Abundanzen wird man hier stets ein falsches Bild von dem tatsächlichen gütemäßigen Zustand gewinnen.

(2) Die immer noch unüberschauliche systematisch-taxonomische Situation, insbesondere bei den Jugendstadien, erschwert eine umfassende saprobiologische Analyse außerordentlich. So liegen nur wenige monographische Bearbeitungen jüngerer Datums vor, die eine erste Übersicht in die verworrene Situation der Chironomiden-Larven zu bringen versuchen (CRANSTON 1979, MOLLER-PILLOT 1978; PANKRATOVA 1977). Zur Zeit ist in internationaler Zusammenarbeit von Fachleuten die Erstellung eines Gattungsschlüssels für alle Metamorphosestadien der Chironomiden der Holarktis in Vorbereitung. Da die höheren systematischen Kategorien (Unterfamilien, Tribus, Gattungen) in gewissem Umfang auch ökologische Einheiten darstellen, werden durch die Fertigstellung dieses Standardwerks auch unsere Kenntnisse zur Bioindikation von Umweltbelastungen erweitert werden. Für die Praxis der täglichen Gewässergüteüberwachung werden sich jedoch kaum Erleichterungen ergeben, da die zeitraubenden Arbeitsgänge der Präparation und Determination den Rahmen einer routinemäßigen Überprüfung bei weitem sprengen.

Während für das nordamerikanische Faunengebiet mittlerweile eine sehr gute saprobiologische Bearbeitung der Chironomiden vorliegt (BECK 1977), müssen die zur Zeit gültigen Saprobienindices aquatischer Dipteren des europäischen Verbreitungsgebietes, wie sie bei MAUCH (1976) und SLÁDEČEK (1973) zusammengefaßt werden, in mancher Hinsicht als sehr unbefriedigend erscheinen:

Die oft nur an einer Population (zu einem Zeitpunkt, an einem Standort) aufgenommenen Daten werden von den Autoren nicht nur auf andere Populationen der gleichen Art, sondern wegen determinatorischer Schwierigkeiten auch auf Artvertreter der nächsthöheren systematischen Einheiten übertragen.

Zum Teil basieren die Saprobienindices auf künstlichen Gruppierungen ohne jede wissenschaftliche Basis, die nach systematisch wertlosen Kriterien wie Körpergröße und -färbung errichtet wurden.

Die meisten bislang geschilderten Schwierigkeiten lassen sich ausräumen, wenn man ganze Chironomiden-Gesellschaften zur gütemäßigen Klassifizierung der Gewässer heranzieht (u. a. LEHMANN 1971, RADEMACHER 1975, RINGE 1974, SERRA-TOSIO 1977, SAETHER 1979), möglichst unter Verwendung quantitativer Daten oder von Häufigkeitsschätzungen. Bei der Gewinnung des Insektenmaterials empfiehlt es sich, zur Vermeidung von Zuordnungsschwierigkeiten nur auf gezüchtete Imagines aus Substratproben des Untersuchungsstandortes, bzw. auf Driftfänge von Puppenexuvien zurückzugreifen (MCGILL, WILSON & BRAKE 1979; WILSON 1980; WILSON & BRIGHT 1973; WILSON & MCGILL 1977).

Die Schwierigkeit der Transponierung derartig erarbeiteter Faunenlisten in eine gültige saprobiologische Aussage, bzw. die grundsätzliche Problematik des saprobiologischen Systems läßt sich am Beispiel des im gesamten Niederrheinabschnitt dominanten Besiedlers *Rheotanytarsus photophilus* verdeutlichen: Die neun in der Westpaläarktis verbreiteten Artvertreter der Gattung *Rheotanytarsus* (LEHMANN 1970, SIEBERT 1979) werden bei SLÁDEČEK (1973) als „*Rheotanytarsus* sp.“ pauschal dem Index $S = 2,0$ zugeordnet. Lediglich *R. photophilus* und

die ebenfalls im Niederrhein vertretene *R. muscicola* sind als schadstofftolerante, aber rheophile und polyoxibionte Formen präadaptiert für eine massenhafte Besiedlung des Litoral – nicht jedoch der Sedimentzone – der großen Ströme. Für den obengenannten Rheinabschnitt konnten vor Beginn der sommerlichen Flugperiode auf geeigneten Steinsubstraten durch Auszählung der charakteristischen Larvalgehäuse durchschnittliche Besiedlungsdichten von 6000 bis 11000 Individuen pro Quadratmeter festgestellt werden. Alle übrigen Arten der Gattung sind demgegenüber Reinwasserorganismen, die schwerpunktmäßig die Bachregion der Fließgewässer besiedeln. Eine Pauschalbeurteilung aller Gattungsangehörigen aus saprobiologischer Sicht ist somit in keiner Weise gerechtfertigt.

Der Einfluß organischer Verunreinigungen und toxischer Substanzen (Schwermetalle, Pestizide, extreme pH-Werte) auf aquatische Dipteren-Arten, bzw. -Gesellschaften ist mittlerweile unter verschiedenartigsten Aspekten behandelt worden (u. a. GOWER & BUCKLAND 1978; MULLA et al. 1971; MULLA, MAJORI & DARWAZEH 1975). Die im Labor an euryöken *Chironomus*-Arten (KAWATSKI & BITTNER 1975; THORNTON & WILHM 1974, 1975) und *Tanytarsus*-Arten (NEBEKER & PUBLISHI 1974) gewonnenen Daten dürfen jedoch nicht als repräsentativ für die gesamte Gruppe erachtet werden. Derartige Toxizitätstests unter Laborbedingungen können auch bei vorsichtiger Interpretation nicht als Simulationsmodell für Schadstoffwirkungen unter Freilandbedingungen gedeutet werden.

Literatur

- BECK, W. M. (1977): Environmental requirements and pollution tolerance of common freshwater Chironomidae. – Environm. Monit. Ser. Cincinnati, 1-261.
- BRAASCH, D. & JACOB, U. (1976): Die Verwendung von Ephemeropteren (Insecta) der DDR als Indikatoren für die Wassergüte. – Ent. Nachr. 20, 101-111.
- BROWN, A. W. A. (1978): Ecology of Pesticides. 525 S. – New York (J. Wiley & Sons).
- BUKEMA JR., A. L. & BENFIELD, E. F. (1980): Effects of pollution on freshwater invertebrates. – J. Wat. Poll. Contr. 52, 1670-1686.
- BURKS, S. L. & WILHM, J. L. (1977): Bioassays with a natural assemblage of benthic macroinvertebrates, in: MAYER, F. & HAMELINK, J. L., Aquatic toxicology and hazard evaluation. – Proc. 1st Ann. Symp. Aquatic Toxicol., 127-136.
- CASPERS, N. (1980a): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Rheins bei Bonn. – Decheniana (Bonn) 133, 93-106.
- (1980b): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Hochrheins bei Bad Säckingen. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl. 39, 115-142.
- CLUBB, R. W., GAUFIN, A. R. & LORDS, J. L. (1975a): Acute cadmium toxicity studies upon nine species of aquatic insects. – Environm. Res. 9, 332-341.
- (1975b): Synergism between dissolved oxygen and cadmium toxicity in five species of aquatic insects. – Environm. Res. 9, 285-289.
- CRANSTON, P. S. (1979): The biosystematics of British aquatic larval Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae). 359 S., 79 Tafeln. – Ph. D. thesis Univ. London.
- DOHERTY, F. G. & HUMMON, W. D. (1980): Respiration of aquatic insect larvae (Ephemeroptera, Plecoptera) in acid mine water. – Bull. Environm. Contam. Toxicol. 25, 358-363.
- EIDT, D. C. (1975): The effect of Fenitrothion from large-scale forest spraying on benthos in New Brunswick headwater streams. – Can. Ent. 107, 743-760.
- ELDER, J. A. & GAUFIN, A. R. (1974): The toxicity of three mercurials to *Pteronarcys californica* NEWPORT and some possible physiological effects which influence the toxicities. – Environm. Res. 7, 169-175.
- FEY, J. M. (1978): Die Beeinflussung der Lenne durch die Abwärme des Kohlekraftwerkes Elverlingsen. – Natur- u. Landschaftsk. Westf. 14, 53-60.
- FLANNAGAN, J. F., TOWNSEND, B. E., MARCH, B. G. E., FRIESEN, M. K. & LEONHARD, S. L. (1979): The effects of an experimental injection of methoxychlor on aquatic invertebrates: accumulation, standing crop, and drift. – Can. Ent. 111, 73-89.
- GOWER, A. M. & BUCKLAND, P. J. (1978): Water quality and the occurrence of *Chironomus riparius* MEIGEN (Diptera: Chironomidae) in a stream receiving sewage effluent. – Freshwat. Biol. 8, 153-164.
- HAWKES, H. A. (1979): Invertebrates as indicators of river water quality, in: JAMES, A. & EIVISON, L., Biological indicators of water quality, Chapt. 2, 45 S. – Chichester (J. Wiley & Sons).
- ILLIES, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera, in: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 43, 148 S. – Jena (G. Fischer).
- (1978): Limnofauna Europaea, 2. Aufl., 532 S. – Stuttgart (G. Fischer).
- KAWATSKI, J. A. & BITTNER, M. A. (1975): Uptake, elimination and biotransformation of the lampricide 3-trifluoromethyl-4-nitrophenol (TFM) by larvae of the aquatic midge *Chironomus tentans*. – Toxicol. 4, 183-194.

- LAUTERBORN, R. (1916–1918): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes I bis III. – Sitz. Ber. Heidelb. Akad. Wiss. Math.-Naturw. Kl. Abt. B. 1916: VII B, 6. Abh., S. 1–61; 1917: VIII B, 5. Abh., S. 1–70; 1918: IX B, 1. Abh., S. 1–87.
- LEHMANN, J. (1970): Revision der europäischen Arten (Imagines ♂♂ und Puppen ♂♂) der Gattung *Rheotanytarsus* BAUSE (Diptera, Chironomidae). – Zool. Anz. 185, 344–378.
- (1971): Die Chironomiden der Fulda (Systematische, ökologische und faunistische Untersuchungen). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 37, 466–555.
- LE ROI, O. (1913): Zur Kenntnis der Plecopteren von Rheinland-Westfalen. – Verh. nat. hist. Ver. preuß. Rheinl. Westf. 69, Sitz Ber. E, 25–51.
- MAKI, A. W., GEISSEL, L. & JOHNSON, H. E. (1975): Comparative toxicity of larval lampricide to selected benthic macroinvertebrates. – J. Fish. Res. Bd. Canada 32, 1455–1459.
- MALZACHER, P. (1976): Nachtrag zur Eintagsfliegenfauna des Bodenseegebietes. Beschreibung einer neuen Art der Gattung *Caenis* (Insecta, Ephemeroptera). – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl. 35, 129–136.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse Teil 1–5. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 21, 797 S.
- McEWEN, F. L. & STEPHENSON, G. R. (1979): The use and significance of Pesticides in the environment. 538 S. – New York (J. Wiley & Sons).
- McGILL, J. D., WILSON, R. S. & BRAKE, A. M. (1979): The use of chironomid pupal exuviae in the surveillance of sewage pollution within a drainage system. – Water Res. 13, 887–894.
- MOLLER-PILLOT, H. K. M. (1978): De larven der nederlandse Chironomidae (Diptera). – Nederl. faun. meded. 1, 2.
- MUIRHEAD-THOMSON, R. C. (1971): Pesticides and freshwater fauna. 248 S. – London (Academic Press).
- MULLA, M. S., MAJORI, G. & DARWAZEH, H. A. (1975): Effects of the insect growth regulator Dimilin or Th-6040 on mosquitoes and some nontarget organisms. – Mosquito News 35, 211–217.
- MULLA, M. S., NORLAND, R. L., FANARA, D. M., DARWAZEH, H. A. & MCKEAN, D. W. (1971): Control of chironomid midges in recreational lakes. – J. Economic Entomology 64, 300–307.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1979): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Eintagsfliegen (Ephemeroptera). – Schr.-Reihe Landesanstalt Ökol. Landschaftsentwickl. Forstplanung NRW 4, 76–77.
- NALEPA, T. F. & QUIGLEY, M. A. (1980): Effects of pollution on freshwater invertebrates. – J. Wat. Poll. Contr. 52, 1670–1686.
- NEBEKER, A. V. & LEMKE, A. E. (1968): Preliminary studies on the tolerance of aquatic insects to heated waters. – J. Kansas Ent. Soc. 41, 413–418.
- & PUBLISHI, F. A. (1974): Effect of polychlorinated biphenyls (PCB's) on survival and reproduction of *Daphnia*, *Gammarus* and *Tanytarsus*. – Trans. Am. Fish. Soc. 4, 722–728.
- NEERACHER, F. (1910): Die Insektenfauna des Rheins und seiner Zuflüsse bei Basel. – Revue Suisse Zool. 18, 497–590.
- PANKRATOVA, V. Y. (1977): The family of chironomids or midges – Chironomidae (Keys to larvae and pupae). – Zool. Inst. Akad. Nauk SSR, 371–431 (russisch). Engl. Übersetzung als Xeroxkopie bei Freshwater Biological Association erhältlich.
- RADEMACHER, I. (1975): Chironomiden-Studien am Untermain (Diptera). – Ent. Z. 85, 49–53.
- RINGE, F. (1974): Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 45, 212–304.
- SAETHER, O. A. (1979): Chironomid communities as water quality indicators. – Holarct. Ecol. 2, 65–74.
- SAMMAN, J. & THOMAS, M. P. (1978): Effect of an organophosphorus insecticide, Abate, used in the control of *Simulium damnosum* on non-target benthic fauna. – Int. J. Environm. Stud. 12, 141–144.
- SANDERS, H. O. & COPE, O. B. (1968): The relative toxicities of several pesticides to naiads of three species of stoneflies. – Limnol. Oceanogr. 13, 112–117.
- SERRA-TOSIO, B. (1977): Note sur les Diptères Chironomides de quelques rivières polluées dans la région de Grenoble. – Trav. Lab. Hydrobiol. 66–68, 83–88.
- SEUGE, J. & BLUZAT, R. (1979): Action de pesticides chez des insectes en fonction de leur état physiologique. – Hydrobiol. 62, 47–53.
- SIEBERT, M. (1979): Two new Chironomids (Diptera: Chironomidae) from Germany and Austria. – Aquatic Insects 1, 165–168.
- SLÁDEČEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view. – Arch. Hydrobiol., Ergebn. Limnol. 7, 1–218.
- THORNTON, K. & WILHM, J. (1974): The effect of pH, phenol, and sodium chloride on survival and caloric, lipid, and nitrogen content of a laboratory population of *Chironomus attenuatus* (WALK.) – Hydrobiol. 45, 261–280.
- (1975): The use of life tables in demonstrating the effects of pH, Phenol, and NaCl on *Chironomus attenuatus* populations. – Environm. Entomology 4, 325–328.
- WILHM, J. L. (1975): Biological indicators of pollution, in: WHITTON, B. A., River Ecology, Chapt. 15, 375–403. – Oxford, Edinburgh (Blackwell Scient. Publ.).
- WILSON, R. S. (1980): Classifying rivers using chironomid pupal exuviae, in: MURRAY, D. A., Chironomidae, ecology, systematics, cytology and physiology. Proc. 7th Int. Symp. Chironomidae, Dublin Aug.

- 1979, 209-216. - Oxford, New York (Pergamon Press).
- & BRIGHT, P. L. (1973): The use of chironomid pupal exuviae for characterizing streams. - *Freshwat. Biol.* 3, 283-302.
 - & MCGILL, J. D. (1977): A new method of monitoring water quality in a stream receiving sewage effluent, using Chironomid pupal exuviae. - *Water Res.* 11, 959-962.
- WINKLER, O. (1964): Über die praktische Bedeutung der Plekopteren. - *Gewässer und Abwässer* 34/35, 131-138.
- ZIEMANN, H. (1975): Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration und des Hydrogenkarbonatgehaltes auf die Ausbildung von Bergbachbiozönosen. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 60, 523-555.

Anschrift des Verfassers: Dr. Norbert Caspers, Bayerwerk Leverkusen, Abteilung Umweltschutz, Gebäude Q 18, D-5090 Leverkusen Bayerwerk.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [BH_26](#)

Autor(en)/Author(s): Caspers Norbert

Artikel/Article: [Steinfliegen, Eintagsfliegen und Zweiflügler als Indikatoren der Gewässergüte 114-119](#)