

AUSWIRKUNGEN DER SAARBELASTUNG AUF DIE SPEZIESDIVERSITÄT VON BENTHOSBIOZÖNOSEN UND DIE VERWEILDAUER EXPONIERTER ORGANISMEN.

A. SCHÄFER & P. MÜLLER*

Abstract

The importance of bioindication by organisms and biocenoses for the evaluation of waters has been unquestioned since the basic works done at the beginning of this century. The number of the different methods and their revisions, however, illustrates the difficulties of an objective evaluation of the water state by means of indicator organisms whose valency is not sufficiently known. Just like the reaction type of individual organisms, changes of biocenoses have been considered as parameters for the indication of environmental changes.

On the example of the River Saar, investigations of the importance of the indicator properties of individual organisms and biocenoses are carried through by way of animal exposure tests and diversity analyses. These studies are based on the presentation of the importance of the present Saar pollution to area changes and the structure of mollusc populations.

In the section following the distribution limit of benthic biocenoses set by the discharge of the excessively polluted Rossel (industrial sewage and slurry), organisms have been exposed in the river as far as its mouth. In those sections of the Saar, where a benthic fauna exists, exposure tests are running on parallel lines with diversity analyses.

The interpretation of the results shows to be well in line with those of chemico-physical series measurement conducted in connection with exposure and diversity analyses.

Mehrjährige (seit 1970) limnologische und biogeographische Untersuchungen in der Saar (SCHÄFER 1975) verdeutlichen, daß Diversitätsanalysen von Benthosbiozönozen in Verknüpfung mit den Ergebnissen von Expositionstests besonders gut zur Bewertung der Gewässergüte eines Fließgewässers geeignet sind (MÜLLER et al. 1975). Das schließt jedoch nicht aus, sondern erfordert geradezu, daß zur Standardisierung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse auch die Strukturdiversität des Fließgewässers bezogen auf seine abiotischen Faktoren (u.a. chemisch-physikalische Parameter, Hydrographie) mit der Speziesdiversität und den Indikatoreigenschaften der exponierten Organismen, verknüpft werden sollte.

I. Strukturdiversität und chemisch-physikalische Belastung der mittleren Saar

Sieben, hydrographisch charakterisierbare Zonen kennzeichnen den Verlauf der Saar, die aufgrund von Stauhaltungen in ihrem mittleren Abschnitt die Verhältnisse eines Tieflandflusses aufweist. Dieser Bereich ist zugleich am stärksten durch industrielle und gewerbliche Einleiter belastet (MÜLLER 1975). Kühlwasserein-

* Promoted by the European Community; Contract Nr. 012-74-1 ENVD. Für großzügige Unterstützung bei den Freilanduntersuchungen haben wir den Mitarbeitern des Wasser- und Schiffsamtes Saarbrücken zu danken.

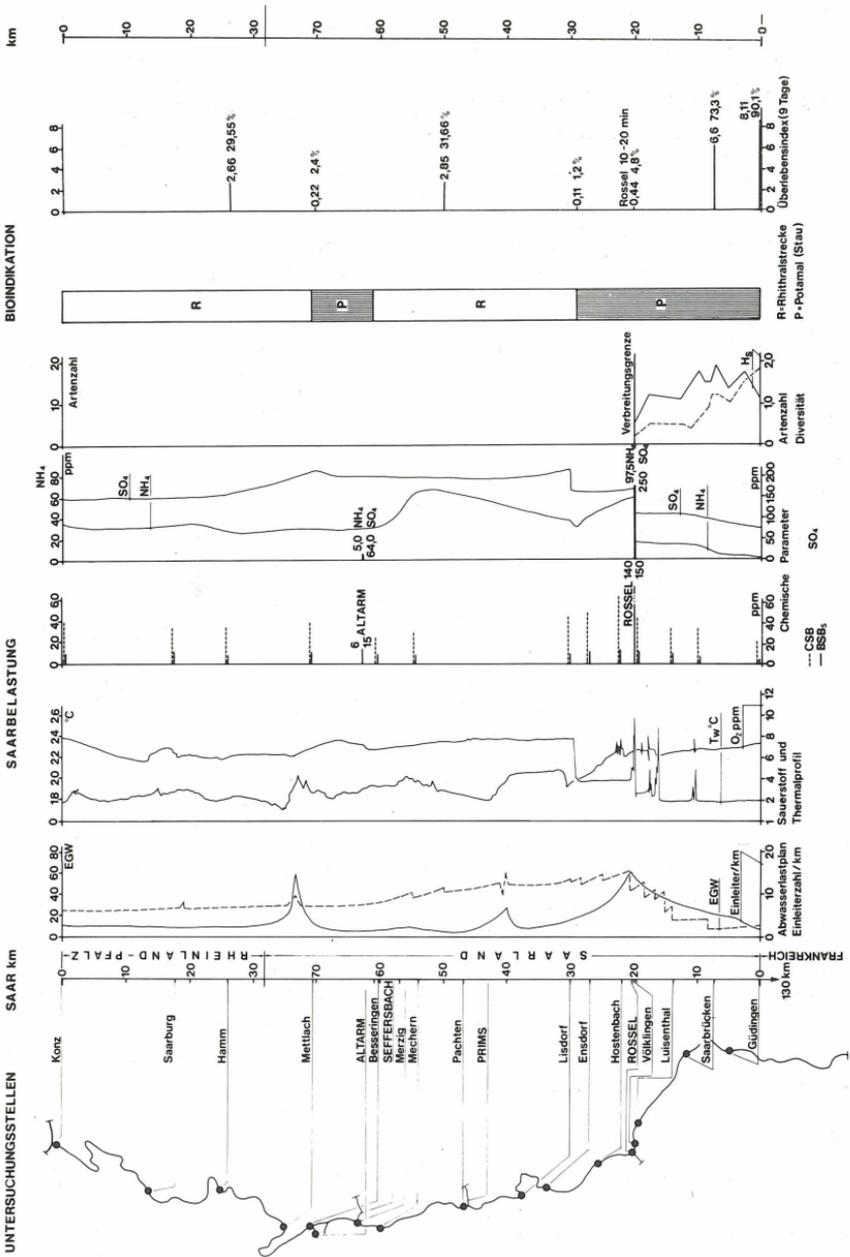
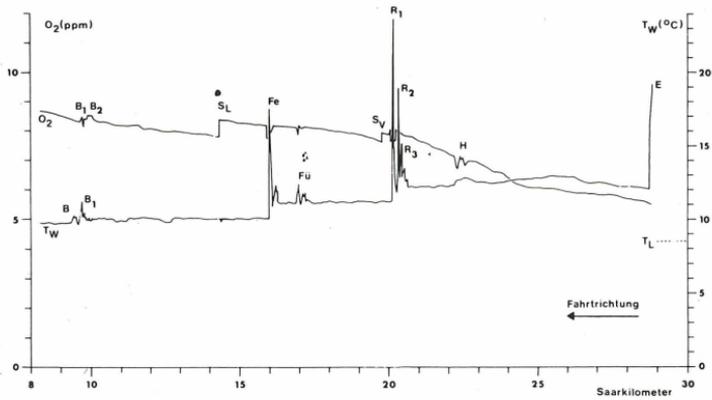
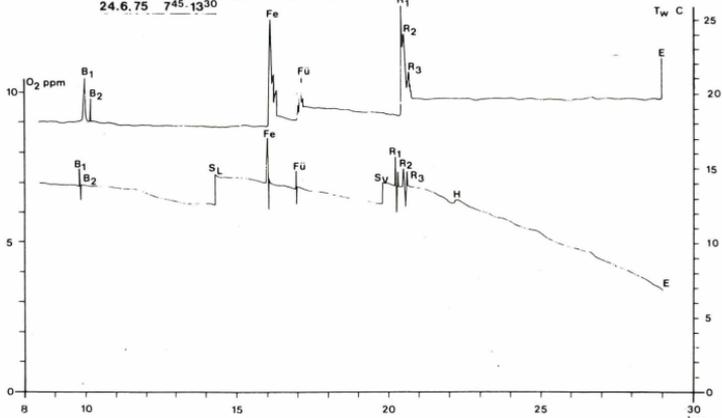


Abb. 1. Untersuchungsstellen in der Saar (seit 1970), „Belastung“ (Abwasserlastplan; Sauerstoff- und Thermalprofil im Juni 1975; CSB; BSB₅; NH₄; SO₄), anthropogen beeinflusste Hydrographie und Bewertung der Fließgewässerabschnitte durch Bioindikatoren (Artenzahl und Diversität von Mollusken; Verweildauer exponierten Organismen). Deutlich ist zu erkennen, daß die Rossel für das Makrobenthos eine markante Verbreitungsgrenze darstellt. Im Pelagial können exponierte Benthosorganismen länger überleben.



Längsprofil Saarbrücken-Endorf

24.6.75 7⁴⁵-13³⁰



Längsprofil Saarbrücken-Endorf

10.10.75 7⁴⁵-10¹⁵

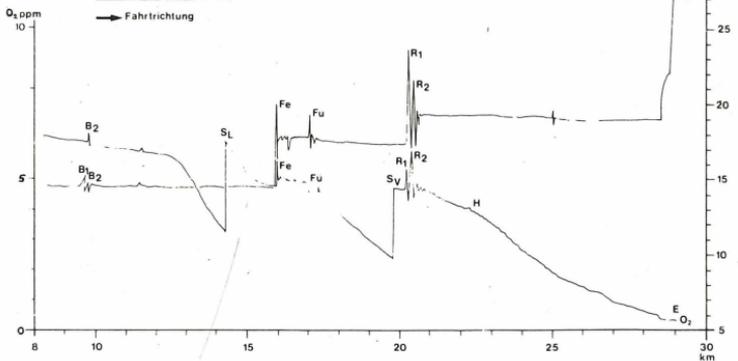
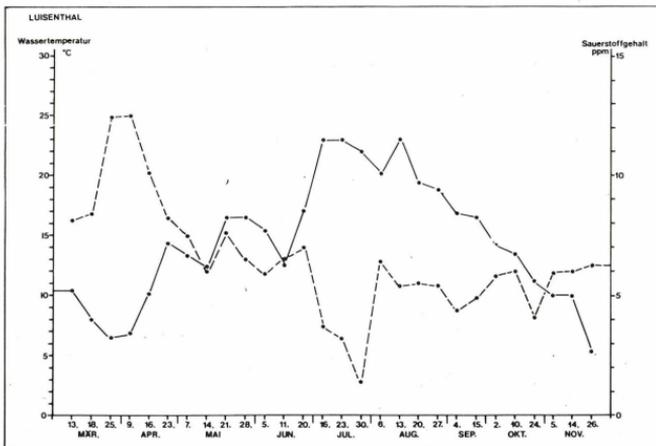
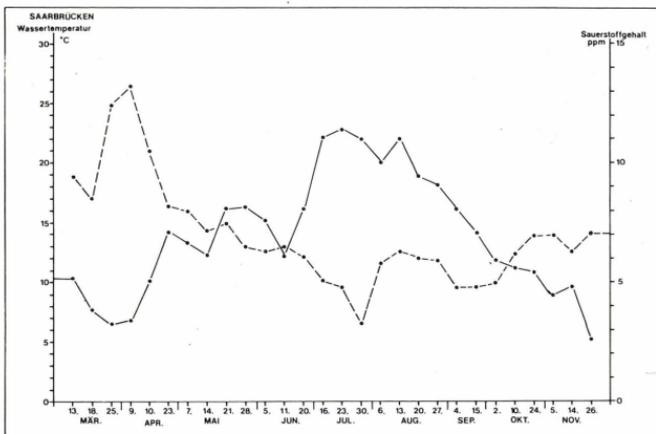
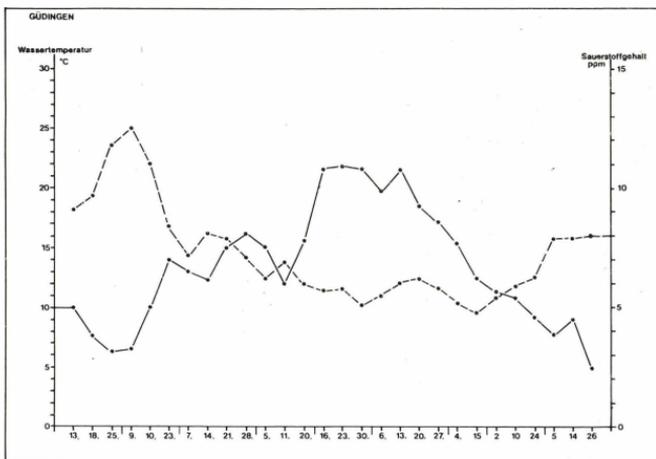


Abb. 2. Sauerstoff- und Temperaturprofile der Saar von Saarbrücken bis Endorf im März (Hochwasser), Juni und Oktober 1975. Die sprunghafte Erhöhung der Sauerstoffwerte ist auf Wehre (SL = Schleuse Luisenthal; SV = Schleuse Völklingen) zurückzuführen, die Erhöhung der Temperaturwerte auf Thermalanlagen (B₁, B₂ = Burbacher Hütte; Fe = Kraftwerk Fenne; Fü = Fürstenhausen; R₁, R₂, R₃ = Röchling-Burbach; H = Hostenbach; E = Kraftwerk Endorf).



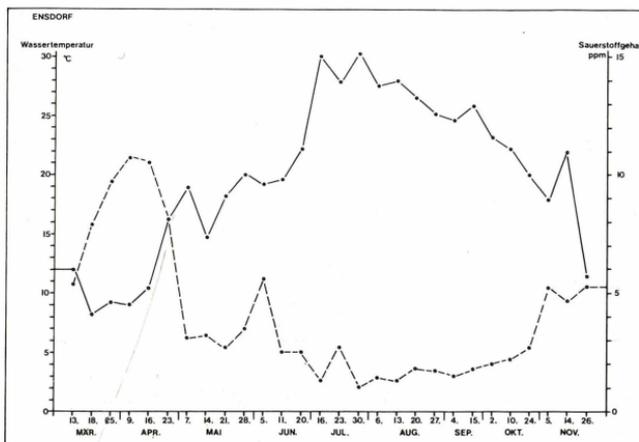
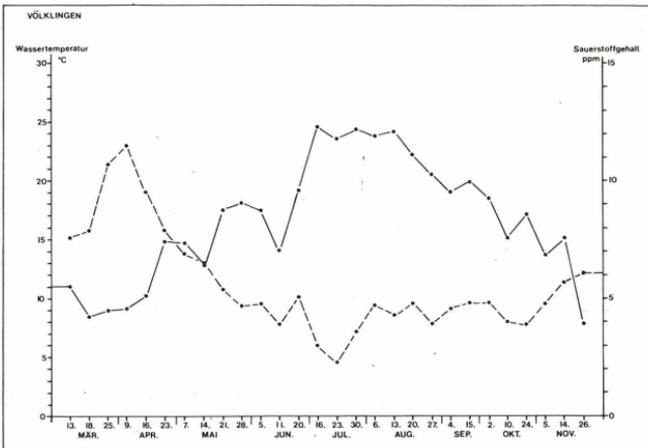
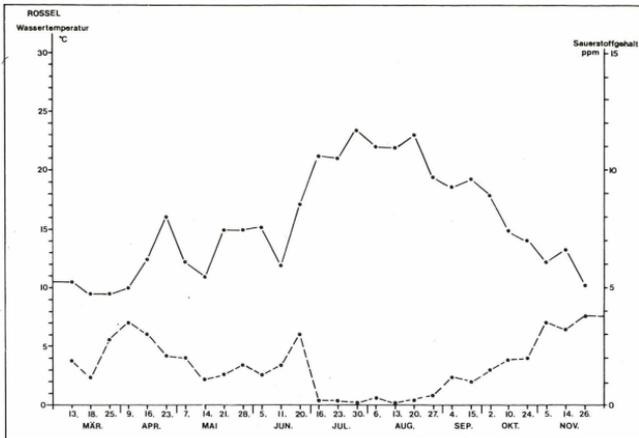


Abb. 4. Verlauf der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes an der Rosseleinmündung (oben), bei Völklingen (Mitte) und bei Enseldorf (unten).

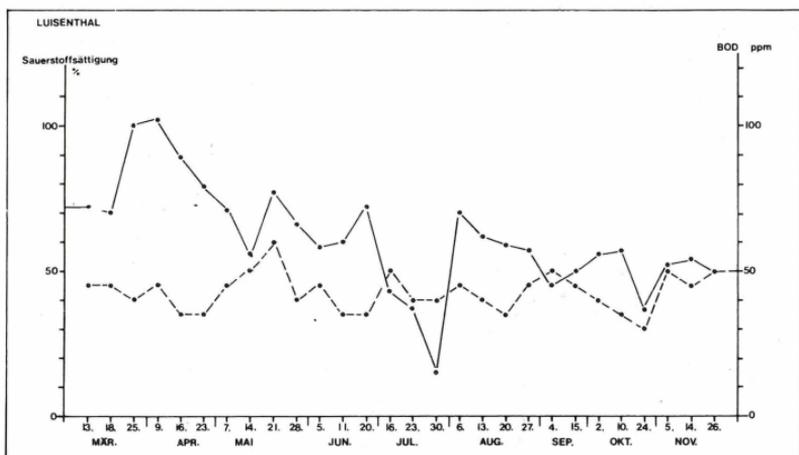
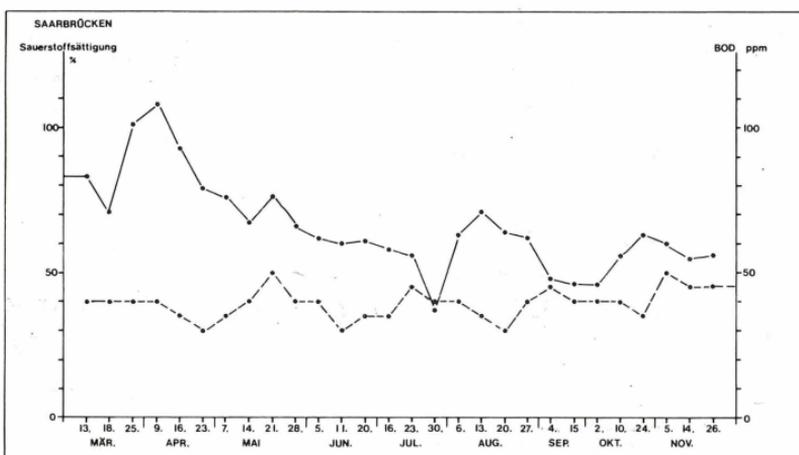
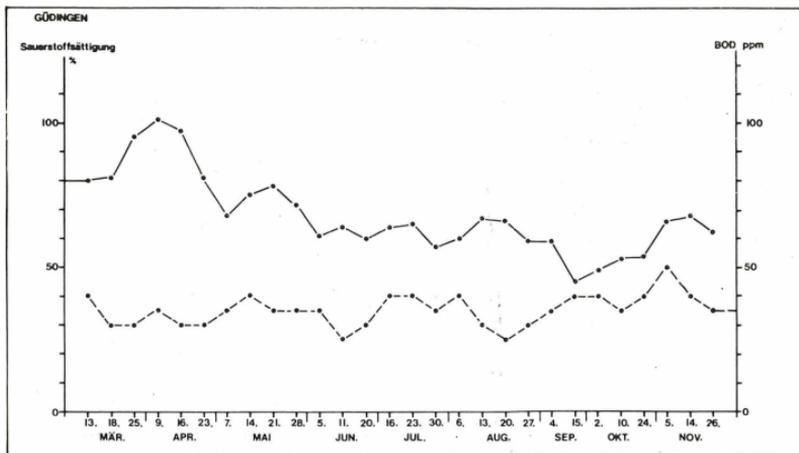


Abb. 5. Verlauf der Sauerstoffsättigung von Güdigen (oben), Saarbrücken (Mitte) und Luisenthal (unten).

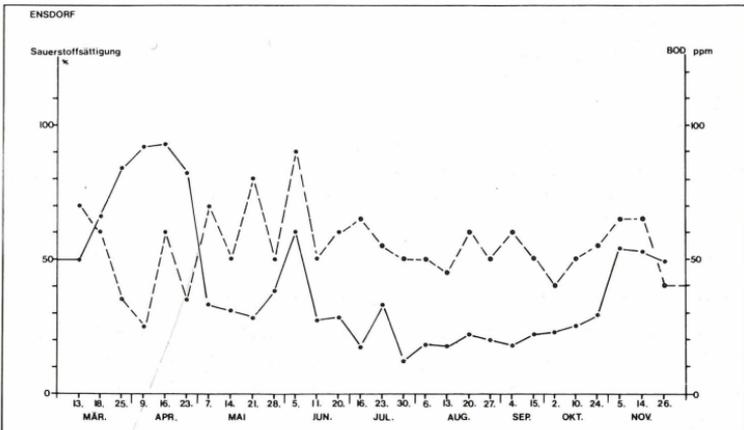
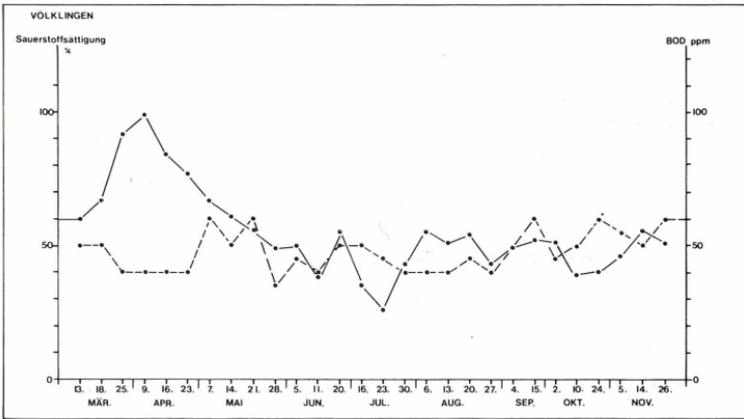
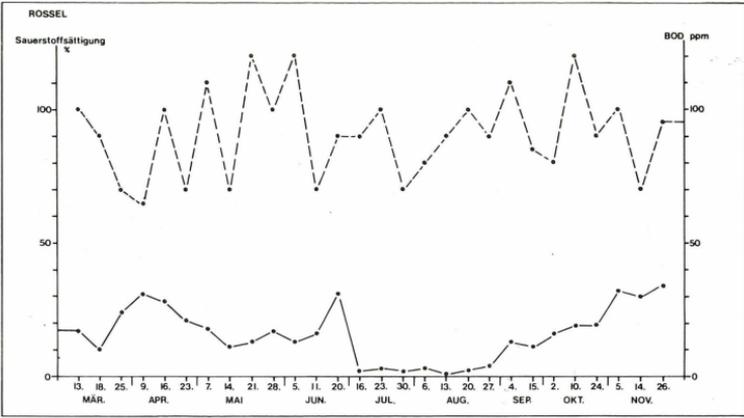


Abb. 6. Verlauf der Sauerstoffsättigung an der Rosseleinmündung (oben), bei Völklingen (Mitte) und bei Ens Dorf (unten).

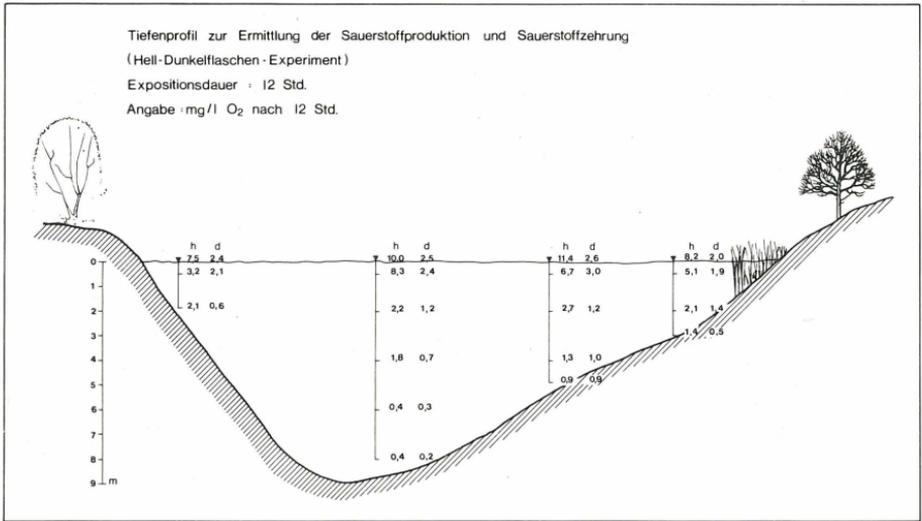
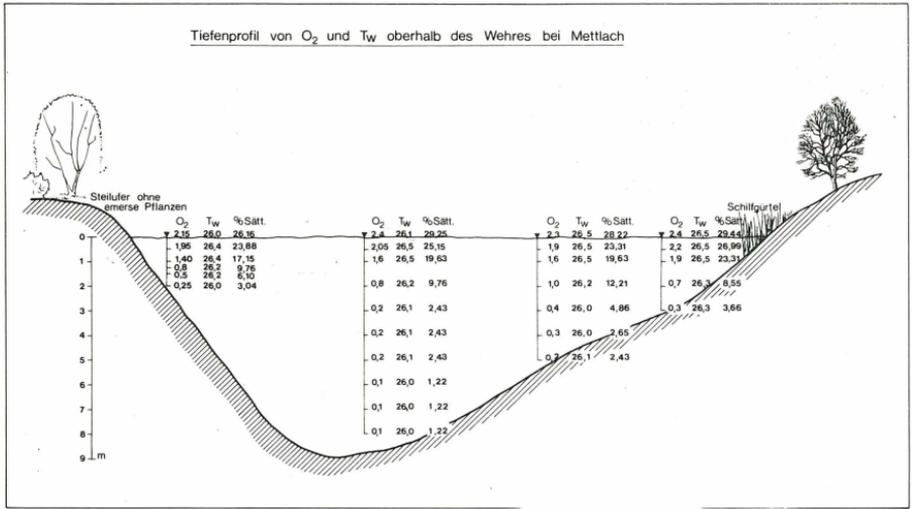


Abb. 7. Sauerstoff- und Temperaturprofil im Bereich des Stauwehres von Mettlach (oben). Durch Hell-Dunkelflaschen-Versuche wurde von Studenten im Rahmen eines Biogeographischen Praktikums die Sauerstoffproduktion und -zehrung bestimmt (unten).

leiter von Spitzenlast-Kraftwerken und eisenverarbeitender Industrie bewirken sprunghafte Wassertemperaturerhöhungen. Der vorhandene Wasserkörper und die zwischen den einzelnen Thermenleitungen vorhandenen Regenerationsstrecken reichen nicht aus, um eine näherungsweise Angleichung an die Ausgangstemperatur zu gewährleisten.

Die Folgen der chemisch-physikalischen Gesamtbelastung auf den Sauerstoffhaushalt sind unverkennbar. Bei pessimalen Außenbedingungen (Niedrigwasser, hohe Lufttemperaturen) sinken die Sauerstoffwerte stellenweise unter die Nach-

weisbarkeitsgrenze, β - und oligosaprobe Zuflüsse „verbessern“ flußabwärts nur die pelagialen, nicht jedoch die benthalen Bedingungen (Staubereich von Mettlach).

II. Diversitätsuntersuchungen und Expositionstests

Zwischen chemisch-physikalischer Belastung und Verbreitungsstrukturen der limnischen Organismen bestehen enge Koinzidenzen. Mit der Einleitung der Rossel in die Saar bei Völklingen verschwinden die benthalen Crustaceen und Gastropoden. Über weniger belastete Zuflüsse (u.a. Nied, Steinbach, Wellesbach) werden einzelne Arten in die Saar verdriftet, wo sie jedoch nach Ergebnissen aus Laboruntersuchungen nach kurzer Zeit absterben. Zur gütemäßigen Bewertung dieses Fließgewässerabschnittes werden deshalb in Boxen exponierte Organismen eingesetzt, bei denen die negativen benthalen Faktoren reduziert werden. In durch Makrobenthos kennzeichnaren Bereichen wird die Kenntnis der ökologischen Valenz der Organismen bzw. die Speziesdiversität als Belastungskriterium verwandt.

1. Diversitätsuntersuchungen

Diskussionen auf dem Intecol-Congreß 1974 in Den Hague und eigene Befunde (MÜLLER et al. 1975, NAGEL 1975) verdeutlichten Möglichkeiten und Grenzen von Diversitätsanalysen. Als generelle Aussage läßt sich begründen, daß sich die Speziesdiversität eines Systems bei anthropogener Belastung, allein durch Veränderung der relativen Abundanzen der „systemeigenen“ Organismen, im allgemeinen

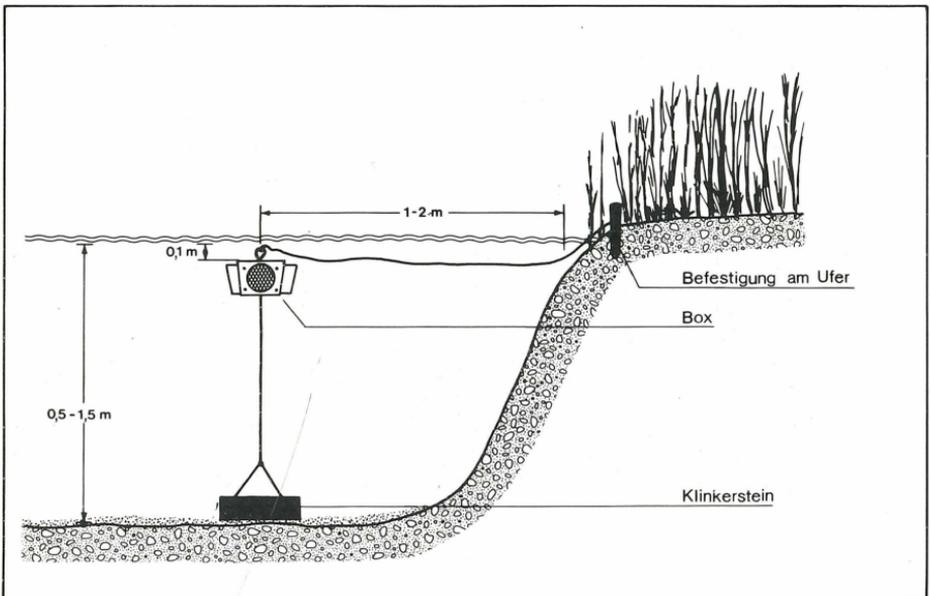


Abb. 8. Schematische Darstellung der Befestigung von Boxen zur Exposition von Fischen, Crustaceen und Mollusken.

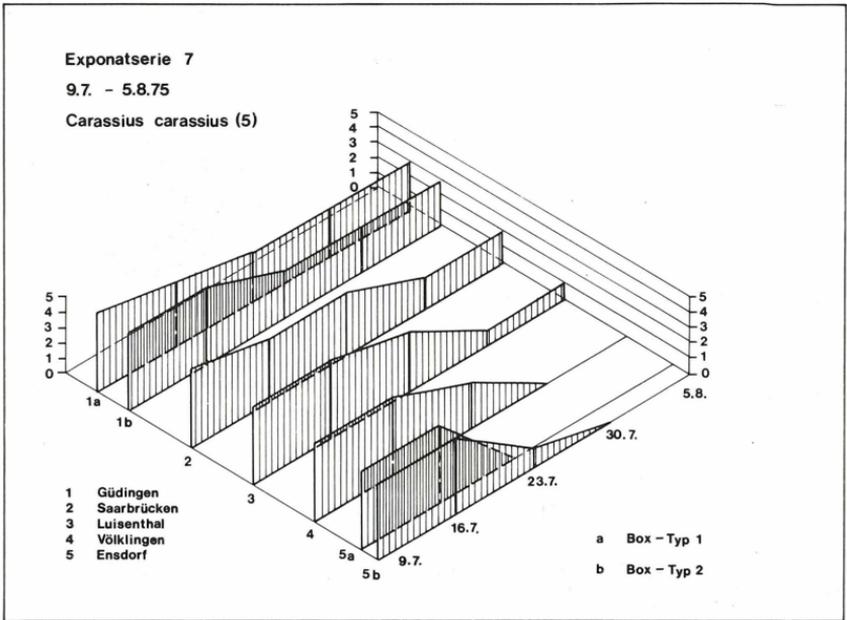
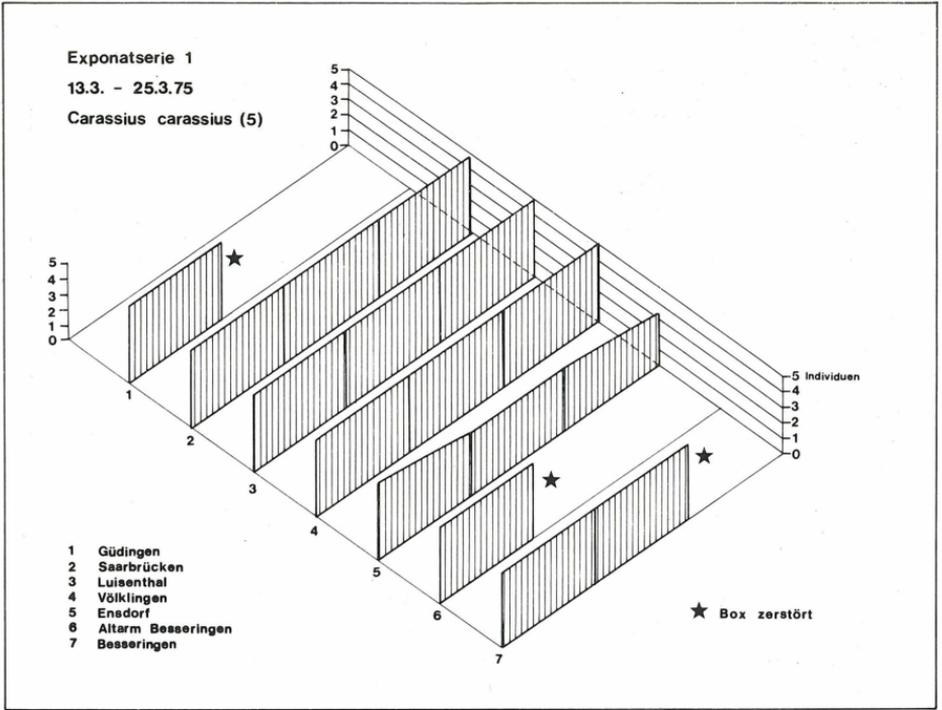


Abb. 9. Verweildauer von einsömrrigen (exponierten) *Carassius carassius* (Pisces) im März (Hochwasser) und Juli/August 1975 (Niedrigwasser) in der Saar.

verringern wird. Zwischen Güdingen und Völklingen wird die Verbreitung der Benthosbiozöten nicht nur durch die chemisch-physikalische Belastung sondern ebenfalls durch die Strukturbesonderheiten des Ufers und die wechselnden Strömungsgeschwindigkeiten mitbestimmt (SCHÄFER 1975). Die Beurteilung des Belastungsgrades mit physikalisch-chemischen Methoden stimmt jedoch weitgehend mit den Diversitätsanalysen (im Sinne von SHANNON/WIENER) der benthalen Molluskenpopulationen überein (Abb. 1).

2. Expositionstest

Diversitätsanalysen reichen jedoch für sich allein genommen zur Bewertung nicht aus. Deshalb werden zur weiteren Kennzeichnung der Flußqualität Tests mit in Boxen exponierten Organismen durchgeführt. Analog etwa dem Immissionswirkungskatasters von Nordrhein-Westfalen (SCHÖNBECK & VAN HAUT 1974, PRINZ 1975, MÜLLER 1975), erwarten wir von exponierten Organismen die Antwort auf 2 Fragen:

- a) Wie reagieren exponierte Tiere in unterschiedlich belasteten Gewässerabschnitten? (Vitalitätstests; Untersuchungen zur unterschiedlichen Produktivität).
- b) Welche Stoffe werden von den Organismen aufgenommen (evtl. auch in ihnen angereichert) bzw. führen zu diagnostizierbaren Wirkungen?

Für die Freilandtests werden verschiedene Boxentypen verwandt, die sich besonders durch ihre Volumina und ihre vom Außenmilieu unterschiedlich abweichenden Innenwerte (u.a. O₂) unterscheiden. Sie sind auf die biologischen Besonderheiten der Versuchstiere (Mollusken, Fische) abgestimmt. Ihre Exposition in den Fluß erfolgt nach einem festgelegten Muster an Expositionsstandorten mit vergleichbarem Wasserkörper und Strömungsgeschwindigkeit (Wehre, Schleusen, Pegelstationen).

Unterschiedliche Überlebensraten der exponierten Organismen verdeutlichen neben dem Einfluß der chemisch-physikalischen Belastung auch jenen der hydrographischen Bedingungen. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten und geringe Wassertiefe führen zu einer Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes der Rhithralstrecken von Ens Dorf bis Merzig und im Anschluß an das Mettlacher Kraftwerk bis zum Rückstau des Moselkraftwerkes bei Trier (der sich bis etwa 4 km in die Saar hinein deutlich bemerkbar macht). Die Verbesserung dieser Milieubedingungen wird durch das erneute Auftreten von *Potamogeton pectinatus* verdeutlicht.

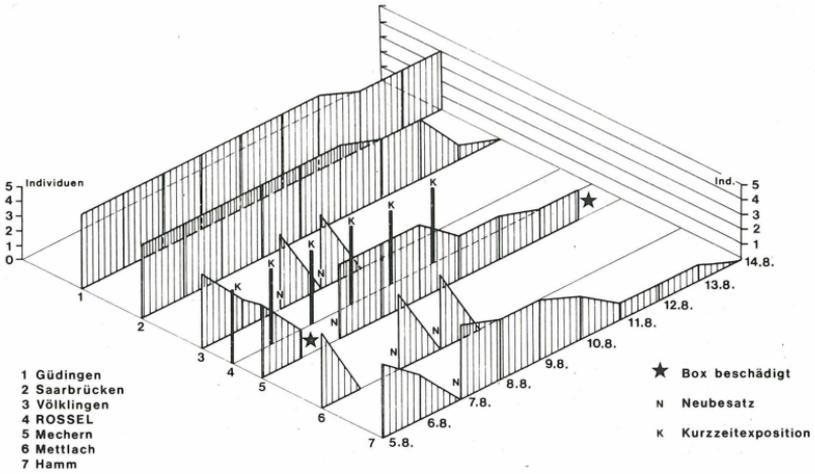
Die Expositionstests zeigen zugleich, daß im unteren Saarabschnitt erhebliche qualitative Unterschiede zwischen Pelagial (Sauerstofftagesgang mit geringer Amplitude) und Benthos bestehen.

Während die aus Nebenflüssen in die Saar verdrifteten Mollusken im durch *Tubifex*-kolonien gekennzeichneten Benthos rasch absterben, überleben 20–40% der exponierten Tiere in der Freiwasserzone. Größere Expositions-kammern werden in Zukunft eingesetzt um den Zusammenhang zwischen Biomassenzuwachs (z.B. bei Fischen), Populationsproduktivität (Gonadenreifung, Zahl der geschlüpften Eier) und Gewässerbelastung zu definieren.

Exponatserie 8.1

5.8. - 14.8.75

Cyprinus carpio (5)



Exponatserie 8.2

5.8. - 14.8.75

Viviparus viviparus (3)

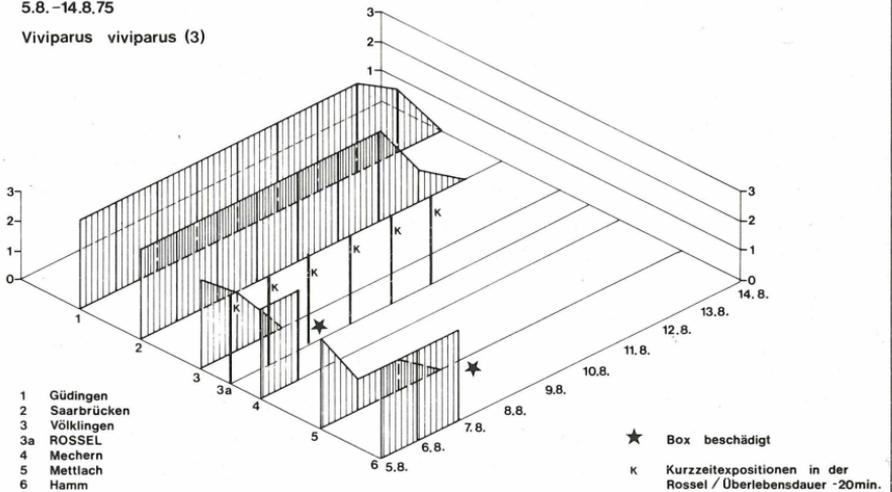


Abb. 10. Ergebnisse einer Exponatserie im Juli/August 1975 mit einsömmrigen *Cyprinus carpio* (Pisces) und *Viviparus viviparus* (Mollusca) in der Saar.

Expositionsserie 7

Radix peregra
20m unterhalb Thermalteinleiter „Kraftwerk Ens Dorf“

Datum	Zeit Kontrollzeit	Verweildauer (lebende Ex./Zeit)	
		linkes Saarufer	rechtes Saarufer
7.6.	12 ⁰⁰	20	20
8.6.	15 ⁰⁰	18	18
9.6.	18 ⁰⁰	14	5
10.6.	17 ³⁰	13	4

Expositionsserie 14

Cyprinus carpio (einsömrig)
5 m unterhalb Thermalteinleiter „Kraftwerk Ens Dorf“

Datum	Zeit Kontrollzeit	Station linkes Ufer		Station rechtes Ufer	
		T _{Saarwasser}	leb.Cypriniden	T _{Einleiter}	leb.Cypriniden
26.7.	18 ⁰⁰	24,5 °C	5	22,5 °C	5
27.7.	11 ³⁰	24	5	20,5	5
28.7.	16 ⁰⁰	26,5	3	55	4
29.7.	17 ³⁰	26,5	2	36	-
30.7.	16 ⁰⁰	27	2	34	-
31.7.	20 ⁰⁰	27,5	2	29,5	-
1.8.	6 ⁰⁰	27,5	2	29	-
2.8.	11 ⁰⁰	-	1	-	-
3.8.	16 ⁰⁰	-	-	-	-

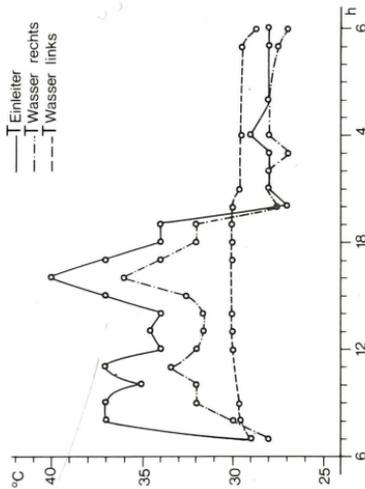


Abb. 11. Ergebnisse einer Expositionsserie mit *Radix peregra* (Mollusca) und einsömrigem *Cyprinus carpio* (Pisces) in der Saar unterhalb des Thermalteinleiters vom Kraftwerk Ens Dorf. Es wurden Organismen sowohl auf dem linken als auch auf dem rechten Saarufer (Wärmeeinleiter) exponiert und deren Verweildauer bestimmt (Entwurf: Fr. ZEIGER).

LITERATUR

- MÜLLER, P. (1974): Aspects of Zoogeography. Junk, The Hague, pp. 208.
- MÜLLER, P. (1975): Ökologische Kriterien für die Raum- und Stadtplanung. *Umwelt-Saar* 1974: 6–51.
- MÜLLER, P., U. KLOMANN, P. NAGEL, H. REIS & A. SCHÄFER (1975): Indikatorwert unterschiedlicher biotischer Diversität im Verdichtungsraum von Saarbrücken. Verhdl. Ges. Ökol. Erlangen. Junk, The Hague.
- NAGEL, P. (1975): Studien zur Ökologie und Chorologie der Coleopteren (Insecta) xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raumes mit besonderer Berücksichtigung der die Bodenoberfläche besiedelnden Arten. Dissertation, Saarbrücken.
- PRINZ, B. (1975): Immissionswirkungskataster in NordrheinWestfalen als Planungskriterium. *Umwelt-Saar* 1974.
- SCHÄFER, A. (1975): Die Bedeutung der Saarbelastung für die Arealdynamik und Struktur von Molluskenpopulationen. Dissertation, Saarbrücken.
- SCHÖNBECK, H. & H. VAN HAUT (1974): Methoden zur Erstellung eines Wirkungskatasters für Luftverunreinigungen durch pflanzliche Indikatoren. Verhdl. Ges. f. Ökol. Saarbrücken 1973, Junk, The Hague.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. P. MÜLLER & Dr. A. SCHÄFER, Biogeographie, Universität des Saarlandes, 66 Saarbrücken.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: [5_1976](#)

Autor(en)/Author(s): Schäfer Alois, Müller Paul

Artikel/Article: [Auswirkungen der Saarbebelastung auf die Speziesdiversität von Benthosbiozöosen und die Verweildauer exponierter Organismen 277-290](#)