8. JAHRGANG
HEFT 3-4
AUGUST 1976

Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland

HERAUSGEGEBEN
VON DER
ARBEITSGEMEINSCHAFT
FÜR TIER- UND PFLANZENGEOGRAPHISCHE HEIMATFORSCHUNG IM SAARLAND

ARBEIT AUS DER ABTEILUNG FÜR BIOGEOGRAPHIE

Diversitätsanalysen von Molluskenpopulationen und Expositionstests als Kriterien für die Darstellung ökologischer Probleme der Saarkanalisierung

von ALOIS SCHÄFER

In den Diskussionen um einen Gesamtausbau der Saar stehen seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts wirtschaftspolitische Erwägungen und Argumente im Vordergrund. Dabei geht es im wesentlichen um die Verbesserung der Standortslage für die saarländische Schwerindustrie und den Bergbau. Anfangs bedeutete die alleinige Orientierung der saarländischen Wirtschaft nach Frankreich, die wegen der damaligen politischen Verhältnisse und dem daraus resultierenden Wasserstraßenanschluß an das französische Kanalsystem zwangsläufig bestand, eine beträchtliche Einschränkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen deutschen Industriezentren. Daher forderte die saarländische Wirtschaft nach der Teilkanalisierung der Saar bis Ensdorf(1871) den Ausbau der gesamten Saar und die Kanalisierung der Mosel bis nach Koblenz. Diese Forderungen waren Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen zwischen Vertretern der saarländischen Wirtschaft und der Deutschen Reichsregierung(SAARLÄNDISCHES LANDESARCHIV, Inventarnummern: 168, 677, 679, 685, 686, 688, 689, 692). Die politischen und territorialen Folgen des Ersten Weltkrieges beendeten zunächst die Diskussionen um den Saarausbau, die Forderungen der saarländischen Wirtschaft nach einem Wasserstraßenanschluß nach Deutschland blieben aber weiterhin bestehen(SAARLÄNDISCHES LANDESARCHIV, Inv. Nr: 676).
Die Planungsgrundlagen und die Argumentationen um die 1975 begonnene Saarkanalisierung unterscheiden sich nicht wesentlich von denen vor dem Ersten Weltkrieg. An dieser Stelle sollen daher ökologische Probleme der Kanalisierung angesprochen werden, die beim Ausbau eines derart hoch belasteten Flusses ebenfalls ein entscheidender Planungsfaktor sein sollten.

Die industrielle Entwicklung und die derzeitige Wirtschaftsstruktur des Saarlandes bedingen die gegenwärtige Saarbelastung. Wesentliche Faktoren sind dabei die Aufheizung des Flusses durch Kühlwassereinleitungen, die Zufuhr von Abwässern aus Gemeinden und Industriebetrieben, sowie Schlammfrachten aus Kohleaufbereitungsanlagen saarländischer und lothringischer Gruben. Diese Belastung bedeutet eine einschneidende Veränderung des Stoffhaushaltes und der Lebensgemeinschaften der mittleren und unteren Saar. Als Hauptbelastungsabschnitt ist der Bereich Saarbrücken - Ensdorf anzusehen. Der hohe Grad der Belastung wird dadurch ersichtlich, daß der gesamte unterhalb dieser Strecke liegende Saarabschnitt nachhaltig geschädigt ist. Die Gütekarte der Saar (Abb. 1) zeigt außerdem, daß die Einmündung sauberer Nebenflüsse wie Nied, Wellesbach, Steinbach usw. nur unwesentliche, räumlich eng begrenzte Verbesserungen bringen können.

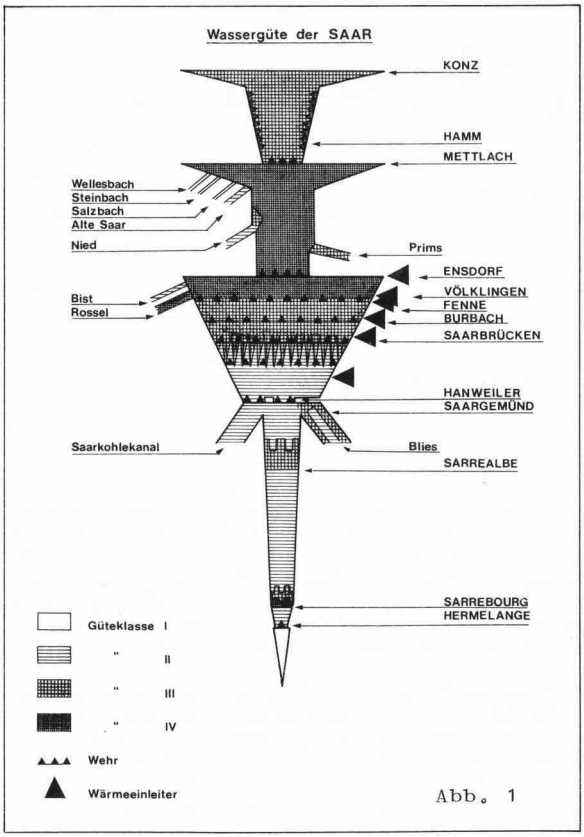


Abb. 1

 Abb. 1

Unter diesen Voraussetzungen gewinnt die Frage nach möglichen positiven oder negativen ökologischen Folgen der Saarkanalisierung eine entscheidende Bedeutung. Glücklicherweise erlaubt der derzeitige Teilausbau, mit einem Wechsel von Stauabschnitten und ungestauten Strecken, vergleichende Untersuchungen über die Auswirkungen der Belastung in hydrographisch unterschiedlichen Flußregionen der mittleren und unteren Saar. Die Stauhaltung schafft künstlich Unterlaufsbedingungen, die durch langsame Strömung, große Wassertiefe, schlammigen Untergrund und hohe Amplituden der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes gekennzeichnet sind. Charakteristisch für ungestaute, mittellaufähnliche Flußabschnitte sind schnelle Strömung, starke Verwirbelung des Wassers mit hoher Anreicherungsrate an Luftsauerstoff, grober Untergrund, geringe Wassertiefe und ein ausgeglichener Sauerstoff- und Temperaturhaushalt. Die folgenden Fotos zeigen typische Ausschnitte aus den hydrographisch unterschiedlichen Zonen der mittleren Saar.

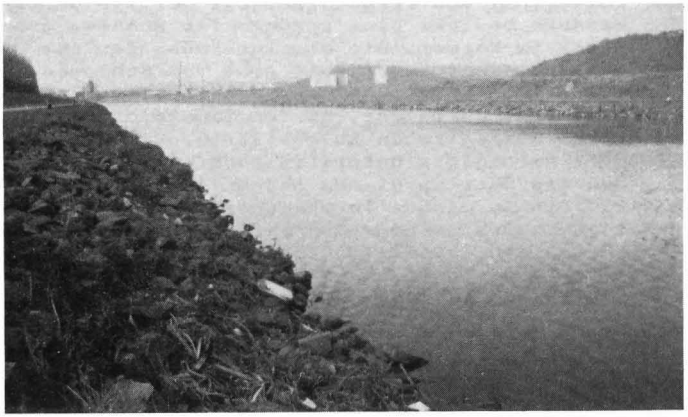


Foto 1: Saar bei Saarbrücken - St. Arnual(Stauabschnitt)

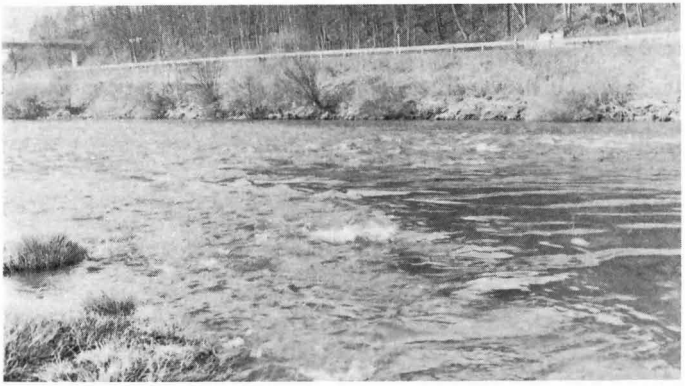


Foto 2: Saar bei Fremersdorf (mittellaufähnlicher Abschnitt)

Grundlage dieser vergleichenden Untersuchungen ist die Kenntnis der gegenwärtigen Belastungssituation der Saar. Am Beispiel des Sauerstoff- und Temperaturhaushaltes, einem wesentlichen Maßstab zur Gütebeurteilung eines Gewässers(SCHMITZ 1954, SCHWOERBEL 1974, TÜMPLING v. 1966, WUHRMANN, EICHENBERGER, KRÄHENHÜBEL und RUCHTI 1966), soll hier die Veränderung der Milieubedingungen im Bereich der mittleren Saar verdeutlicht werden. Eine Gesamtbetrachtung des Belastungsgefüges würde den Rahmen dieser Abhandlung sprengen.
Längsprofile zwischen Saarbrücken und Ensdorf zeigen die Veränderungen des Sauerstoffhaushaltes der mittleren Saar. Unter ungünstigen Bedingungen (Niedrigwasser, hohe Lufttemperaturen) erreichen die Meßwerte die Nachweisbarkeitsgrenze, das heißt, das Wasser ist sauerstoffrei. Allein dieser Wert stellt eine Verbreitungsgrenze für alle sauerstoffabhängigen Wasserorganismen dar, sofern sie nicht durch besondere Anpassung an derartige Bedingungen den Luftsauerstoff verwerten können. Der Kurvenverlauf des Profils vom 10. Oktober 1975 (Abb. 2) zeigt den Einfluß der Verwirbelungsstrecken unmittelbar im Anschluß an die Wehre Saarbrücken, Luisenthal und Völklingen. Die heftige Durchmischung des Wassers bewirkt eine sprunghafte Zunahme des Sauerstoffgehaltes im Wasser. Die absolute Höhe der Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff geht von Schleuse zu Schleuse zurück. Das bedeutet, daß der eingebrachte Sauerstoff bei weitem nicht ausreicht, um den Sauerstoffhaushalt dieser Saarstrecke ausgeglichen zu gestalten, wie die Meßwerte bei Ensdorf nachhaltig unterstreichen.
Hinzu kommt, daß die Saar in diesem Abschnitt sehr stark aufgeheizt wird. Die zu dichte Aufeinanderfolge von Kraftwerken und Hütten bewirkt eine sprunghafte Temperaturzunahme der Saar nach den jeweiligen Kühlwassereinleitungen. Diese Erhöhung der Wassertemperatur wirkt sich nachhaltig auf den Sauerstoffhaushalt aus. Nach der Van der Hoff - Regel steigt bei einer Temperaturzunahme um 10° (in einem bestimmten Temperaturbereich) der Stoffumsatz der Organismen um das doppelte bis vierfache an. Das bedeutet, daß die sauerstoffzehrenden Abbauvorgänge organischer Substanzen durch die vermehrte Tätigkeit der Bakterien sehr stark zunehmen. Zu dem erhöhten Sauerstoffbedarf der Organismen kommt hinzu, daß nach den allgemeinen Gasgesetzen die Löslichkeit von Sauerstoff mit steigender Wassertemperatur abnimmt. Einer verringerten Aufnahmerate steht ein erhöhter Bedarf gegenüber. Es zeigt sich in diesem Saarabschnitt, daß die gleichzeitige Belastung mit Abwässern und die Einleitung von Kühlwässern den Sauerstoffhaushalt streckenweise zum Erliegen bringt. Diese Zusammenhänge sind ein Aspekt aus der Vielzahl von Belastungsfaktoren, die auf die Lebensgemeinschaften der mittleren und unteren Saar einwirken.

Abb. 2: Längsprofil SAARBRÜCKEN - ENSDORF vom 10.10.75
Es bedeuten: Bu = Hütte Burbach, Lu = Schleuse Luisenthal, Fe = Kraftwerk Fenne, Fü = Kokerei Fürstenhausen, Vö = Schleuse Völklingen, Rö = Hütte Völklingen, En = Kraftwerk Ensdorf

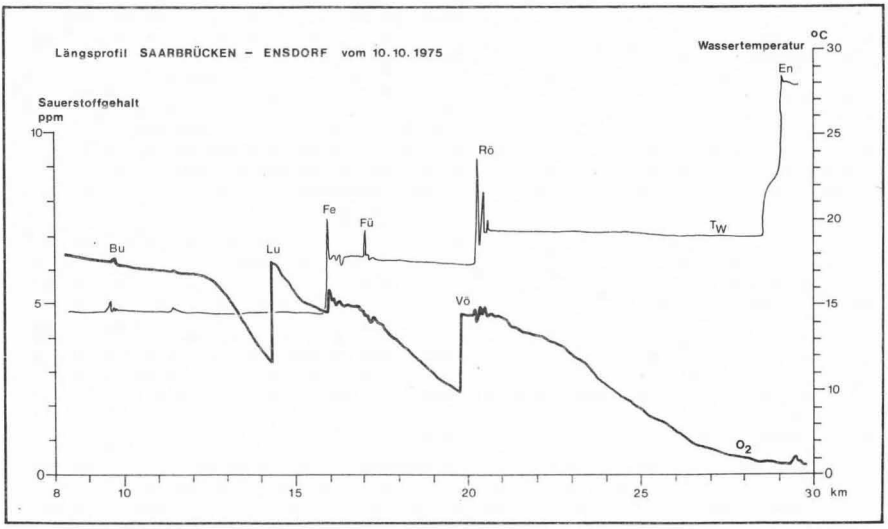

Längsprofil SAARBRÜCKEN – ENSDORF vom 10.10.1975
Wassertemperatur
°C
Sauerstoffgehalt
ppm
Bu
Lu
Fe
Fü
Rö
Vö
En
T_W
O_2
10
5
0
30
25
20
15
10
0
8
10
15
20
25
30 km

Abb. 2

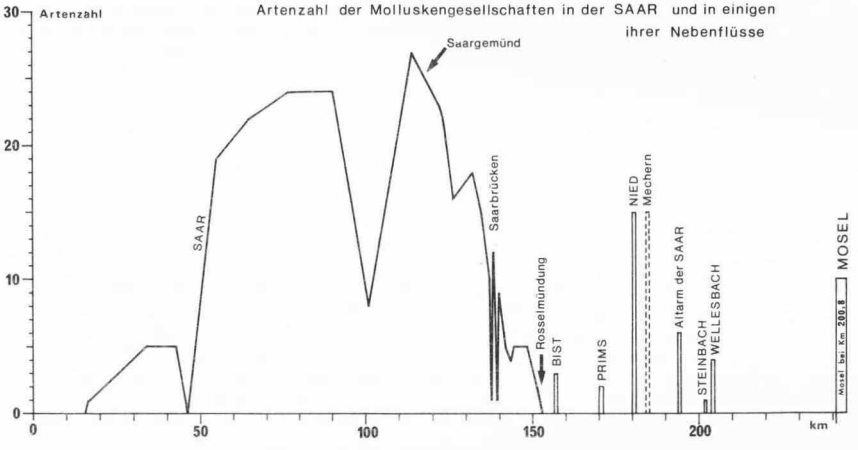

Artenzahl der Molluskengesellschaften in der SAAR und in einigen ihrer Nebenflüsse
Artenzahl
30
20
10
0
Saargemünd
SAAR
Saarbrücken
Rosselmündung
BIST
PRIMS
NIED
Mechern
Altarm der SAAR
STEINBACH
WELLESBACH
MOSEL
Mosel bei Km 200,8
0
50
100
150
200
km

Abb.3

Die Reaktionen von Lebensgemeinschaften auf Belastungen des Vorfluters dienen in der biologischen Gütebeurteilung als Bewertungskriterium. Die nach außen hin sichtbaren Veränderungen der Biozönosen sind der Ausdruck einer systemeigenen Umwandlung der Wechselbeziehungen zwischen den Organismen. Als Kriterien zur Erfassung solcher Strukturänderungen gelten die Artenzahl und die Abundanzstruktur von Biozönosen belasteter Standorte im Vergleich zu unbelasteten oder weniger belasteten Stellen im Gewässer. THIENEMANN (1918, 1920) verdeutlicht die Aussagefähigkeit dieser Beschreibungsparameter zur Charakterisierung des Zustandes von Lebensgemeinschaften und der sie umgebenden Milieubedingungen am Beispiel stehender Gewässer. Die quantitative Analyse von Biozönosen ist seit dieser grundlegenden Betrachtung Hauptbestandteil biologischer Beurteilungsmethoden(ELSTER 1966).

Die auffälligste Reaktion von Lebensgemeinschaften auf eine Verschlechterung der Umweltbedingungen ist der Rückgang der Artenzahl (empfindliche Arten sterben ab). Die darauf aufbauende biologische Beurteilungsmethode, der "Artenfehlbetrag" nach KOTHE(1962), bewertet die Abnahme der Artenzahl einer oder mehrerer Tier- und Pflanzengruppen im Vergleich zu unbelasteten Stellen im Gewässer als ein Maß für die Belastung. Mit dieser Methode lässt sich auch in der Saar die zunehmende Verarmung von Molluskengesellschaften im Bereich des Ballungsgebietes Saarbrücken - Völklingen zeigen. Die Artenzahlkurve macht deutlich, wie nachhaltig der Einfluß der hohen Belastung zwischen Saarbrücken und Ensdorf (hier vor allem die chemischen Schadstoffe aus der Rossel) die Lebensgemeinschaften des nachfolgenden Saarabschnittes bis zur Mündung bei Konz schädigt.

Schon die Populationen in sauberen Nebenflüssen führen zu keiner Wiederbesiedlung. Dies wird am Beispiel der Molluskenfauna der Nied besonders deutlich. Die Schalen der in der Nied vorkommenden 15 Molluskenarten werden bei Mechern angeschwemmt (Sandbänke in der Saar) und lagern sich dort ab. Es handelt sich dabei ausschließlich um totes Schalenmaterial. Das heißt, alle aus der Nied in die Saar verdrifteten Mollusken sterben ab und werden flußabwärts abgetrieben(siehe Abb. 3).

Eigene Untersuchungen zeigen, daß eine Beurteilung von Belastungen mit Hilfe des Artenfehlbetrages lediglich eine Art "Grobabstimmung" ergibt, das heißt, eine Übersicht über Tendenzen vermitteln kann. Eine wesentlich genauere Darstellung der Auswirkungen von Belastungen des Vorfluters auf Biozönosen ist nur durch eine Einbeziehung quantitativer Veränderungen des Artengefüges möglich.

Abb. 3: Artenzahl der Molluskengesellschaften in der SAAR und in einigen ihrer Nebenflüsse
Die durchgezogene Kurve zeigt den Verlauf der Artenzahl von km 15(Abreschviller) bis zur Rosselmündung (Völklingen). Die oberhalb und unterhalb liegenden Saarabschnitte werden nicht von Mollusken besiedelt; im Oberlauf wegen hydrographischer Gegebenheiten, im unteren Abschnitt der Saar wegen der Auswirkungen der Saarbelastung.

Eine Methode, Artenzahl und Abundanzstruktur gleichwertig in eine Bewertung einzubeziehen, ist die Analyse der "Diversität" einer Lebensgemeinschaft.
Der Begriff "Diversität" beinhaltet mathematisch gesehen das Maß der "Entropie" eines Systems. "Entropie" ist (nach CLAUSIUS 1867) die Summe aller Verwandlungen, die stattgefunden haben, um das System in seinen gegenwärtigen Zustand zu bringen (zit. nach STUGREN 1974). Nach dem II. Hauptsatz der Thermodynamik werden durch energetische Vorgänge (Wärmeproduktion) in einem System Zustandsänderungen hervorgerufen, die sich von den jeweils vorangegangenen durch eine erhöhte Entropie, also durch eine ungeordnetere (zufälligere) Konfiguration von Systemelementen, unterscheiden. Der wahrscheinlichste Zustand eines Systems besteht in einer gänzlich ungeordneten Verteilung der Molekel (BOLTZMANN 1896 zit. nach STUGREN 1974).
In einem Ökosystem sind die Stoffwechselvorgänge innerhalb der Nahrungsketten als Entropiequellen anzusehen. Die Summe der energetischen Umwandlungen (der Grad der Entropie) ist damit abhängig von der Komplexität der Nahrungsketten. Diese Komplexität äußert sich in der physiognomischen Vielfalt der Lebensgemeinschaft, in ihrer "Strukturdiversität". Komponenten der "Strukturdiversität" sind die Anzahl der Arten und die relativen Abundanzen (d.h. die Verteilung der Individuen auf die Arten). Andererseits bilden die Interaktionen zwischen Organismen die Grundlage für den Aufbau von Regelmechanismen, die die Stoffumsetzungen innerhalb der Nahrungsketten koordinieren. Voraussetzung für die Errichtung und die Funktion von Regelkreisen ist die Eingabe, Weitergabe und Verwertung von Information. Dabei kann davon ausgegangen werden, daß die Qualität und Effektivität der Regelsysteme von der Vielfalt der Rückkopplungsprozesse abhängt.
Dies scheint ein Widerspruch zu den vorangegangenen Aussagen zu sein, in denen maximale Diversität mit maximaler Unordnung oder Mangel an Information gleichgesetzt wurde. Die mathematische Unvereinbarkeit von hoher Entropie (Diversität) und hoher Information durch die Beziehung: "in einem System ist hohe Entropie mit niedriger Information, niedrige Entropie mit hoher Information gekoppelt" (BRILLOUIN 1956), gilt nicht für belebte Systeme. PIELOU (1969) weist ausdrücklich darauf hin, daß bei der Betrachtung ökologischer Systeme nicht mit Entropie und Information als mathematische Zustandsfunktionen gearbeitet werden kann.
Die Bezugsparameter zur Berechnung der Diversität von Lebensgemeinschaften oder von Populationen sind, wie weiter oben aufgeführt, Artenzahl und die Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten (relative Abundanzen), also Strukturparameter. Im Gegensatz zu unbelebten Systemen ist bei Organismengesellschaften die äußerlich sichtbare Vielfalt nicht der Ausdruck einer Unordnung im Sinne von Mangel an systemeigener Information. Eine Erklärung dafür ist, daß die Systemelemente belebter Systeme in der Lage sind, eine Selbstorganisation in weniger komplexem Milieu aufrecht zu erhalten. Organismen sind offene Systeme, die mit ihrer Umwelt in einem Fließgleichgewicht stehen. Voraussetzung dafür ist der Besitz von Information. Sie ist in Form der genetischen Ausstattung und deren Erscheinungsformen (Allele) in jeder Art enthalten. Dadurch erhöht jede am Stoffumsatz beteiligte Art durch ihren genetischen Input die Gesamtinformation des Systems zur Durchführung von Regelprozessen. Je mehr Arten also in die Nahrungsketten eingeschaltet sind, umso größer ist die potentiell verwertbare Information des Gesamtsystems.

Die Diversität einer Lebensgemeinschaft steigt mit der Vielfalt der Interaktionen zwischen den Organismen. Da der Aufbau einer Biozönose von der Zusammensetzung der Umweltfaktoren abhängt, kann die Diversität als Maßstab für die Heterogenität des Milieus angesehen werden. Eine Diversitätsanalyse kann daher die von THIENEMANN formulierten Zusammenhänge zwischen der Vielfalt von Milieubedingungen und der Mannigfaltigkeit der in ihnen lebenden Biozönose quantitativ erfassen. THIENEMANN weist darauf hin, daß die hohe Dominanz weniger Umweltfaktoren (z.B. die allochtone Zufuhr von organischen Stoffen in Form von Haushaltsabwässern) eine Verarmung der Lebensgemeinschaft verursacht. Die am besten an diese Bedingungen angepaßten Organismen zeigen eine Massenentwicklung, während alle anderen mehr oder weniger zurückgedrängt werden. Die Zunahme der Belastung führt damit zu einer steigenden Einengung und Verarmung des Lebensraumes, die bei Überschreitung der tolerierbaren Lebensbedingungen zu einer Vernichtung der Biozönosen führt. Die unterschiedlichen Belastungsfaktoren sind in ihrer homogenisierenden Wirkung gleichzusetzen, wenn auch die Ursachen der Verarmung von Lebensgemeinschaften oder Populationen von Fall zu Fall verschieden sind. Thermaleinleiter und die Zufuhr von organischem, abbaubarem Abwasser zum Beispiel beeinflussen den Sauerstoff- und Temperaturhaushalt eines Gewässers, der seinerseits Auswirkungen auf die im Wasser lebenden Organismen hat. Im Gegensatz dazu wirken toxische Substanzen direkt auf Lebewesen ein. Das Resultat ist in jedem Fall gleich: die steigende Belastung ist mit einer zunehmenden Verarmung der Lebensgemeinschaften verbunden.

Um den Einfluß von Belastungen eines Vorfluters auf die Struktur von Organismengesellschaften darstellen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen gegeben sein, um die Auswirkungen der Belastung von denen anderer Faktoren (z.B. Hydrographie) des Gewässers zu trennen (NAGEL 1976). Am Beispiel der Molluskenpopulationen der mittleren Saar sollen hier die wesentlichen Voraussetzungen für die Anwendung von Diversitätsanalysen an Benthospopulationen zur Darstellung der Belastung eines Vorfluters genannt werden. Diese Bedingungen gelten im Prinzip auch für andere Tier- und Pflanzengruppen, müssen aber im einzelnen auf die spezifischen Eigenschaften der bearbeiteten Gruppe abgestimmt werden (vgl. MACAN 1958, ANT 1967).

Bei der Bearbeitung von Molluskenpopulationen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Erfassung absoluter Individuenzahlen pro Flächeneinheit
- vergleichbares Substrat (homogene Uferbeschaffenheit)
- geringe, laminare Strömung (möglichst geringe Verdriftung)
- zeitweilige Absenkung des Wasserspiegels (Freilegung ausreichend großer Uferabschnitte zur Durchführung quantitativer Besammlungen).

Diese Voraussetzungen sind im Bereich der mittleren Saar in idealer Weise gegeben. Durch den Teilausbau sind zwischen Saargemünd und Ensdorf, also im Hauptbelastungsabschnitt, ähnliche Ufersubstrate in Form von Steinschüttungen oder lockerer Uferpflasterung gegeben. Die kurzen, mit Stahlplanken befestigten Uferabschnitte (Untersuchungsflächen Nr. 16, 19) fallen von vorne herein für Diversitätsuntersuchungen aus, da sich hier nur eine Art, Dreissena polymorpha (Pallas 1771), halten kann. Außerdem schließt die langsame Strömung (durchschnittlich 0,1 - 0,2 m/sec) im Stauabschnitt eine Verdriftung nahezu aus.

Ein Problem stellt die Auswahl einer geeigneten Sammelmethode dar. In natürlichen Gewässern ist wegen der mosaikartigen Verteilung der Substrate (ANT 1967a) eine Erfassung absoluter Individuenzahlen pro Flächeneinheit nicht immer möglich. Man verwendet Schätzmethoden verschiedenster Art, um eine quantitative Erfassung der Biozönosen mit Hilfe von Abundanzklassen zu ermöglichen (KNÖPP 1955; TÜMPLING v. 1960; ELSTER 1966; ANT 1967b, 1972; SCHÄFER 1975).

Dabei werden die Häufigkeiten der Arten für die unterschiedlichen Subtrattypen getrennt aufgeführt. Diese Methode verbessert die Vergleichbarkeit der Besammlungen hydrographisch unterschiedlich strukturierter Fundorte.
Eine Übersicht über Subtrattypen in einem Fließgewässer gibt ANT (1967) in seiner Bearbeitung der Lippe.

Als Grundlage für Diversitätsberechnungen sind diese Ergebnisse nicht ausreichend. Geeignet ist nur die "Bottom Sampling" Methode (MACAN 1958), bei der ein Uferabschnitt oder ein Bachquerschnitt vollständig abgesammelt wird. Für diese Art der Besammlung ist der Stauabschnitt ebenfalls ausgezeichnet geeignet, da in einem Abstand von 5 Jahren die Wehre gelegt werden und der Wasserspiegel um (durchschnittlich) 1,5 m gesenkt wird. Sowohl die bodenbewohnenden als auch die auf den Wasserpflanzen lebenden Arten werden von dem schnell sinkenden Wasser überrascht und sterben auf dem Substrat ab. Die auf dem trockengefallenen Ufer liegenden Schalen stellen die Projektion der in der Wassersäule über dem besammelten Uferabschnitt lebenden Molluskenpopulationen dar. Denn die homogene Struktur des Substrates bewirkt eine gleichmäßige Verteilung des Schalenmaterials auf dem Ufer. Lokale Anhäufungen von Schalen (Gespülse, Geniste usw.), die die Abundanzverhältnisse verfälschen könnten, sind kaum vorhanden. Außerdem ist der trockengefallene Uferabschnitt ausreichend groß, um pro Untersuchungsstelle eine genügend große Anzahl repräsentiver Besammlungsflächen abzugrenzen. In der Regel wurden 3 Flächen von 1 m^2 pro Untersuchungsstelle besammelt. Damit war eine exakte quantitative Erfassung der Molluskengesellschaften gewährleistet.

Neben den hydrographischen Bedingungen ist der Zeitraum der Entwicklung einer Lebensgemeinschaft entscheidend für den Aufbau ihrer Struktur (vgl. NAGEL 1976). Zeitliche Differenzen können in dem betrachteten Saarabschnitt ebenfalls ausgeschlossen werden,

da nach dem Wiederaufstau alle im Stauabschnitt lebenden Biozönosen den gleichen Zeitraum für ihre Regeneration zur Verfügung haben. Unter diesen Voraussetzungen können Strukturunterschiede von Molluskenpopulationen innerhalb des Ballungsraumes Saarbrücken-Völklingen (unterhalb der Rosselmündung fehlen Mollusken) als Indikator für die Belastungssituation gewertet werden.

Zur Berechnung der Diversität wurde die Formel nach SHANNON und WIENER (SHANNON 1948, WIENER 1948, PIELOU 1969, SCHÄFER 1975, NAGEL 1976) verwendet.

Tabelle der Diversitätswerte und Artenzahlen der Untersuchungsflächen zwischen Saarbrücken und Völklingen (vgl. Abb. 4):

Untersuchungsfläche (Nummer)		Artenzahl	Ind./m^2	H_S - Wert
Saarbrücken-St. Arnual	(14)	15	279	1,866
" Undine	(15)	10	127	1,693
" Bismarckbrücke	(17)	12	140	1,964
" Amtsgericht	(18)	12	184	1,500
" Wilhelm-Heinrich-Brücke	(20)	9	85	1,540
" Luisenbrücke	(21)	7	78	1,825
" Schleuse	(22)	6	70	1,547
" Haus der Gesundheit	(23)	6	167	1,474
" Messegelände	(24)	5	100	1,316
" Burbacher Hütte	(25)	4	32	1,117
" Kanuclub Burbach	(26)	5	84	1,288
Völklingen-Luisenthal	(27)	5	93	0,885
" Schleuse	(28)	2	15	0,500

Die Graphik zeigt die Ähnlichkeit des Verlaufs beider Kurven, die auf Grund der Reaktionsformen von Lebensgemeinschaften zu erwarten ist. Die Bedeutung der Diversitätsanalysen als "Feinabstimmung" wird im Bereich Burbach-Luisenthal sichtbar. Obwohl die Artenzahl gleich bleibt, sinkt die Diversität der Molluskengesellschaften und zeigt dadurch die zunehmende Belastung in diesem Abschnitt an (Pfeil). Dieses Ergebnis deckt sich genau mit den chemisch-physikalischen Messungen, von denen an dieser Stelle nur der Sauerstoff- und Temperaturhaushalt angesprochen wurde (vgl. Abb. 2). Diese Übereinstimmung unterstreicht die Bedeutung von quantitativen Erfassungsmethoden für eine Bewertung von Belastungssituationen in Oberflächengewässern. Eine Synthese (Abbildung 1) von chemisch-physikalischen Messungen und biologischen Beurteilungsmethoden ergibt ein Gesamtbild von der ökologischen Situation eines Gewässers.

Abb. 4: Die Graphik zeigt die Artenzahlen und Diversitätswerte (H_S-Werte) der Molluskenpopulationen in der Saar zwischen Saarbrücken-St.Arnual und Völklingen. Der gestrichelte Teil der Artenzahlkurve verbindet die Fundorte 15 und 17, sowie die Stellen 18 und 20. Die dazwischen liegenden Untersuchungsstellen fallen für eine Bewertung der Wasserqualität aus, da hier die Uferbefestigung mit Stahlplanken für die Artenzahl (1) entscheidend ist.

STRUKTUR VON MOLLUSKENPOPULATIONEN IN DER MITTLEREN SAAR

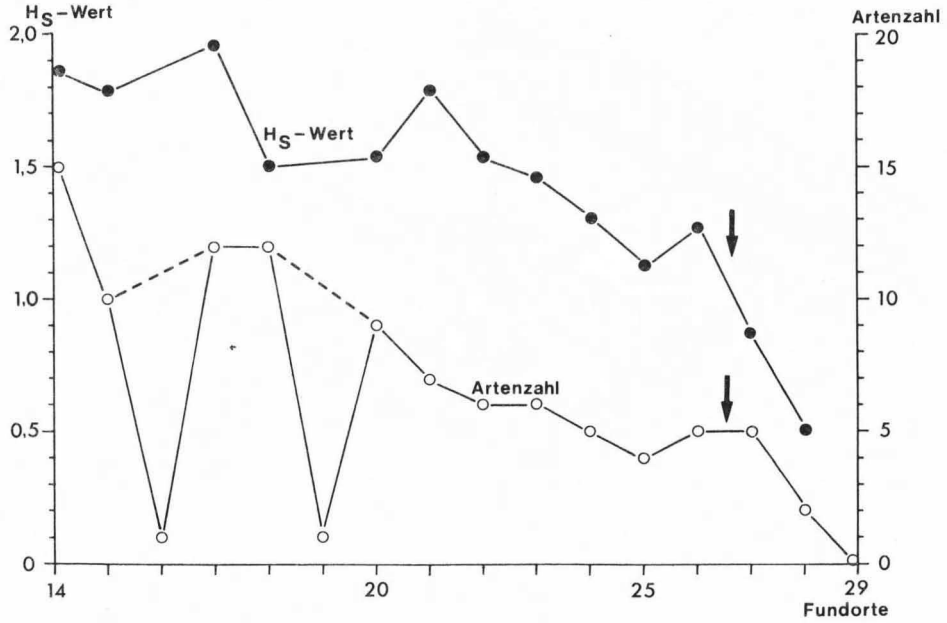


Abb. 4

Die biologische Beurteilungsmethode mit Hilfe von Diversitätsanalysen endet selbstverständlich dort, wo keine Lebensgemeinschaften mehr vorhanden sind. Im Falle der Saar fällt die Verbreitungsgrenze der meisten Tier- und Pflanzenarten mit der Einmündung der Rossel zusammen. Damit scheiden vergleichbare Diversitätsuntersuchungen im unteren Saarabschnitt aus. Um eine Aussage über die Wasserqualität der Saar unterhalb der Rosselmündung zu ermöglichen, wurden zur Ergänzung chemischer und physikalischer Untersuchungen Expositionstests mit Fischen und Schnecken durchgeführt. Die Anlage der Versuchsreihen erfolgte so, daß besonders die $U_n$terschiede zwischen Staustrecken und ungestauten Abschnitten der unteren Saar herausgearbeitet werden konnten. Bewertet wurden zunächst die Überlebensraten der ausgesetzten Tiere. Die Tests haben aber darüber hinaus eine weitere Bedeutung für die Erforschung der von den Tieren aufgenommenen Schadstoffe und deren diagnostizierbaren Wirkungen auf die exponierten Organismen (MÜLLER + SCHÄFER 1976). Für die hier angeschnittene Frage nach den Auswirkungen der Saarkanalisierung zeigen die Überlebensraten eindeutige Ergebnisse.

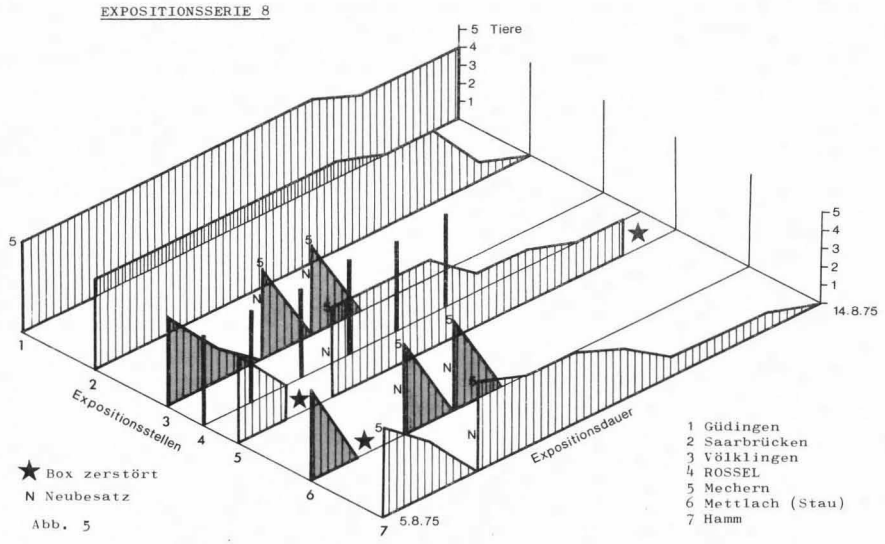


Abb. 5

Die Untersuchungen verdeutlichen, wie sich die unterschiedliche Flußbeschaffenheit (Staustrecke, ungestauter Abschnitt) auf die Überlebensrate der ausgesetzten Tiere auswirkt. Die Testreihen ergaben, daß vor allem die besseren Sauerstoffverhältnisse in den schnell fließenden Abschnitten der Saar (Stelle 5 Mechern und 7 Hamm) diese ungleich höhere Überlebensdauer bewirkten. In den Stauabschnitten wird dagegen der durch die Wehre eingetragene Sauerstoff sehr rasch aufgezehrt, ohne durch genügend Sauerstoff aus der Luft ersetzt zu werden. Die Ergebnisse der Expositionsuntersuchungen lassen den Schluß zu, daß sich durch den Wegfall der schnell fließenden "Sauerstoffeintragsstrecken" und der dadurch bedingten Verminderung der Selbstreinigungsfähigkeit der Saar die Wasserqualität nach der Kanalisierung deutlich verschlechtern wird, wenn die derzeitige Belastung der mittleren und unteren Saar bestehen bleibt. Hinzu kommt, daß sich die ohnehin schon sehr langsame Strömungsgeschwindigkeit der Saar in den Stauabschnitten von derzeit 0,1 bis 0,2 m/sec (je nach Wasserführung) durch die Vergrößerung des Wasserkörpers (Vertiefung der Fahrrinne) auf durchschnittlich 0,04 m/sec verringern wird. Innerhalb dieser Spanne sinkt die Aufnahmerate von Sauerstoff aus der Luft (durch Austauschvorgänge an der Kontaktzone Luft-Wasser) um ein vielfaches. Daraus folgt, daß sich der Sauerstoffhaushalt der Saar insgesamt verschlechtern wird, wenn die derzeitige Zehrungsintensität - hervorgerufen durch die organischen Abwässer und den Kohleschlamm - nicht vermindert werden kann.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie die Wasserbeschaffenheit der Saar aussehen muß, um bei einer Stauhaltung der gesamten Saar keine negativen ökologischen Folgen befürchten zu müssen.

Auch auf diese Frage geben die Diversitätsanalysen und Expositionsuntersuchungen eine eindeutige Antwort (Abb. 6).

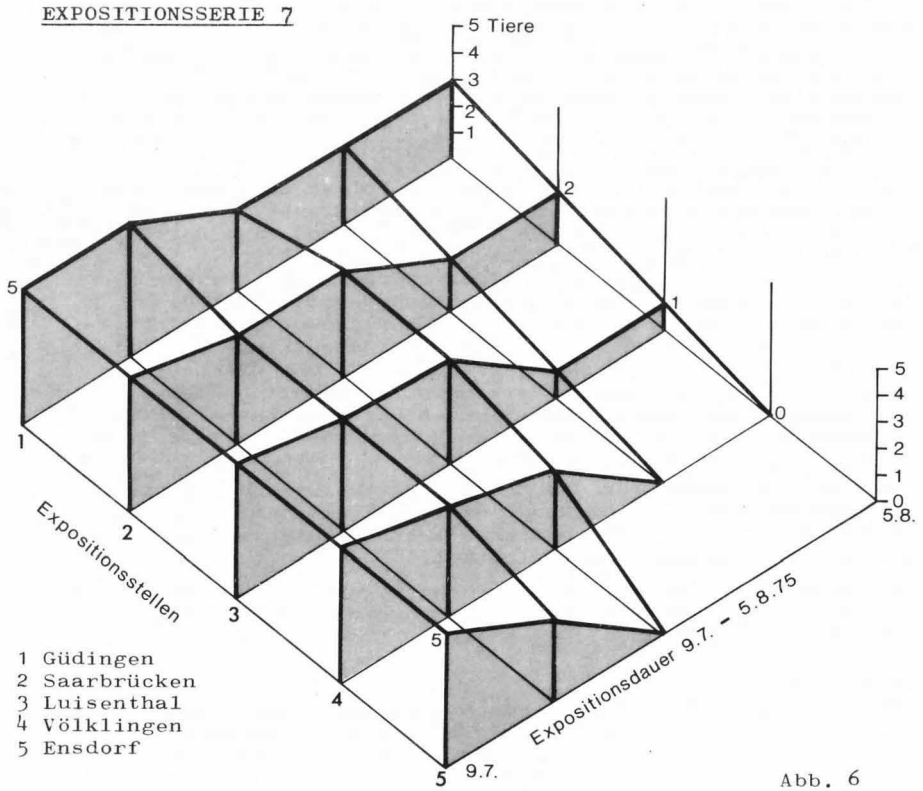


Abb. 6

Der Abschnitt mit der vergleichbar höchsten Diversität und den höchsten Überlebensraten liegt im Bereich Saarbrücken-St. Arnual und Güdingen. Beide biologischen Untersuchungsmethoden Diversitätsuntersuchungen und Expositionstests, zeigen die geringe Schädigung der hier lebenden Organismengesellschaften und ausgesetzter Tiere. Die Gesamtanalyse für diesen Saarabschnitt ergibt die Güteklasse II (schwach belastet; vgl. Abb. 1). Diese Gütestufe wird in der Wasserwirtschaft als Ziel der Sanierung unserer Oberflächengewässer angesehen. Unsere Untersuchungsergebnisse bestätigen die Bedeutung dieser Zielsetzung.
Die Bemühungen der zuständigen Behörden gehen folgerichtig dahin, die Belastung der Saar durch eine Intensivierung der Abwasserreinigung auf diese Stufe zu verringern. Ohne diese gewiß sehr kostenintensiven Maßnahmen können negative Folgen der Saarkanalisierung für die Wasserqualität und die Lebensgemeinschaften der Saar kaum vermieden werden. Eine sinnvolle Ergänzung zu den wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist eine Ufergestaltung der kanalisierten Saar, die Lebensgemeinschaften Existenzmöglichkeiten bietet und damit die Selbstreinigungs-

kraft des Flusses erhält. Weiterhin können offengehaltene Seitenarme als Regenerationszonen für eventuelle Kalamitäten eine weitere Absicherung für die Erhaltung intakter Lebensgemeinschaften in der gesamten Saar sein. Diese zuletzt genannten Maßnahmen können allerdings nur dann sinnvoll sein, wenn die Belastung der Saar deutlich gesenkt wird. Im gegenwärtigen Belastungszustand bewirken, wie sich am Beispiel der Nied eindeutig zeigen läßt, die Einmündung sauberer Nebenflüsse keine Regeneration der Lebensgemeinschaften. Daraus folgt, daß nur ein sinnvolles Zusammenwirken von wasserwirtschaftlichen und ökologischen Sanierungsmaßnahmen die Wasserqualität der Saar soweit verbessern kann, daß keine negativen Folgen der Kanalisierung befürchtet werden müssen. Die Bedeutung dieses Problems ist allerdings von zuständiger Seite erkannt und wird durch entsprechende Vorhaben in der Planung berücksichtigt.
Von ökologischer Seite bleibt allerdings die Forderung nach der Einrichtung geeigneter Überwachungssysteme für die kanalisierte Saar bestehen. Diese Überwachung ist erforderlich, um schon während der einzelnen Ausbauphasen nachteilige Entwicklungen für die Wasserqualität und die Lebensgemeinschaften der Saar zu erkennen. Eine entscheidende Bedeutung kommt diesen ökologischen Untersuchungen z.B. im Zusammenhang mit der zukünftigen Nutzung der Saar als Trinkwasserreservoir zu.
Geeignete Methoden für die Erstellung ökologischer Überwachungssysteme im Rahmen der Saarkanalisierung wurden an dieser Stelle dargelegt und ihre Aussagefähigkeit für derartige Problemstellungen erläutert.

Die hier beschriebenen Untersuchungen wurden im Rahmen eines von der EG geförderten Forschungsprogrammes durchgeführt (MÜLLER & SCHÄFER 1976).

Literatur

ANT, H. (1967a): Korrelierte Artengruppen und Mosaikkomplexe im Bereich des Fließwasserbenthos. Schriftenr.f.Vegetationskunde 2: 193-204.

--- (1967b): Die aquatische Uferfauna der Lippe. Abb.Landesmus.Naturkde. 29 : 1-24.

--- (1972) : Hinweise für hydrobiologische Untersuchungen. Hamm.

BRILLOUIN L. (1956): Science and information theory. New York 1956.

ELSTER, H.J. (1966): Über die limnologischen Grundlagen der biologischen Gewässerbeurteilung in Mitteleuropa. Verh.int.Ver.Limnol. 16 : 759-785.

KNÖPP, H. (1955): Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluteruntersuchungen. Erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. Wasserwirtschaft 45 : 9-15.

KOTHE, P. (1962): Der "Artenfehlbetrag", ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen. Dt.Gew.Mitt. 6 : 60-65.

MACAN, T.T. (1958): Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. Mitt.int.Ver.Limnol. 8 : 1-21.

MÜLLER, P. und SCHÄFER, A. (1976): Diversitätsuntersuchungen und Expositionstests in der mittleren Saar. Forum Umwelthygiene (27) 2: 43-46.

NAGEL, P. (1976): Die Darstellung der Diversität von Biozönosen. Schriftenreihe Vegetationskunde 10 : 381-391.

PIELOU,E.C.(1969): An introduction to mathematical ecology. New York.

Saarländisches Landesarchiv

Inv.Nr.: 168: Die Kanalisierung der Mosel zwischen Metz und Koblenz und des Unterlaufs der Saar, 1907-1910.

--- Inv.Nr.: 676: "Der Saar-Pfalz-Kanal" Denkschrift über die Verkehrswünsche des Saargebietes (1927).

--- Inv.Nr.: 677: Hauptversammlung des Verbandes für die Kanalisierung der Mosel und der Saar vom 13. November 1910.

--- Inv.Nr.: 679: TILLE, A. (1907): Die Mosel- und Saarkanalisierung. Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen 13.

--- Inv.Nr.: 685: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Geschäftsbericht 1914/15.

--- Inv.Nr.: 686: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Bericht für 1916/17.

--- Inv.Nr.: 688: Die Verhandlungen über die Mosel- und Saarkanalisierung im Preußischen Abgeordnetenhaus vom 8. und 9. März 1912.

--- Inv.Nr.: 689: Die Verhandlungen über die Mosel- und Saarkanalisierung im Reichstag am 28. Februar 1914.

--- Inv.Nr.: 692: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Überblick über die Tätigkeit des Verbandes und den Stand der Kanalsache 1910.

SCHÄFER, A. (1975): Die Bedeutung der Saarbelastung für die Arealdynamik und Struktur von Molluskenpopulationen. Dissertation, Saarbrücken.

SCHMITZ, W. (1954): Grundlagen der Untersuchung der Temperaturverhältnisse in den Fließgewässern. Ber.limnol.Flußstat.Freudenthal 6 : 29-50.

SCHWOERBEL,J.(1974): Belastung, Stoff- und Energiefluß in Fließgewässern. Verh.Ges.Ökol.Saarbrücken 1973 : 107-115.

SHANNON,C.E. (1948): A mathematical theory of communications. Bell.System.Techn.Journ. 27 : 379-423, 623-656.

STUGREN,B. (1974): Grundlagen der allgemeinen Ökologie. Jena. 2. Auflage.

THIENEMANN, A. (1918): Lebensgemeinschaft und Lebensraum. Naturwiss.Wochenschrift N.F. 17 : 281-290 und 297-303.

THIENEMANN, A. (1920): Die Grundlagen der Biozönotik und MONARD's faunistische Prinzipien. Festschrift für ZSCHOKKE, Nr. 4 : 1-14.

TÜMPLING, W. von (1966): Über den Zusammenhang zwischen Saprobiezustand und Faktoren des Sauerstoffhaushaltes in Fließgewässern. Verh.int.Ver.Limnol. 16 : 860-870.

WIENER, N. (1948): Cybernetics. New York.

WUHRMANN, K., EICHENBERGER, E., KRÄHENHÜBEL, H.R. & RUCHTI, J. (1966): Modelluntersuchungen über die Selbstreinigung in Fließgewässern. Verh.int.Ver.Limnol. 16 : 897-905.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Alois Schäfer
Universität
6.4 Biogeographie
6600 Saarbrücken 11

Contribution à l'étude hydrobiologique des eaux superficielles du Bassin Rhin-Meuse.

IV: Cours supérieur et affluents de la Sarre

par JEAN-FRANCOIS PIERRE

Résumé: Etude de la flore algale de la Sarre et de deux de ses affluents la Nied et la Roselle. L'existence du gisement salifère lorrain induit la présence d'espèces halophiles dans la Sarre, les eaux très polluées de la Rosselle n'abritant plus que quelques Diatomées polysaprobes ou saprophytes.

Zusammenfassung: Es wurde eine Untersuchung der Algenflora der Saar und zweier ihrer Nebenflüsse, der Nied und der Rossel, vorgenommen. Aufgrund des lothringischen Salzlagers ist in der Saar das Vorhandensein halophiler Arten zu beobachten, während in den stark belasteten Gewässern der Rossel nur noch einige polysaprobe oder saprophytische Diatomeen leben.

Dans le cadre d'une étude générale des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse, nous avons examiné 20 prélèvements provenant de 5 stations situées sur la partie francaise du cours de la
16 Sarre et de deux de ses affluents, la Nied et la Roselle (fig.1).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 8_3-4_1976

Autor(en)/Author(s): Schäfer Alois

Artikel/Article: Diversitätsanalysen von Molluskenpopulationen und Expositionstests als Kriterien für die Darstellung ökologischer Problem der Saarkanalisierung 1-16