Mitt. Pollichia	64	76-109	13 Abb.	11 Tab.	Bad Dürkheim/Pfalz 1976 ISSN 0341-9665

Ulrich SCHMIDT

Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung des Planktons in zwei Altwässern des Naturschutzgebietes „Hördter Rheinaue"

Kurzfassung

SCHMIDT, U. (1976): Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung des Planktons in zwei Altwässern des Naturschutzgebietes „Hördter Rheinaue". — Mitt. Pollichia **64**: 76—109, Bad Dürkheim/Pfalz.

Zwei unterschiedliche Altwässer des Rheins im Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue" (Kreis Germersheim, Rheinland-Pfalz, Bundesrepublik Deutschland) wurden 1973 und 1974 hinsichtlich ihrer jahreszeitlichen Verteilung von Phyto- und Zooplankton untersucht. Die durch die unterschiedliche Geomorphologie und Hydrologie der Altwässer z. T. divergierenden physikalischen und chemischen Verhältnisse ihres Wasserkörpers wurden begleitend gemessen und zur Beurteilung der Entwicklung des Planktons hinzugezogen. Der Zustand der Gewässer ist derzeit aus biologischer Sicht nicht zufriedenstellend. Eine Verbesserung erscheint dringend notwendig. Lösungsmöglichkeiten werden diskutiert.

Abstract

SCHMIDT, U. (1976): Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung des Planktons in zwei Altwässern des Naturschutzgebietes „Hördter Rheinaue" [Comparison of seasonal distribution of the plancton in two backwater areas of the Rhine River in the natural preserve „Hördter Rheinaue"]. — Mitt. Pollichia **64**: 76—109, Bad Dürkheim/Pfalz.

In 1973 and 1974 the seasonal distribution of phyto- and zooplancton in two different backwater areas of the Rhine River in the natural preserve „Hördter Rheinaue" was investigated. The physical and chemical conditions of their water body partly diverging and caused by the different geomorphology and hydrology were measured. The results were used for the judgement of the plancton development. At present the situation of the backwaters is not satisfactory from the biological point of view. Proposals for urgently requested improvements are discussed.

Résumé

SCHMIDT, U. (1976): Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung des Planktons in zwei Altwässern des Naturschutzgebietes „Hördter Rheinaue". [Comparaison du cycle annuel du plancton dans deux vieux Rhin de la réserve naturelle d'„Hördter Rheinaue". — Mitt. Pollichia, **64**: 76—109, Bad Dürkheim/Pfalz.

En 1973 et 1974 les eaux de deux vieux Rhin ont été examinées dans la réserve naturelle d'„Hördter Rheinaue" en ce qui concerne leur distribution annuelle de phyto- et de zooplancton.

A caues de la différence de la géomorphologie et de l'hydrologie, les conditions physiques et chimiques qui divergent en partie de la constitution de leurs eaux, ont été mesurées. Les résultats ont été utilisés pour le jugement du développement du plancton. L'état des eaux au point de vue biologique est en ce moment insatisfaisant.

Une amélioration paraît absolument nécessaire.

Des propositions en ce qui concerne une solution du problème sont discutées.

Inhaltsübersicht

1. Einleitung 77
2. Geographische Lage, Probenstellen und Pegel 78
3. Methoden und Meßergebnisse 83
3.1. Physikalische Daten 83
3.1.1. Fließgeschwindigkeit 83
3.1.2. Abflußmenge (Durchflußmenge) 85
3.1.3. Lufttemperatur 87
3.1.4. Wassertemperatur 87
3.1.5. Sichttiefe 87
3.2. Chemische Daten 91
3.2.1. Wasserstoffionenkonzentration 91
3.2.2. Leitfähigkeit 92
3.2.3. Sauerstoffhaushalt 92
3.2.4. Abwässer, Belastungen 96
3.3. Plankton 98
3.3.1. Phytoplankton 98
3.3.2. Zooplankton 103
3.3.3. Diskussion der Planktondaten 105
4. Die Einflüsse der physikalischen und chemischen Daten auf die Planktonbesiedlungen 106
4.1. Leimersheim 106
4.2. Sondernheim 106
5. Diskussion 107
6. Literaturverzeichnis 109

1. Einleitung

Die Erforschung der Biologie des Oberrheins ist untrennbar mit LAUTERBORN (1893/1916—1918/1930, 1934, 1938) verbunden, der nach der Jahrhundertwende in umfassender Form eine Bestandsaufnahme der Fauna und der geographischen Besonderheiten des Oberrheingrabens und seiner Gewässer anfertigte. Seine besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Geographie und Faunistik der „Altrheine" — Begriff aus dem 12. Jahrhundert (MUSALL 1969) —, sichel- oder halbmondförmiger Gewässer, die in mehreren Generationen durch natürliche Mäanderverlegungen oder zuletzt durch die Rheinkorrektur entstanden sind.

v. MITIS (1938) machte den Versuch, den Begriff „Altwasser" allgemein zu definieren: „Ein Altwasser ist ein ruhendes Gewässer von See- oder Tümpel-, vorwiegend aber Weiherdimension, das aus einem Teil des Flußsystems (Nebenarm, Blinder und Toter Arm) hervorgegangen ist. Es steht mit den offenen Gerinnen nur über den dieses begleitenden Grundwasserstrom in Verbindung und erhält von diesem auch seine ausschließliche Speisung."

GROHS (1943) führte erstmals umfassende limnologische Untersuchungen an zwei Donau-Altwässern durch, bei denen er physikalische und chemische Faktoren einbezog. Seit dieser Zeit sind Augewässer limnologisch wenig untersucht und im speziellen Fall der Rheinaue seit LAUTERBORN nahezu nicht mehr erfaßt worden.

Der nachfolgende Beitrag soll zur Minderung des Daten-Defizits beitragen, indem er im Rahmen des von R. KINZELBACH durchgeführten Forschungsprogramms „Hördter Rheinaue" die Planktonbesiedlung in zwei nahe beieinanderliegenden Altrheinen vorstellt.

Obwohl es sich bei den beiden Untersuchungsgewässern streng nach der Definition (v. MITIS 1938) nicht um Altwässer handelt — der Leimersheimer Altrhein ist ein fließender Nebenarm, der Sondernheimer Altrhein wird von Bächen gespeist und hat einen Ausfluß zum Rhein —, werden die Begriffe Altwasser und Altrhein im folgenden gleichermaßen Verwendung finden. Die v. MITIS'sche Definition geht nämlich von idealen Bedingungen aus, die die Altrheine auf Grund der künstlichen Veränderungen der Auenlandschaft durch Rheinbegradigung, Eindeichung, Schleusen und Pumpwerke nicht oder nur unvollständig erfüllen.

Unzureichende Labormöglichkeiten und störende Faktoren (Hochwasser u. ä.) trugen dazu bei, daß das vorliegende Datenmaterial lückenhaft ist. Daher sind weitere Untersuchungen erforderlich. Sie besitzen bei wachsender Nutzung und Belastung von Rhein und Rheinaue neben ihrem dokumentarischen Eigenwert und ihrem Beitrag zur Typologie der Binnengewässer ein hohes praktisches Interesse (vgl. auch SCHÄFER 1973).

Vom 9. 3. 1973 an wurden in dreitätigen Arbeitsblocks (Freitag bis Sonntag) alle 14 Tage und an zusätzlichen Tagen Freilanduntersuchungen durchgeführt, die ein Jahr später im März 1974 abgeschlossen wurden. An insgesamt 104 Tagen im Freiland wurden allein für Fahrten zum, am und vom Untersuchungsgebiet ca. 12 000 km zurückgelegt. Dem Präsidenten der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz danke ich für die Ausstellung einer Sondergenehmigung für Fahrten am 2. und 16. 12. 1973 (§ 2 Abs. 2 Satz 2 der Verordnung über Fahrverbote und Geschwindigkeitsbegrenzungen für Motorkraftfahrzeuge vom 19. 11. 1973 — BGBl. I, S. 1676).

Besonderer Dank gilt der Dr.-Karl-Feldbausch-Stiftung, die im Auslands- und Dolmetscher-Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz in Germersheim einen Raum zur Verfügung stellte.

Dem Landesamt für Gewässerkunde Rheinland-Pfalz in Mainz danke ich für die freundliche Überlassung eines pH-Meters und eines Strömungsmessers (Ott-Flügel), der Wasser- und Schiffahrtsdirektion in Mainz für Temperatur- und Pegelwerte.

Zu Informationsgesprächen hielt ich mich zwei Tage im Limnologischen Institut der Universität Freiburg in Konstanz-Egg und einen Tag im Staatlichen Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung mit den Abteilungen Max-Auerbach-Institut in Konstanz-Staad und Eugen-Kauffmann-Institut in Langenargen auf. Mein Dank für die fruchtbaren Gespräche und Hinweise gilt gleichermaßen Herrn Prof. Dr. H.-J. ELSTER, Prof. Dr. J. SCHWOERBEL, Dr. LAMBERT, Dr. MÜLLER und Dr. U. TESSENOW (alle Konstanz-Egg); Herrn Prof. Dr. F. KIEFER, Dr. U. EINSLE und Dr. H. LEHN (alle Konstanz-Staad) sowie Herrn Dr. R. ZAHNER (Langenargen).

Herrn Prof. Dr. R. KINZELBACH danke ich für die Vergabe des Themas, für seine Unterstützung und Hilfe bei der Beschaffung von Geräten und Materialien und für seine rege Anteilnahme am Fortgang der Arbeit.

2. Geographische Lage, Probenstellen und Pegel

Das Untersuchungsgebiet liegt linksrheinisch im ehemals mäandrierenden Oberrheinabschnitt südlich von Germersheim zwischen den Orten Leimersheim und Sondernheim und umfaßt das ca. 8 km² große Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue" (s. KINZELBACH 1976).

Beschreibung der Vergleichsgewässer

Leimersheim

Der Leimersheimer Altrhein, dessen Ingestionsöffnung bei Stromkilometer 373 liegt, erweitert sich nach dem Durchtritt durch den betonierten Durchlaß auf 10 — 15 m, wird in seinem Verlauf stetig breiter und erreicht

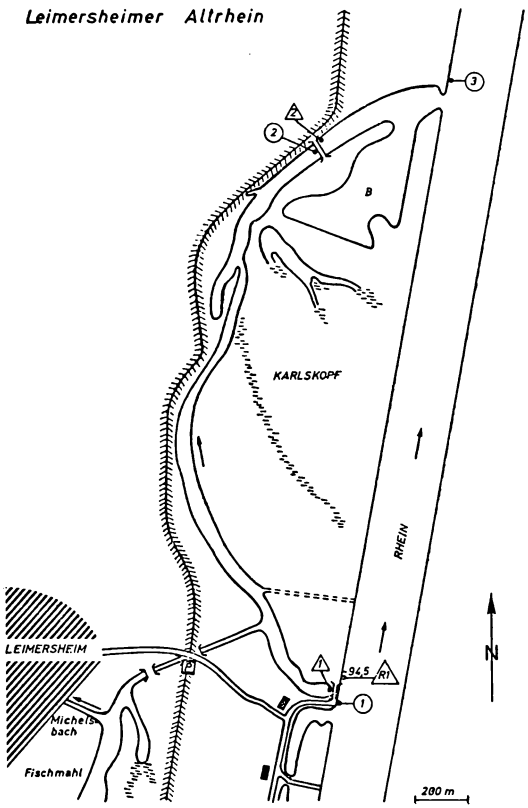


Abb. 1: Probenstellen und Pegel am Leimersheimer Altrhein.
O = Probenstellen (Prst), △ = Pegel.

an seiner Mündung bei Stromkilometer 375,4 eine Breite von ca. 30 m (s. Abb. 1). Da das zwischen Fischmahl und Altrhein gelegene Pumpwerk im Untersuchungszeitraum nicht in Betrieb genommen wurde, stellt der Rhein die einzige Speisung des Altwassers dar. Der Altrhein hat steile Ufer ohne eigentliche Litoralzone und ein flaches Bett.

Eine höhere Vegetation des freien Wassers existiert nicht, weder Schwimmblattgesellschaften noch submerse Wassergesellschaften sind vorhanden. Die Ufer sind mit *Quercus robur, Fraxinus excelsior, Ulmus carpinifolia, Populus* sp. und *Salix* sp. bewachsen. Häufig tragen die Bäume Efeu und Misteln.

Die Probenstelle L 1 befindet sich an der Ingestionsöffnung, die gleichzeitig als Pegel L 1 dient (s. Abb. 2, 3). Der amtliche Rheinpegel Leimersheim (R 1) befindet sich am linken Bildrand von Abb. 2.

An einer 25 m breiten Brücke, an der auch der selbsterrichtete Pegel L 2 installiert ist, liegt die Probenstelle L 2 (s. Abb. 4).

Als Probenstelle L 3 schließlich dienen die Egestionsöffnung des Altrheins bzw. die ersten Meter des Altrheinwasser führenden Rheinufers.



Abb. 2: Probenstelle und Pegel L 1. Ingestion Leimersheimer Altrhein (Altrheinseite).
Niedrigwasser 8. 9. 1973.



Abb. 3: Probenstelle und Pegel L 1. Ingestion Leimersheimer Altrhein (Altrheinseite).
Hochwasser 17. 11. 1973

Sondernheim

Der Sondernheimer Altrhein nimmt seinen Anfang am Sondernheimer Baggersee, in den der aus dem Fischmahl kommende Michelsbach mit seinen Zubringern Klingbach, Scheidbach, Mehlfurtbach, Altgraben und Spiegelbach und der kleine Brandgraben münden. Er erweitert sich rasch zu einem 60 — 80 m breiten seeartigen Altwasser mit Profundal (FOREL 1892/1895/1904 in v. MITIS 1938), das im ursprünglichen Verlauf über das Pumpwerk Sondernnheim bis hin zur Egestion des Altrheins bei Stromkilometer 380,5 reicht. In Höhe des Pumpwerks zweigt ein Seitenkanal mit Schleuse ab, der den eigentlichen strömenden Teil des Altwassers darstellt (s. Abb. 5). Der Altrhein besitzt flache Literalzonen. An der Südseite geht das Litoral in einen steilen Hang über (Prallhang).

Die Vegetation des freien Wassers wird von vereinzelten *Polygonum amphibium, Nuphar luteum* und *Lemna minor* bestimmt, wobei letztere nur im vor dem Pumpwerk stehenden Wassers vorkommt. Submerse Rasen fehlten im Untersuchungszeitraum vollständig, das Ufer war vereinzelt mit *Rorippa amphibia, Typhoides arundinacea, Scirpus lacustris, Carex* sp., *Phragmites communis, Polygonum amphibium, Acorus calamus, Sparganium ramosum* und *Iris pseudacorus* bewachsen. Landseits des Rheinhauptdeiches existiert eine typische Hartholzaue mit *Fraxinus excelsior, Ulmus carpinifolia* und *Quercus robur,* rheinseits eine Weichholzaue mit *Populus* sp. und *Salix sp.,* sowie einigen Vertretern der Hartholzaue.

Die Probenstelle S 1 liegt am Übergang vom Baggersee zum Altrhein und wurde auch als Pegel S 1 benutzt. In regelmäßigen Abständen liegen nun die Probenstellen S 2 und S 3 im Potamal des Altrheins. Kurz



Abb. 4: Probenstelle und Pegel L 2. Brücke über den Leimersheimer Altrhein. 26. 1. 1974.

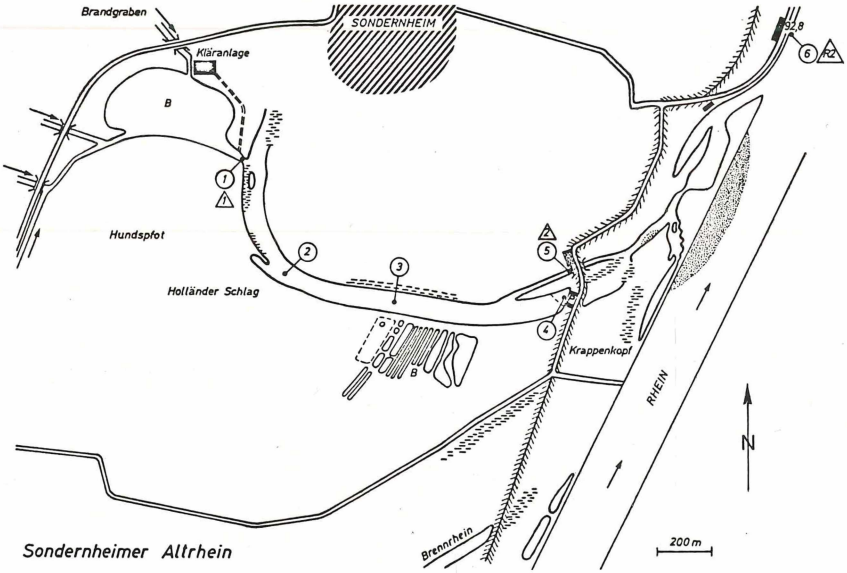


Abb. 5: Probenstellen und Pegel am Sondernheimer Altrhein.
O = Probenstellen (Prst), △ = Pegel.

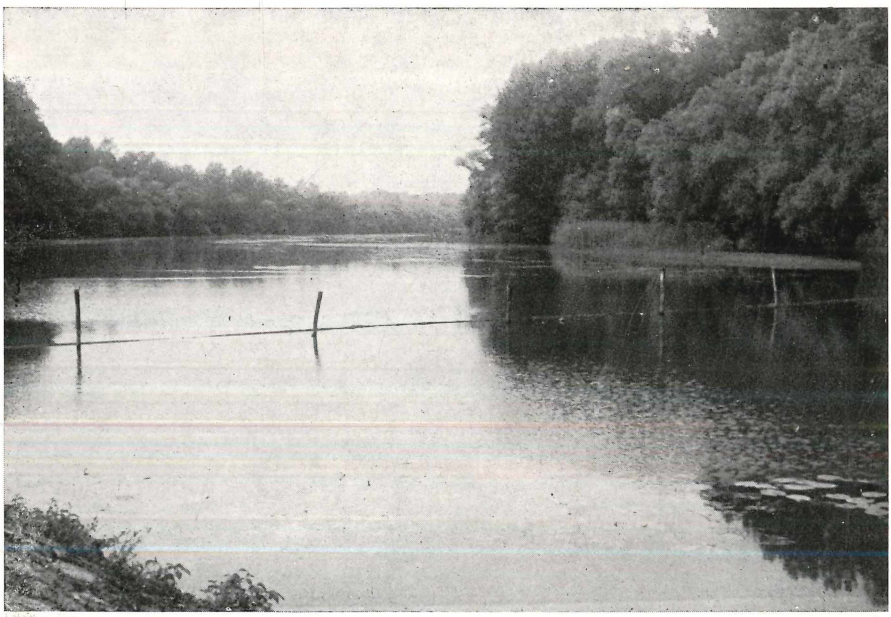


Abb. 6: Probenstelle S. 4. Sondernheimer Altrhein (Blick vom Pumpwerk altrheinaufwärts).
Im Vordergrund *Nuphar luteum*; in der Bildmitte links neben dem kleinen *Phragmites*-Gürtel befindet sich die Abzweigung zur Schleuse Sondernheim (S 5). 16. 6. 1973.

hinter der Probenstelle S 3 teilt sich das Gewässer in den großen stehenden Teil mit der Probenstelle S 4 am Pumpwerk (s. Abb. 6) und den fließenden Teil mit der Probenstelle S 5 an der Schleuse, wo sich auch der Pegel S 2 befindet.

Die letzte Probenstelle (S 6) befindet sich an der Egestion des Sondernheimer Altrheins bzw. den ersten Metern des Altrheinwasser führenden Rheinufers, wo auch der amtliche Rheinpegel Sondernheim (R 2) installiert ist.

Die durch die Rheinregulierung erfolgte Grundwassersenkung führte zur Verlandung der am Hauptstrom abgeschnittenen oder nicht von Bächen gespeisten Gewässer, die ehemals sumpfige Rheinaue wird zum Teil zum Ackerbau genutzt. Weitere anthropogene Einflüsse sind bis zum heutigen Tag die forstwirtschaftliche Nutzung, der intensive Kiesabbau (Sondernheimer Baggersee) und die immer stärker zu Tage tretende Verschmutzung der Gewässer. Letzteres hat eine rasche Verschlickung und Verlandung der Altwässer zur Folge.

3. Methoden und Meßergebnisse

3.1. Physikalische Daten

3.1.1. Fließgeschwindigkeit

Methode

Zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit wurde der Universalflügel der Fa. A. Ott (Kempten) mit Zählgerät F 6 eingesetzt. Er kam an den Pegelstellen L 1, L 2, S 1 und S 2 etwa in der Mitte des strömenden Wasserkörpers in ca. 30 cm Tiefe zum Einsatz.

Ergebnisse

Die ermittelten Werte zeigen, daß die Fließgeschwindigkeit wegen der Unterschiede des Bachbettes nur der Stelle zugeschrieben werden kann, an der die Messung erfolgt (s. Tab. 1). Somit war es mit dieser Methode nicht möglich, die Fließdauer der beiden Gewässer zu ermitteln.

Leimersheim

Je nach Rheinwasserstand (s. Tab. 2) wechselt die Fließgeschwindigkeit an der Ingestion von Null (6. 10. 1973) bei einem Rheinwasserstand R 1 von 340 bis zu Werten von 6 m/s (9. 5. 1973) (s. Abb. 3). Höhere Werte wurden nur bei der Überflutung des gesamten Ingestionsbereichs erzielt und konnten nicht abgeschätzt werden.

Am Pegel 2 konnten während der gesamten Entnahmezeit nur einige wenige Meßwerte ermittelt werden, bei denen aber der mögliche Meßfehler größer als der gemessene Wert war. An dieser Stelle konnte also keine Fließgeschwindigkeit ermittelt werden. Das ist darauf zurückzuführen, daß der parallel zum Altrhein fließende Rhein je nach Wasserstand einen entsprechenden Stau am Auslauf des Leimersheimer Altrheins erzeugt, der bis weit über die Pegelstelle L 2 hinaus wirkt. Vorbeifahrende Schiffe waren daher in der Lage, Wellen zu erzeugen, die von der Egestionsöffnung bis fast zur Stelle L 2 gelangten.

Die tatsächlich strömende Wassermenge ist wegen des hohen Gewässerquerschnitts und des erwähnten Rückstaus nicht meßbar.

Tab. 1: Fließgeschwindigkeiten und Durchflußmengen an den Altrheinpegeln (ohne L 2)

Bei Fließgeschwindigkeiten um 0,1 m/s ist auf Grund des hohen Korrekturfaktors (Ott-Flügel Nr. 3) weder der Wert für die Fließgeschwindigkeit noch der für die Durchflußmenge eindeutig.

überfl. = Pegel und Ingestionsöffnung überflutet
S/P = Schleuse zu / Pumpwerk läuft

Datum	L 1		S 1		S 2	
	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s
10. 3.	0,562	0,506	0,294	2,530	0,486	1,191
24. 3.	1,060	1,193	0,230	2,090	0,390	0,957
7. 4.	1,326	2,387	0,260	2,360	0,474	0,996
21. 4.	2,366	5,324	0,240	2,420	0,332	1,046
5. 5.	überfl.		steht		S/P	
19. 5.	> 6	> 35	0,126	2,626	0,308	2,078
2. 6.	> 3,5	>15	0,174	2,874	0,594	3,416
16. 6.	3,230	8,721	0,100	1,320	0,300	1,200
30. 6.	> 5	> 30	steht		S/P	
14. 7.	3,200	7,920	steht		0,300	1,125
28. 7.	überfl.		steht		S/P	
11. 8.	2,900	11,745	0,100	1,540	0,300	1,576
25. 8.	1,223	1,851	0,150	1,370	0,450	0,675
8. 9.	1,200	1,620	0,200	1,820	0,540	0,675
22. 9.	0,889	0,820	0,188	1,908	0,354	0,621
6. 10.	0	0	0,180	1,640	0,360	0,540
20. 10.	2,600	5,850	0,100	1,430	0,450	1,800
3. 11.	1,223	0,550	0,200	1,820	0,360	0,636
17. 11.	überfl.		steht		S/P	
1. 12.	1,400	2,520	0,150	1,525	0,300	0,676
15. 12.	> 3,5	> 15	0,100	1,540	0,200	1,000
29. 12.	—	—	—	—	—	—
12. 1.	1,300	1,755	0,100	1,110	0,260	0,728
26. 1.	2,500	5,625	0,100	1,540	0,300	0,900
9. 2.	> 3,5	>15	0,120	2,300	0,300	1,880
23. 2.	2,500	5,625	0,100	1,320	0,300	0,900

Tab. 2: Rheinpegelwerte R 1 und R 2 (cm)

Datum	R 1	R 2	Datum	R 1	R 2
10. 3.	345	300	8. 9.	400	355
24. 3.	365	315	22. 9.	355	310
7. 4.	390	350	6. 10	340	285
21. 4.	425	385	20. 10.	460	425
5. 5.	570	540	3. 11.	375	335
19. 5.	510	475	17. 11.	540	490
2. 6.	490	450	1. 12.	395	350
16. 6.	460	425	15. 12.	500	470
30. 6.	560	525	29. 12.	400	365
14. 7.	455	420	12. 1.	380	340
28. 7.	610	605	26. 1.	430	395
11. 8.	480	450	9. 2.	490	460
25. 8.	385	340	23. 2.	410	375

Sondernheim

Die Fließgeschwindigkeit erreicht am Übergang vom Baggersee zum Altrhein (S 1) ein Maximum von 0,294 m/s (10. 3. 1973), an der Schleuse Sondernheim (S 2) ein Maximum von 0,594 m/s (2. 6. 1973) (s. Tab. 1).

Werte um Null wurden nach Schließung der Schleuse erreicht, dabei entstand bei Pegel S 2 sofort, bei Pegel S 1 erst nach einiger Zeit ein Rückstau. Dieser erstreckte sich bisweilen weit über den Altrhein hinaus, erreichte Baggersee und Michelsbach und hatte bei S 1 eine Erhöhung des Wasserstandes von über 100 % zur Folge. Das Pumpwerk konnte dann diesen erreichten Zustand halten, war aber nicht in der Lage Normalwerte herbeizuführen.

3.1.2. Abflußmenge (Durchflußmenge)

Methode

Die Abflußmenge ergibt sich durch Multiplikation der Fließgeschwindigkeit mit dem durchflossenen Gewässerquerschnitt. Aus diesem Grunde wurden die Pegelstellen zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit an Brücken und Schleusentoren errichtet. Die Breite dieser Stellen war wegen den senkrechten Brückenwänden leicht zu messen, die Tiefe wurde durch Tiefenmessungen (Loten), die in 50 cm Abstand quer zum Altrhein erfolgten, bestimmt. Dabei wurde an der Pegelstelle L 1 ein ebener betonierter Boden vorgefunden, der die Auswertung erleichterte. Pegelstelle L 2 machte eine genaue Bestimmung des Gewässerbodens erforderlich, was durch die dort herrschende Gewässertiefe erschwert wurde.

An der Pegelstelle S 1 mußte wegen fehlender Wasserbauten das gesamte Bachprofil ermittelt werden; ein Baum erleichterte die Errichtung eines Pegels. Die Werte bei Pegel S 2 waren wieder leichter zu erhalten, da auch hier der Boden der Schleuse betoniert war und zudem ein fest installierter Pegel existierte.

Ergebnisse

Leimersheim

Das meßbare Maximum bei L 1 betrug 35 m^3/s (19. 5. 1973) (s. Tab. 1); die Werte für L 2 konnten aus den bei der Fließgeschwindigkeit erwähnten Gründen nicht ermittelt werden. Die Daten von L 1 erlauben jedoch eine Beurteilung der vom Rhein kommenden Wassermenge (außer 5. 5. 1973, 28. 7. 1973, 17. 11. 1973 wegen Überflutung, 6. 10. 1973 wegen Niedrigwasser), da ein Steigen oder Fallen des Rheinwasserstandes einen linearen Gang des Altrheinwassers zur Folge hat. Daher lassen sich die Altrheinanteile in Prozent Rheinwasser ausdrücken.

Der Leimersheimer Altrhein erhält vom vorbeifließenden Rhein bei niedrigem Wasserstand (Pegel R 1: 345) ca. 0,1 — 0,2 % — bei hohem Wasserstand (Pegel R 1: 600) ca. 2,5 — 3 % Rheinwasser. Dieser Wert dürfte sich bei Überflutungen nicht über 5 % hinausbewegen.

Sondernheim

Die Bewertung der Sondernheimer Daten fällt weitaus schwerer, da die Öffnung und Schließung der Schleuse (Pegelwert: Sommer 460, ab 1. Oktober 480 — Schleuse zu, Pumpe an) ein Ausspülen bzw. Aufstauen des Sondernheimer Altrheins zur Folge hat. So können z. B. kurz nach der Öffnung der Schleusentore wesentlich mehr Kubikmeter Wasser abfließen, als bei S 1 in der gleichen Zeit zuströmen. Die Werte für S 1 liegen zwischen 1,110 m^3/s und 2,874 m^3/s, für Pegel S 2 betragen sie 0,540 m^3/s und 3,416 m^3/s (s. Tab. 1).

An Tagen ohne die erwähnten Wechsel durch Schleusenöffnung oder -schluß wird deutlich, daß außerdem eine enge Verbindung mit dem ca. 2 — 3 m tiefen Grundwasserspiegel existiert, die über den von Schlamm überlagerten kiesigen Untergrund erfolgt. Besonders in den Monaten August bis September herrscht ein starker Grundwassersog, der zu einem Wasserdefizit zwischen S 1 und S 2 führt. Die geringen Niederschlagsmengen (unter 600 mm/Jahr) machen es in der gesamten Oberrheinebene erforderlich, daß der Grundwasserhaushalt nur in geringem Maße durch eigene Regen und eigene Luftfeuchtigkeit, in der Hauptsache aber durch die Wasserzufuhr des Rheinstromes aus den Alpen und seiner Zubringer aus den Rand-Mittelgebirgen bestimmt wird (SCHÄFER 1973/74).

Eine weitere Besonderheit stellt die Tatsache dar, daß der Sondernheimer Altrhein in seinem Bett ein mäandrierendes Fließen zeigt (s. Abb. 7).

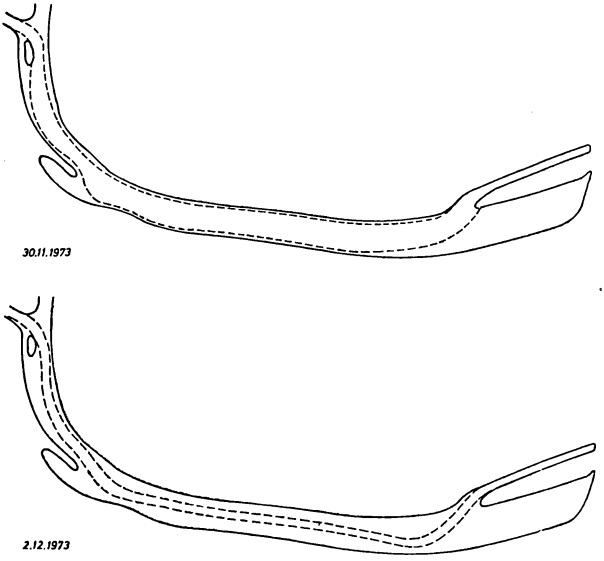


Abb. 7: Strömungsverlauf im Sondernheimer Altrhein.
30. 11. 1973: Eisbildung bei — 2 ° C; 2. 12. 1973: Eisbildung bei — 10 ° C.

Der Rhein, der direkt oder indirekt Einfluß auf die Wasserstände der beiden Altrheine hat, ist ein Fluß, der als Nährgebiete sowohl Areale im Regenbereich — Mittelgebirgsbereich bis 1800 m ü. d. M. (Schweizer Jura, Alpenvorland, Schwarzwald, Vogesen) — mit unmittelbarem Einfluß auf die Wasserführung, als auch solche im Dauerschneebereich — Hochgebirgsbereich 1800 — 4000 m ü. d. M. (Glarner Alpen, Vierwaldstätter Alpen, Berner Alpen) — mit einer zeitlich verzögerten Wasserabgabe besitzt und deshalb besonders günstige Verhältnisse in der Wasserführung zeigt (SCHÄFER 1973). Der Fluß wird mehrmals im Jahr durch größere Wassermengen gespeist und zeigt eine mehrgipflige Jahreskurve, die gewöhnlich zwei Wintermaxima (Nov. u. Feb.) und ein Sommermaximum (Juli) zeigt (s. Tab. 2).

3.1.3. Lufttemperatur

Methode

Die Lufttemperatur wurde mit einem Thermometer an den Entnahmetagen ermittelt, weitere Daten wurden von der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Mainz übernommen.

Ergebnisse

Das Maximum lag im August (11. 8. 1973) bei 30° C (13.00 Uhr) bzw. 18° C (5.00 Uhr), das Minimum im Dezember (1. 12. 1973) bei — 4° C (13.00 Uhr) bzw. — 3° C (5.00 Uhr) (s. Abb. 8 u. 9).

Das gesamte Oberrheingebiet zeichnet sich durch heiße Sommer und verhältnismäßig milde Winter aus. Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 9° C (München 7,9° C). Diese hohen Temperaturwerte sind ebenso wie die Niederschläge ein Grund für die enge Bindung von Oberflächen- und Grundwasser (SCHÄFER 1973/74; vgl. S. 86).

3.1.4. Wassertemperatur

Methode

Die Wassertemperatur wurde mit einem Brunnenthermometer (Schöpfthermometer) gemessen.

Ergebnisse

Leimersheim

Die Temperaturen im Leimersheimer Altrhein waren mit denen des Rheins bei Leimersheim und Sondernheim identisch. Maximum 23° C (25. 8. 1973), Minimum 4,6° C (15. 12. 1973).

Sondernheim

Der Sondernheimer Altrhein zeigt ein einheitliches, sich von den Leimersheimer Daten unterscheidendes Ergebnis mit einem Maximum bei 25° C (25. 8. 1973) und einem Minimum bei 2,3° C (1. 12. 1973).

Vom Baggersee (S 1) zum Pumpwerk (S 4) ist bei den Maximalwerten ein Anstieg um 5° C zu beobachten. Bei den Minimalwerten zeigt sich der umgekehrte Gang mit Unterschieden von ca. 1° C (s. Tab. 3, Abb. 10).

3.1.5. Sichttiefe

Methode

Die Sichttiefe wurde mit einer weißen Kunststoffscheibe von 25 x 25 cm (Secchi-Scheibe) ermittelt. Zum besseren Absinken war die Scheibe an der Unterseite mit einem Gewicht versehen und gelocht. Das Halteseil war in 50 cm-Abständen mit Knoten versehen, um besser messen zu können.

Ergebnisse

An allen Meßstellen gab es über das Jahr hinweg starke Schwankungen. Im Leimersheimer Altrhein und Rhein ist dies auf die Trübstoffe des Rheins und auf lokale Regenfälle zurückzuführen. Beim Sondernheimer Altrhein sind neben den lokalen Regenfällen in erster Linie die auftretenden Massenentwicklungen (Blüten) dafür verantwortlich. Das erklärt auch deutliche Schwankungen, die an bestimmten Entnahmetagen entlang des Sondernheimer Altrheins auftreten (s. Tab. 4).

Leimersheim

Das Maximum beträgt 70 cm (10. 3. 1973), das Minimum 30 cm (30. 6. 1973 und 28. 7. 1973).

Sondernheim

Die maximale Sichttiefe liegt bei 75 cm (10. 3. 1973), das Minimum bei 20 cm (9. 2. 1974).

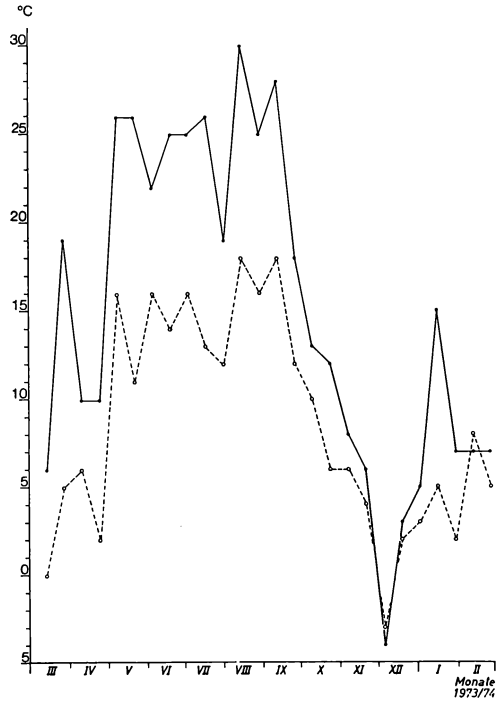


Abb. 8: Lufttemperatur im NSG „Hördter Rheinaue" an den Entnahmetagen ●——● 13.00 Uhr; O— — —O 05.00 Uhr.

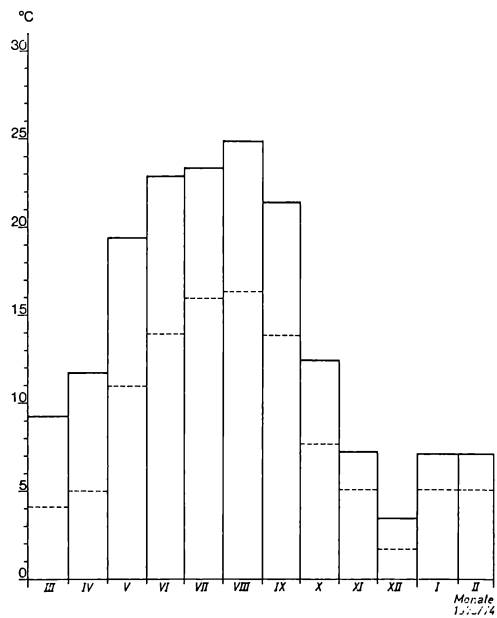


Abb. 9: Lufttemperatur im NSG „Hördter Rheinaue" im Monatsmittel ●——● 13.00 Uhr; O— — —O 05.00 Uhr.

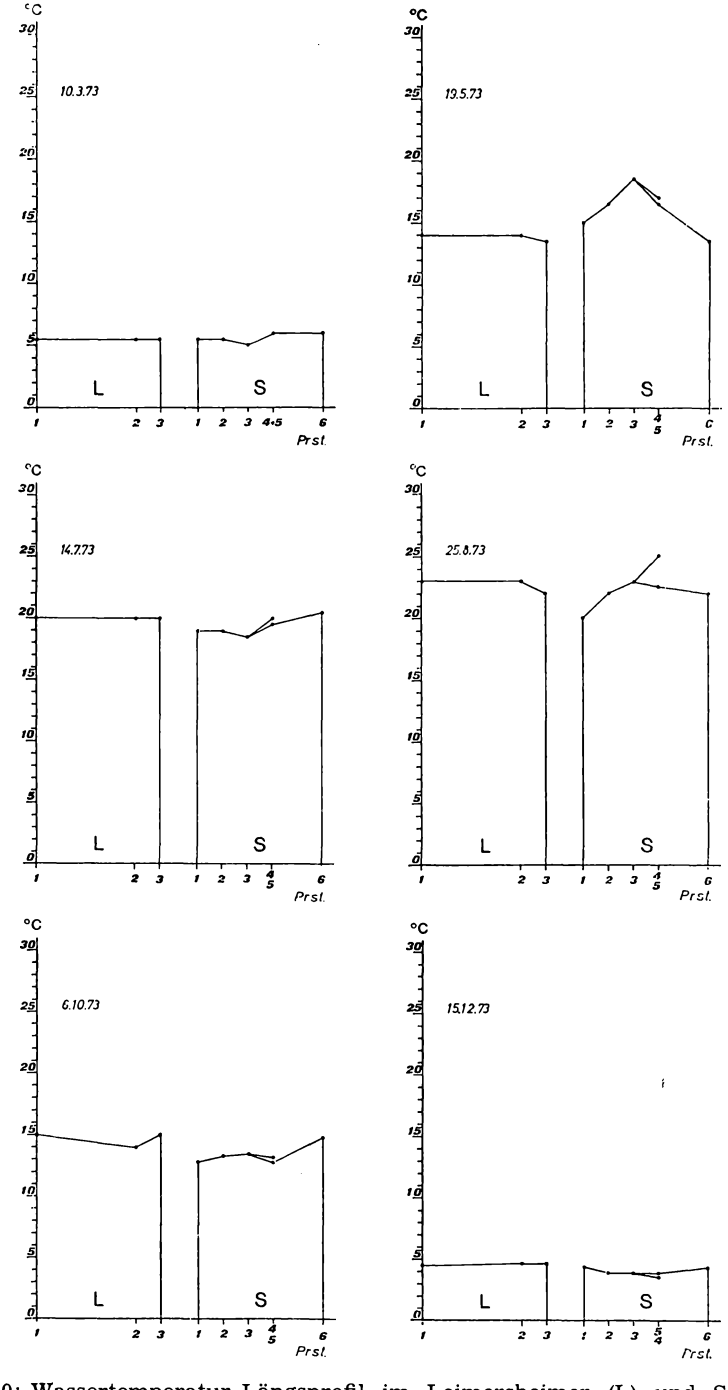


Abb. 10: Wassertemperatur-Längsprofil im Leimersheimer (L) und Sondernheimer (S) Altrhein.

Tab. 3: Wassertemperatur (° C)

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5	6	6	6
24. 3.	6,5	8	7	7	7,5	6,5	7	6,5	6,5
7. 4.	8	8	8	9	9,5	8,5	8,5	8,5	7,5
21. 4.	8	8	8	9	9	9	7,3	8,5	8
5. 5.	13,5	13,5	13,5	18	19,5	18,5	19,5	19	13,8
19. 5.	14	14	13,5	15	16,5	18,5	17	16,5	13,5
2. 6.	17	17	17	19	20,5	20	21,5	20	18
16. 6.	18,5	18,5	18,5	19,5	21	21	20,5	20,5	19
30. 6.	18,5	18,5	18	20,5	21	21	21,5	21	18
14. 7.	20	20	20	19	19	18,5	20	19,5	20,5
28. 7.	—	16	16	15,5	15,5	15,5	15,5	16	16
11. 8.	19,5	19,5	19,5	18	19	19	19	19	19,5
25. 8.	23	23	22	20	22	23	25	22,5	22
8. 9.	20,5	20,5	20,6	19	18,3	18,4	20,2	19,2	20,5
22. 9.	18,8	17,7	18,6	16,6	16,7	16,4	17,3	16,9	18,8
6. 10.	15	14	14,9	12,8	13,3	13,4	13,2	12,7	14,8
20. 10.	12,6	12,5	12,6	10,7	10,8	10,7	10,1	10,3	12,2
3. 11.	8,7	8,9	9	7,7	6,6	6,5	6,9	7,1	8,6
17. 11.	8,5	8,6	8,6	7,5	7,1	7,2	7,3	7,2	8,7
1. 12.	4,7	4,8	4,7	2,8	2,3	2,3	(2,3)	2,3	4,9
15. 12.	4,5	4,6	4,6	4,4	3,9	3,9	3,6	3,9	4,3
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	5,2	5,1	5,1	4,9	4,9	5,0	4,8	5,3	5,4
26. 1.	6,0	6,1	5,9	6,5	7	6,5	6,2	6,5	6
9. 2.	5,5	5,5	5,5	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,2
23. 2.	5,5	5,7	5,7	5,9	5,9	5,9	5,5	5,9	5,9

Tab. 4: Sichttiefe (cm)

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	80	70	75	70	60	60	50	60	75
24. 3	65	65	50	45	45	40	35	45	65
7. 4.	55	50	50	40	45	45	35	35	50
21. 4.	45	50	45	45	40	35	40	35	45
5. 5.	35	40	30	40	40	40	45	25	30
19. 5.	35	50	45	40	25	35	40	30	40
2. 6.	55	55	45	50	55	50	75	45	55
16. 6.	45	35	40	45	35	30	35	40	50
30. 6.	30	30	35	45	35	30	40	35	25
14. 7.	50	45	45	35	30	30	30	25	45
28. 7.	—	30	25	50	30	35	40	35	25
11. 8.	50	50	60	45	40	45	50	40	50
25. 8.	40	55	50	40	45	50	50	45	55
8. 9.	55	50	55	50	30	35	30	20	65
22. 9.	60	50	55	25	30	30	40	30	60
6. 10.	45	45	50	50	50	60	50	60	70
20. 10.	30	40	30	55	60	60	70	70	30
3. 11.	50	50	—	70	70	65	60	60	45
17. 11.	—	—	—	—	—	—	45	45	—
1. 12.	45	50	45	45	50	50	—	55	45
15. 12.	40	40	40	25	45	45	50	45	40
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	50	50	50	45	60	60	65	60	40
26. 1.	55	50	50	65	50	55	60	55	40
9. 2.	25	30	25	25	20	20	20	25	25
23. 2.	60	65	60	50	50	50	60	50	55

3.2. Chemische Daten

3.2.1. Wasserstoffionenkonzentration

Methode

Der pH-Wert wurde mit dem ph-Meter E 488 der Fa. METROHM (Herisau) und mit Spezial-Indikatorpapier der Fa. MERCK (Darmstadt) bestimmt. Die Genauigkeit des Meßgeräts lag bei ± 0.1, die des Indikatorpapiers bei ± 0.2.

Ergebnisse

Die ermittelten Werte liegen im Durchschnitt zwischen pH 6 und pH 8 (s. Tab. 5).

Leimersheim

Das Maximum der Wasserstoffionenkonzentration liegt bei pH 8.4 (19. 5. 1973), das Minimum bei pH 5.4 (1. 12. 1973).

Sondernheim

Das Maximum am Sondernheimer Altrhein beträgt pH 9.3 (19. 5. 1973), das Minimum pH 5.4 (1. 12. 1973).

Die Meßwerte sind über weite Strecken konstant und auch im Längsschnitt nur ganz geringen Schwankungen unterworfen. Ein deutlicher Unterschied zwischen den Daten für den Leimersheimer Altrhein und den Ergebnissen für den Sondernheimer Altrhein tritt nicht auf. Am Sondernheimer Altrhein kommt es zu einem Gang von S 1 zu S 4 mit einer Zunahme des pH-Werts um max. 1 (28. 7. 1973).

Eine Pufferung der Gewässer durch Kalkzugabe zu den Abwässern ist nicht auszuschließen.

Tab. 5: pH-Wert (pH)

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	7,9	8,0	7,9	8,2	8,0	8,1	8,5	8,1	7,7
24. 3.	7,9	8,3	8,3	8,7	8,7	8,7	8,9	8,6	8,0
7. 4.	—	—	—	—	—	8,3	8,1	8,1	8,0
21. 4.	7,9	8,0	7,8	8,8	8,8	9,1	9,0	8,6	7,8
5. 5.	7,0	7,0	7,0	7,5	7,3	7,5	7,5	7,5	7,0
19. 5.	8,4	8,4	8,4	8,8	9,1	9,2	9,3	9,1	8,4
2. 6.	7,5	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0	7,2	8,0	7,0
16. 6.	7,4	7,2	7,4	7,5	7,7	6,5	6,6	7,3	6,7
30. 6.	7,3	7,3	7,3	7,8	7,5	7,6	7,8	7,6	7,3
14. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. 7.	—	6,5	7,0	6,5	7,2	6,5	7,5	6,5	7,0
11. 8.	6,3	6,5	6,5	7,0	6,5	7,0	6,5	7,0	6,5
25. 8.	6,7	6,6	6,7	6,5	6,6	6,7	7,0	7,0	6,5
8. 9.	6,5	6,5	6,4	6,3	6,5	6,5	6,5	7,0	6,8
22. 9.	6,3	6,3	6,5	6,4	6,5	6,5	6,4	6,5	6,7
6. 10.	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,5	6,7	6,6	6,4
20. 10.	5,8	6,0	6,0	6,3	6,5	6,2	6,1	6,2	6,0
3. 11.	6,4	6,4	6,4	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
17. 11.	6,2	6,2	6,2	5,7	6,2	6,3	6,2	5,7	5,5
1. 12.	5,4	5,4	5,4	5,5	5,8	5,4	—	5,5	5,6
15. 12.	5,5	5,7	5,5	6,4	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	5,7	6,0	5,8	6,3	6,2	6,4	6,3	6,2	6,0
26. 1.	6,2	6,1	6,1	6,0	6,2	6,0	6,2	6,0	6,0
9. 2.	6,0	5,6	5,8	6,4	5,8	6,0	6,0	6,0	5,8
23. 2.	5,7	6,0	5,7	6,0	6,2	6,2	6,0	6,3	5,7

3.2.2. Leitfähigkeit

Methode

Die Leitfähigkeit (in μScm^{-1}) wurde mit Hilfe des Leitfähigkeitsmessers LF 54 der Fa. WTW (Weilheim) mit der Sonde LTA 100/k (Eintauchmeßzelle) gemessen. Die Konstante der Sonde: $k = 1.00\ cm^{-1}$.

Wegen eines Gerätedefekts wurden nur an den ersten elf Entnahmeblocks (März — Juli) Messungen durchgeführt.

Ergebnisse

Die am Gewässer (bei Gewässertemperatur) ermittelten Meßwerte wurden mit Hilfe der Korrekturfaktoren für die Leitfähigkeitsmessung (Fachgruppe Wasserchemie, 1960) einheitlich auf 20° C umgerechnet (s. Tab. 6).

Leimersheim

Die Normalwerte für die Leitfähigkeit betrugen 800—1000 μScm^{-1}, das Maximum 1137.6 μScm^{-1} (24. 3. 1973).

Bei Rheinhochwasser sanken die Leitfähigkeitswerte für Rhein und Leimersheimer Altrhein aufgrund der Verdünnung auf bis zu 438 μScm^{-1} (28. 7. 1973).

Sondernheim

Die Normalwerte liegen hier zwischen 550 und 600 μScm^{-1}, das Maximum bei 673.8 μScm^{-1} an der Stelle S 1 (19. 5. 1973).

Die Schleusenschließung bei Rheinhochwasser und die damit verbundene Aufstauung des Sondernheimer Altrheins führten nur zu einem geringfügigen Effekt, denn eine eigentliche Verdünnung fand nicht statt. Der Wert erreichte 503.7 μScm^{-1} an der Stelle S 5 (28. 7. 1973).

Tab. 6: Leitfähigkeit (μScm^{-1})

Die Werte wurden mit Hilfe der Korrekturfaktoren für die Leitfähigkeitsmessung (aus: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung) einheitlich auf Werte bei 20 ° C Bachtemperatur gebracht.

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	1027,6	1057	1027,6	616,6	557,8	574,4	592	563,2	953
24. 3.	1137,6	1128	1120	588	565	554,6	588	597,2	1137,6
7. 4.	883,4	856,2	883,4	554	559	535,6	549	562,4	854,4
21. 4.	815,4	815,4	829	540,8	540,8	554	554,8	555,7	801,8
5. 5.	583	583	583	502,1	485,3	486	475,2	480,8	578,5
19. 5.	667,6	667,6	676,3	673,8	552,8	568,7	556,9	574,5	722,9
2. 6.	664	664	664	521,7	524,7	530	533	520	617,1
16. 6.	785,8	754,8	765,2	687,5	616,8	626,6	653,4	633,6	787,7
30. 6.	579	558,4	554,4	564,3	528,7	528,7	534,6	528,7	617,1
14. 7.	560	570	580	572,9	552,4	568,7	570	566,2	554,4
28. 7.	—	438	449	516,2	521,7	516,2	510,6	503,7	449

3.2.3. Sauerstoffhaushalt

Sauerstoffbestimmung

Methode

Die Bestimmung des Sauerstoffgehalts wurde am Gewässer mit dem Sauerstoffmeßgerät OXI 54 (O_2-Analyzer) der Fa. WTW (Weilheim) mit der Elektrode EO 16/k und batteriebetriebenem Rührer durchgeführt. Der Meßbereich liegt bei 0 — 3, 0 — 10 und 0 — 30 mg O_2/l.

Das Gerät wurde gegen Luft geeicht und mit einem Eichmultiplikator für die Höhe 100 m ü. d. M. (0.987) korrigiert.

Parallel zu den Messungen mit dem Sauerstoffmeßgerät wurden Wasserproben nach der WINKLER-Methode entnommen. Dazu wurde der Wasserschöpfer eingesetzt (vgl. S. 98).

Die an der Probenstelle fixierten Proben wurden im Labor (Feldbausch-Station) weiterverarbeitet (SCHWOERBEL 1966). Die Methode arbeitet mit einem Fehler von maximal 5 % (CARPENTER 1965 in SCHWOERBEL 1966).

Die abschließend nötigen Berechnungen zur Ermittlung der Sauerstoffmenge in mg/l wurden mit dem O_2-Kalkulator der Fa. H. BÜCHI (Bern) durchgeführt.

Ergebnisse

Die mit diesen Methoden ermittelten Werte (s. Tab. 7) fanden bei der Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs und der Sauerstoffsättigung Verwendung.

Biochemischer Sauerstoffbedarf

Methode

Eine weitere Wasserprobe wurde, wie bei der WINKLER-Methode, in WINKLER-Flaschen abgefüllt und für 48 Stunden im Gewässer (bei Gewässertemperatur) exponiert. Die Flaschen wurden zu diesem Zweck verdunkelt.

Danach wurden die Proben wie eine normale Sauerstoffprobe fixiert und weiterbehandelt.

Die Differenz zwischen der ersten Sauerstoffbestimmung und der nach 48 Stunden gibt die Sauerstoffzehrung innerhalb dieser Zeit an (BSB_2 = $BSB_{48\ h}$) (s. Tab. 8).

Tab. 7: Sauerstoff-Wert (mg/l) — OXI 54 und WINKLER-Methode

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	8	9,6	8,5	13	12,1	15	17,4	13,6	8,2
24. 3.	11,2	15,1	11,5	22,2	25,6	27,6	25,8	22,3	12.1
7. 4.	11,5	11,8	12,1	17,3	19	20,5	20,9	16,6	11,5
21. 4.	8,8	8,85	9	15,2	17	18	14,5	14,35	9,85
5. 5.	7,75	8,1	8,25	12,35	11,9	11,5	14,05	10,5	8,05
19. 5.	8	8,1	8,3	17,9	18,9	21,3	20	20,1	8.35
2. 6.	8,75	8,35	8,9	4,95	3,5	3,7	4,7	3,6	7,2
16. 6.	9,3	9,3	9,55	10,45	10	10,15	10,55	11,3	9,8
30. 6.	7,2	7,3	7,25	9,3	8,6	9,5	10,5	7,45	7,05
14. 7.	6,45	6,35	6,55	5,3	4,4	4,12	6,6	4,2	6,6
28. 7.	—	7,8	8	2,95	3,55	4,5	4,75	4,3	8,05
11. 8.	8	8	8,05	3,8	4,5	5,3	4,7	4,45	8
25. 8.	5,6	5,65	5,85	7,8	6,65	6,3	6,75	5,75	5
8. 9.	5,5	6	5,65	8,9	8	7,75	6,65	6,75	5,25
22. 9.	5,25	5,55	5,5	4	4,35	6,4	8,05	5,15	5,2
6. 10.	5	4,8	4,9	3,05	2,55	3	3,7	2,4	4,85
20. 10.	7,45	7,4	7,45	2,5	2,9	3,25	4,65	3,15	7,25
3. 11.	8,6	8,6	8,6	3,4	3,65	4,1	4,75	3,5	8,3
17. 11.	8,4	8,4	8,35	5,6	7,1	6,05	5,7	7,45	8,3
1. 12.	9,6	9,4	9,6	7,5	7,3	6,35	—	7,9	9,3
15. 12.	9,4	9,5	9,45	6,6	6,5	6,35	6,45	7,25	9,6
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	9,05	8,8	8,9	7	6,3	6,95	7,7	7	8,8
26. 1.	9,4	9,3	9,5	7,5	7,35	7,2	8	7,45	9,2
9. 2.	9,55	9,6	9,5	8,9	8,9	9,35	8,75	9,3	9,2
23. 2.	10,2	10,1	10,35	8,75	8,3	7,6	8,65	8,25	9,25

Ergebnisse

Da der ermittelte Wert die Aktivität der Heterotrophen und die Atmung der Autotrophen im Gewässer wiedergibt, die proportional dem Gehalt an fäulnisfähigen Stoffen im Wasser sind, läßt er Rückschlüsse auf die organische Verunreinigung des Gewässers zu (vgl. S. 96).

Leimersheim

Die Zehrungsrate ist über das ganze Jahr hin gering und erreicht ihr Maximum bei 1,95 mg/l — Rhein 2,05 mg/l — (14. 7. 1973).

Sondernheim

Die Rate im Sondernheimer Altrhein ist ständig höher als die des Leimersheimer Altrheins. Das Maximum von 6,57 mg/l (16. 6. 1973) ist ein klarer Hinweis auf die starke organische Belastung des Gewässers. In erster Linie aber zeigt sich, da Rhein und Leimersheimer Altrhein nicht frei von organischer Belastung sind, daß ein deutlicher Unterschied in der Besiedlung von Autotrophen und Heterotrophen zwischen den beiden Altwässern bestehen muß.

Sauerstoffsättigung

Methode

Die Daten der Sauerstoffbestimmung in mg/l wurden mit Hilfe der Büchi'schen Rechenscheibe (nach Truesdale, Downing & Lowden 1955, mit einem Korrekturfaktor für 100 m ü. d. M. von 1.01) in Prozent Sättigung umgerechnet.

Tab. 8: BSB 2 (BSB 48 h)

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.			0				—		
24. 3.	2,3		2,9	0					
7. 4.		0,4	0,4						
21. 4.	1,2	0,15	—			0,5			
5. 5.	—	0,05		5,35	3,15	3,45		—	
19. 5.			—	1,55	6,2	5,3		2,85	—
2. 6.		0,55	0,6	3,35	2,37	2,95	2,45	2,79	—
16. 6.	—	1,89	1,8	0,53	0,95	4,42	6,57	0,2	1,55
30. 6.	0,7	0,6	0,65	—	4,85	7,32	0,5	6,3	0,65
14. 7.	1,65	1,95	2,05	—	3,27	3,25	1,9	—	2,05
28. 7.	—	0,4	0,75		2,1	2,3		0,3	0,75
11. 8.	0,8	0,75	—	—	3,69	2,25	3,89	—	—
25. 8.	0,3	0,3	—	4,9	3,65	2,15	3,25	2,75	0,35
8. 9.	0,7	0,85	0,8	4,2	4,5	4,2	5,35	6,06	0,6
22. 9.	0,85	1,05	1	3,37	3,84	4,6	1,85	4,46	1,35
6. 10.	—	0,5	—	2,48	2,23	1,3	—	2,15	—
20. 10.	0,55	0,5	0,35	1,75	1,4	1,65	0,45	1,45	0,25
3. 11.	0,3	0,35	0,35	1,45	2,1	1	1,25	1,1	0,6
17. 11.	1,2	0,9	1,25	5,22	1,3	0,35	0,55	1,45	1,3
1. 12.	—	—	—	2,3	2	1,85	—	2,1	1,85
15. 12.	0,25	0,4	0,15	0,55	0,45	0,35	0,6	0,55	—
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	0,65	0,5	0,45	0,85	1	1	0,9	0,7	0,55
26. 1.	0,35	0,25	0,45	0,9	0,95	0,75	0,8	0,65	0,55
9. 2.	1,25	0,8	0,65	0	0,55	1,05	0,55	0,4	—
23. 2.	0,85	0,65	0,5	1,25	1,3	0,75	0,65	1,15	0,05

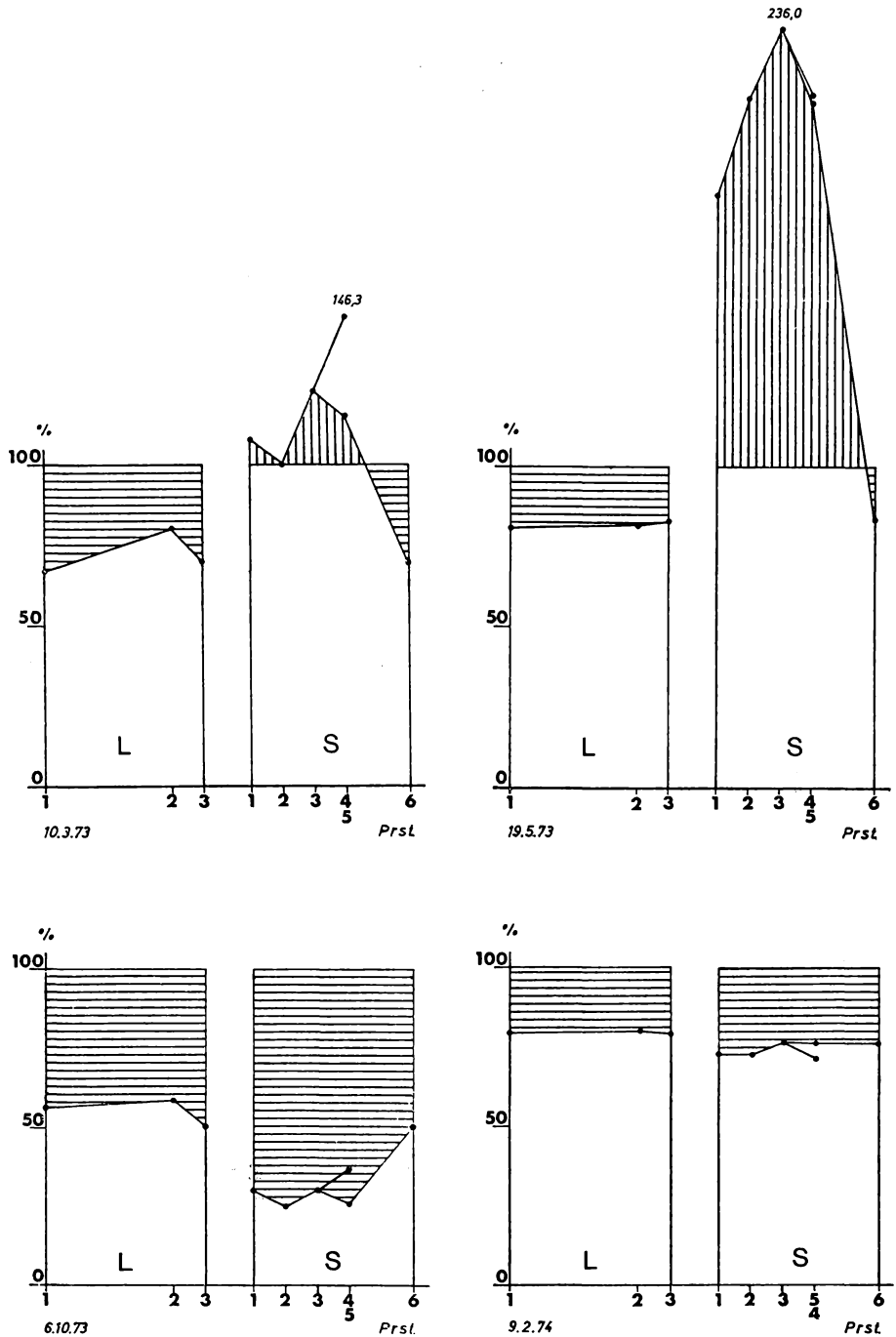


Abb. 11: Sauerstoffsättigungs-Längsprofil im Leimersheimer (L) und Sondernheimer (S) Altrhein.

Ergebnis

Der Rhein und der Leimersheimer Altrhein weisen im Untersuchungszeitraum fast ständig eine schwache bis starke Untersättigung auf, die außer am 24. 3. 1973 mit 135 % nur noch zweimal leicht über 100 % ansteigt (7. 4. 1973 und 16. 6. 1973) und am 6. 10. 1973 mit 50 % sein Minimum erreicht (s. Tab. 9, Abb. 11).

Sondernheim

Das Altwasser hat im Frühjahr zwei Maxima mit 235,3 % bzw. 236 % (24. 3. 1973 und 19. 5. 1973) und im Herbst ein Minimum von 23,5 % (20. 10. 1973) (s. Tab. 9, Abb. 11).

Ebenso wie ein O_2-Defizit durch O_2-Eintrag aus der Luft ausgeglichen wird und sogar die Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme dem momentanen Sauerstoffdefizit proportional ist (SCHMASSMANN 1958 in FRANKE & SCHWOERBEL 1972), so verringert sich auch eine O_2-Übersättigung durch O_2-Abgabe aus dem Wasser an die Luft.

Die fast ständige Untersättigung des Rheins und des Leimersheimer Altrheins ist auf die geringe Aktivität der Autotrophen zurückzuführen, das geringe Absinken der Werte im Sommer läßt außerdem auf eine ebenfalls geringe Dichte der Heterotrophen schließen.

Im Sondernheimer Altrhein, wo es über große Strecken zu starken Über- und Untersättigungen kommt, muß die O_2-Produktion der Photoautotrophen wesentlich größer sein als die physikalische Abgabe an die Luft und der O_2-Verbrauch der Heterotrophen muß wesentlich größer als die O_2-Aufnahme aus der Luft und die Produktion von Sauerstoff durch die Autotrophen sein. Das läßt auf Massenentwicklungen schließen (vgl. S. 102 u. 104).

3.2.4. Abwässer, Belastungen

Bei der Belastung des Leimersheimer Altrheins handelt es sich um die gleichen Abwässer, wie wir sie auch im Rhein vorfinden (vgl. S. 83 u. 85). Es sind häusliche, städtische und industrielle Abwässer des gesamten Oberrheingrabens und die zusätzliche Salzfracht aus den elsässischen Kalibergwerken.

Der Sondernheimer Altrhein wird durch die ihn speisenden Haardt- und Aubäche mit häuslichen und industriellen Abwässern belastet. Es handelt sich um die Abwässer der Gemeinden Leimersheim, Rülzheim, Kuhardt, Hördt und Bellheim, die zum Teil ungeklärt, zum größten Teil aber in mechanischen Kläranlagen mit nicht intakten biologischen Stufen vorbehandelt, in die Bäche geleitet werden. Zu den häuslichen Abwässern kommen die Abwässer einer Brauerei (Bellheim) mit einem hohen Gehalt an leicht abbaubaren Substanzen, wie z. B. gelöste Zucker, löslich gemachte Eiweißstoffe und organische Salze (MEINCK, STOOFF & KOHLSCHÜTTER 1968 in FRANKE & SCHWOERBEL 1972:97), sowie die Abwässer von Metzgereien, kunststoffverarbeitender Industrie, Getränkefirmen u. a.

Zu dieser Abwasserlast kam am 16. 6. 1973 durch die Inbetriebnahme der Kläranlage Sondernheim, die ebenso wie die vorhergenannten über eine mechanische Stufe und eine unzureichend arbeitende biologische Stufe verfügt, eine weitere intensive Belastung des Altrheins Sondernheim (s. Abb. 12). Dies resultiert aus der Tatsache, daß die Abwässer der Kläranlage Sondernheim ohne Vorfluter direkt in den Altrhein gelangen, der

Tab. 9: Sauerstoff-Sättigung (%) — nach TRUESDALE, DOWNING & LOWDEN

Datum	L 1	L 2	L 3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
10. 3.	66,6	79,9	70,8	108,2	100,7	123,2	146,3	114,5	69
24. 3.	95,5	133,5	99,4	191,6	226,7	235,3	222,5	190	103
7. 4.	101,7	104,4	107	156,7	174	183,8	187,2	149	100
21. 4.	77,8	78,2	79,6	137,6	151,8	163	126,5	128,5	87
5. 5.	77,7	81,1	82,7	135,8	134,7	127,7	158,7	117,5	81
19. 5.	81	82	83,2	185	215	236	215,3	214,5	83,5
2. 6.	94,3	89,9	95,9	55,4	42,5	42,2	55	41	79
16. 6.	103	103,2	106	118,2	116,3	116,1	121,4	130	110
30. 6.	80	81	79,7	107	99,9	108,6	123,2	86,5	77,5
14. 7.	73,5	72,4	74,8	59,3	49,2	45,7	75,3	47,5	76
28. 7.	—	82,4	84,4	30,8	37,2	47	49,6	45,5	85
11. 8.	90,3	90,4	91	41,7	50,5	59,4	52,6	49,8	90,5
25. 8.	67,4	68,1	69,2	89	78,7	75,8	84,2	68,5	59
8. 9.	63,3	69	65,1	99,8	88,5	85,7	76,2	75,8	61
22. 9.	58,6	60,5	61	42,7	46,6	68,2	87,3	55,3	58
6. 10.	56,8	58,6	50,6	30,1	25,5	30	36,8	26	50
20. 10.	73,2	72,6	73,3	23,5	27,3	30,6	43,2	29,4	70,5
3. 11.	77,5	77,7	77,8	29,9	31,4	35	40,9	30,3	74,5
17. 11.	75,2	75,5	74,7	49	61,5	52,6	49,7	64,7	74,6
1. 12.	78,2	76,9	78,2	58,1	55,7	48,5	—	60,2	76
15. 12.	76,1	77,2	76,9	53,4	51,6	50,6	51	57,8	77,5
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	74,5	72,3	73,2	57,3	51,6	57	62,7	57,8	73
26. 1.	79,2	78,5	80	64	63,5	61,3	67,7	63,5	77,5
9. 2.	79,4	79,9	79,2	72,8	72,8	76,5	71,6	76	76
23. 2.	84,8	84,5	86,6	73,6	69,5	63,8	72	69,3	77,7



Abb. 12: Probenstelle und Pegel S 1. Ausfluß Kläranlage Sondernheim. Im Hintergrund der Sondernheimer Altrhein. 16. 6. 1973.

aufgrund seiner großen Stillwasserzonen und seines geringen strömenden Anteils den Übergang von einem Fließgewässer zu einem See darstellt.

Abwässer sollten in Fließgewässer eingeleitet werden, da das Selbstreinigungspotential solcher Vorfluter wegen der günstigeren Sauerstoffbilanz größer als das eines Sees oder seeartigen Gewässers ist.

In den erwähnten Fällen handelt es sich also um mechanische Verfahren zur Abwasserreinigung, die die organischen gelösten und fein suspendierten Stoffe, die zudem noch als hochkonzentrierte und heterogene Substanzen vorkommen, nicht erfassen. Diese Stoffe stellen sich oft als klebrige und bei Trocknung die Sedimente und Pflanzenteile überkrustende wasserdicht abschließende Häute dar. Der Sondernheimer Altrhein findet somit als biologische Stufe der Kläranlage Sondernheim sowie der anderen Kläranlagen Verwendung.

Das hat eine Verstärkung und Beschleunigung der Eutrophierung zur Folge. Die Reinhaltung des die Ebene durchströmenden Flusses, seiner Zubringer und Nebengewässer ist aber aufgrund der erwähnten engen Grundwasser-Oberflächenwasser-Bindung von besonderer Bedeutung (SCHÄFER 1973) (vgl. S. 86 u. 87).

3.3. Plankton

3.3.1. Phytoplankton

Methode

Das Phytoplankton wurde, wie auch die Wasserproben für die WINKLER-Methode, mit Hilfe des 3-Liter-Wasserschöpfers der Fa. Dr. H. ZÜLLIG, Apparatebau (Rheineck S. G.) aus ca. 1 m Tiefe entnommen.

Vom Inhalt des Schöpfers wurde ein Volumen von 80—100 ml in eine Probenflasche mit Schraubverschluß (Polyäthyleneinlage) abgefüllt und mit zwei bis drei Tropfen konzentrierter wässriger Lösung von Jod-Jodkalium (LUGOL'sche Lösung) mit 10 % Essigsäure bis zur Cognacfarbe versetzt.

Die Proben wurden dann bis zur Zählung gut verschlossen im Dunkeln aufbewahrt; bei späteren regelmäßigen Kontrollen mußten einige Proben nachfixiert werden.

Verbundkammern der Fa. C. ZEISS (Oberkochen), die aus einer flachen Röhrenkammer mit deckglasdickem Boden und einer unten offenen Röhrenkammer bestehen, wurden mit den auf Zimmertemperatur gebrachten Phytoplanktonproben gefüllt und mit einem runden Deckglas verschlossen. Die Proben wurden zur Sedimentation erschütterungsfrei in einer feuchten Kammer aufgestellt.

Nach der über Nacht abgeschlossenen Sedimentation — in der Regel fanden die 10-cm³-Röhren Verwendung — wurde der Röhrenaufsatz mit Hilfe eines quadratischen Deckglases, das die flache Kammer sofort verschloß, zur Seite geschoben. Die in der bodenlosen Röhrenkammer verbliebene Wassersäule lief durch die Bohrung in der unteren Kammer ab.

Das Auszählen der fixierten Proben erfolgte mit Hilfe des umgekehrten Mikroskopes „Diavert" der Fa. E. LEITZ G.m.b.H. (Wetzlar). Ein Zählgerät mit fünf Tastenzählern erleichterte die Auswertung.

Gezählt wurde nach dem von UTERMÖHL (1958) empfohlenen „elastischen Kammer-Teilzählverfahren". Danach wird nicht das gesamte Sediment einer Kammer durchgezählt, sondern nur soviel, wie für die Genauigkeit erforderlich ist. UTERMÖHL spricht dabei von 100 — 200 Individuen jeder wichtigen Art der Probe. Das entspricht nach der von SCHWOERBEL (1966) angegebenen mathematischen Formulierung der statistischen Signifikanz des Zählerergebnisses von

$$f_{max} = \pm 2 \frac{100}{n} \%$$

einer Fehlerbreite von ± 20 — 14 %.

Bei 25 Individuen wäre es ein Fehler von ± 40 %, bei 10 000 Individuen ± 2 %.

Dazu wurden nur einzelne Streifen ausgezählt, die parallel zueinander in gleichmäßen Abständen über die gesamte Bodenfläche verteilt lagen. So wurde beim Zählen nur jedes zweiten Streifens die Hälfte, beim Zählen jedes dritten Streifens ein Drittel der gesamten Kammer erfaßt.

Ergebnisse

Leimersheim

Insgesamt erscheint das Phytoplankton über das gesamte Jahr hinweg nur in einigen wenigen Arten und gelangt auch nur vereinzelt zu größeren Individuenzahlen (s. Tab. 10 u. 11). Dabei unterscheidet sich die Phytoplanktonbesiedlung des Altrheins nicht von der des Rheins.

Im folgenden werden die einzelnen Arten und Gattungen in einer Liste vorgestellt und ihre Häufigkeit und die Zeiten des Vorkommens erwähnt:

Cyanophyta

Oscillatoria sp.
kommt während des ganzen Jahres mit ca. 1 000 Fäden/l vor, fehlt Ende August—September, Maximum (26. 1. 1974) mit 20 000 Fäden/l.
Nostoc sp.,
mit ca. 1 000 Fäden/l, ein eigentliches Maximum fehlt.

Euglenophyta

Euglena sp.,
kommt nur vereinzelt vor (April—Juni).

Pyrrophyta

(Dinophycales)

Ceratium hirundinella (O. F. Müller) Schrank,
Vorkommen vereinzelt über das Jahr, steigende Individuenzahl von April bis zum Maximum im August.

Chrysophyta

(Chrysophyceae)

Distephanus speculum Haeckel,
Einzelfund (23. 2. 1974).

(Diatomales)

Pinnularia (Navicula) sp.,
ca. 5 000 — 50 000 Zellen/l, das Maximum liegt bei 76 000 Zellen/l (10. 3. 1973).

Asterionella formosa Hassall,
1 000 — 100 000 Individuen/l, Maximum mit 115 000 Individuen/l (21. 4. 1973).

Tabellaria sp.,
das ganze Jahr mit ca. 6 000 Individuen/l vertreten, Maximum 20 000 Individuen/l (11. 8. 1973).

Fragilaria sp.,
ca. 20 000— 80 000 Individuen/l, Maximum 180 000 Individuen/l (11. 8. 1973).

Tab. 10: Die Diatomeae zweier ausgewählter Probenstellen im Leimersheimer (L 2) und Sondernheimer (S 3) Altrhein (Ind/l)

Datum	L 2				S 3	
	Pinnularia	*Asterionella*	*Fragilaria*	*Tabellaria*	*Pinnularia*	*Asterionella*
10. 3.	76 000	20 000	0	0	280 000	132 000
24. 3.	134 000	30 000	0	0	330 000	100 000
7. 4.	73 000	20 000	600	2 600	60 000	260 000
21. 4.	60 000	115 000	6 000	1 000	60 000	260 000
5. 5.	70 000	100 000	20 000	2 000	300 000	100 000
19. 5.	80 000	150 000	30 000	3 000	250 000	100 000
2. 6.	40 000	78 000	19 600	6 000	200 000	140 000
16. 6.	36 000	50 000	14 000	4 000	120 000	120 000
30. 6.	25 000	30 000	13 500	3 500	80 000	120 000
14. 7.	68 000	17 500	12 500	3 500	30 000	70 000
28. 7.	68 000	26 000	88 000	18 000	40 000	60 000
11. 8.	50 000	40 000	180 000	20 000	20 000	24 000
25. 8.	30 000	20 000	78 000	10 000	100 000	120 000
8. 9.	25 000	11 000	65 000	10 000	100 000	80 000
22. 9.	24 000	6 000	30 000	8 000	110 000	35 000
6. 10.	10 000	1 000	15 000	5 000	80 000	18 000
20. 10.	26 000	2 000	20 000	6 000	40 000	10 000
3. 11.	16 000	2 000	16 000	5 000	30 000	10 000
17. 11.	11 000	18 000	12 000	4 000	26 000	10 000
1. 12.	4 000	20 000	5 000	1 000	—	—
15. 12.	5 000	30 000	5 000	1 500	20 000	10 000
29. 12.	—	—	—	—	—	—
12. 1.	3 000	30 000	3 000	1 000	10 000	8 000
26. 1.	18 000	10 000	2 000	500	9 000	7 000
9. 2.	26 000	20 000	6 000	1 000	14 000	20 000
23. 2.	16 000	16 000	4 000	1 000	15 000	21 000

Tab. 11: Die Chlorophyta zweier ausgewählter Probenstellen im Leimersheimer (L 2) und Sondernheimer (S 3) Altrhein (Ind/l)

Datum	L 2				S 3			
	Euglena	*Eudorina*	*Scenedesmus*	*Pediastrum*	*Euglena*	*Eudorina*	*Scenedesmus*	*Chlorella*
10. 3.	0	0	0	0	0	0	0	32 000
24. 3.	0	0	0	0	0	0	0	100 000
7. 4.	200	0	0	0	0	0	0	490 000
21. 4.	2 700	0	0	0	30 000	0	0	970 000
5. 5.	6 000	0	0	0	40 000	0	5 000	4 000 000
19. 5.	3 200	0	0	0	30 000	0	18 000	50 000
2. 6.	4 000	0	25 800	0	0	0	50 000	30 000
16. 6.	0	0	16 000	0	0	0	100 000	20 000
30. 6.	10 000	0	40 000	0	0	14 000	180 000	10 000
14. 7.	3 000	0	200 000	62 000	0	14 000	230 000	5 000
28. 7.	0	0	28 000	10 000	0	240 000	100 000	2 000
11. 8.	0	50 000	40 000	22 000	0	30 000	100 000	2 000
25. 8.	0	40 000	210 000	35 000	0	20 000	160 000	3 000
8. 9.	0	3 000	60 000	3 000	0	5 000	10 000	1 000
22. 9.	0	10 000	100 000	8 000	0	5 000	4 000	1 000
6. 10.	0	3 000	110 000	3 000	0	10 000	6 500	1 500
20. 10.	0	2 000	52 000	2 000	0	10 000	60 000	2 000
3. 11.	0	0	1 200	0	0	10 000	30 000	2 000
17. 11.	0	0	1 400	0	0	40 000	30 000	2 000
1. 12.	0	0	1 500	0	—	—	—	—
15. 12.	0	0	2 000	0	0	10 000	22 000	3 000
29. 12.	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 1.	0	0	0	0	0	10 000	14 000	2 000
26. 1.	0	0	0	0	0	2 000	1 800	3 000
9. 2.	0	0	0	0	1 000	1 000	2 000	5 000
23. 2.	0	0	0	0	2 500	2 500	5 000	8 000

Chaetoceras sp.,

nicht das ganze Jahr vorhanden,
115 000 Individuen/l (5. 5. 1973),
100 000 Individuen/l (11. 8. 1973).

(Xanthophyceae)

Tribonema sp.,

nur im Frühjahr mit 1 000 — 5 000 Individuen/l.

Chlorophyceae

Pandorina morum (MÜLLER) BORY,

einmaliger Fund, 10 000 Kolonien/l (11. 8. 1973).

Eudorina elegans EHRENBERG,

August—Oktober, 50 000 Kolonien/l (11. 8. 1973), 2 000 Kolonien/L (20. 10. 1973).

Volvox aureus EHRENBERG,

einmaliger Fund, 5 000 Kolonien/l (14. 7. 1973).

Chlorella vulgaris BEIJER,

nur Einzelfänge, 3 000 Individuen/l (15. 12. 1973),
2 000 Individuen/l (9. 2. 1974), 9 000 Individuen/l (23. 2. 1974).

Scenedesmus sp.,

fehlt im Winter und Frühjahr, ist sonst mit 3 000 — 100 000 Coenobien/l vertreten, Maxima 200 000 Coenobien/l (14. 7. 1973) und 210 000 Coenobien/l (25. 8. 1973).

Pediastrum sp.,

geht mit *Scenedesmus* sp. einher,
3 000 — 22 000 Coenobien/l, Maxima 62 000 Coenobien/l (14. 7. 1973) und 35 000 Coenobien/l (25. 8. 1973).

Spirogyra sp.,

März—Juni vereinzeltes Vorkommen, bis zu 2 000 Fäden/l.

Sondernheim

Im Gegensatz zu den Leimersheimer Befunden gibt es im Sondernheimer Altrhein noch weniger Arten, die aber in höherer Individuenzahl auftreten (s. Tab. 10 u. 11).

Cyanophyta

Oscillatoria sp.,

kommt nur vereinzelt vor.

Euglenophyta

Euglena sp.,

vereinzelt in den Monaten April—Juni mit 30 000 — 40 000 Individuen/l.

Pyrrophyta

(Dinophycales)

Ceratium hirundinella (O. F. MÜLLER) SCHRANK, nur vereinzelt.

Chrysophyta
(Diatomales)

Pinnularia (Navicula) sp.,
kommt mit 10 000— 100 000 Individuen/l vor, Maximum 330 000 (24. 3. 1973).

Asterionella formosa HASSALL,
10 000 — 120 000 Individuen/l, das Maximum liegt bei 260 000 Individuen/l (7. 4. 1973, 21. 4. 1973).

Tabellaria sp.,
in geringer Anzahl über das Jahr verteilt, Maximalwerte Ende Juni bis Anfang Oktober mit 5 000 — 20 000 Individuen/l.

Fragilaria sp.,
5 000 — 20 000 Individuen/l.

Chlorophyceae

Chlamydomonas sp.,
das ganze Jahr unauffällig in geringer Individuenzahl, Massenentwicklung im September, 2 000 000 Individuen/l.

Gonium sp.,
Juni—Juli mit 22 500 — 50 000 Kolonien/l.

Pandorina morum (MÜLLER) BORY,
Ende Juni bis Ende August, Maximum 260 000 Kolonien/l (28. 7. 1973).

Eudorina elegans EHRENBERG,
wie *Pandorina morum* von Ende Juni bis Ende August, Maximum 240 000 Kolonien/l (28. 7. 1973).

Volvox aureus EHRENBERG,
Einzelfunde.

Chlorella vulgaris BEIJER.,
während des ganzen Jahres vorhanden, März bis Mitte Juli 5 000 bis 500 000 Individuen/l, Maximum 4 000 000 Individuen/l (5. 5. 1973).

Scenedesmus sp.,
Mai 1973 bis Februar 1974 mit 5 000— 160 000 Coenobien/l, Maximum 230 000 Coenobien/l (14. 7. 1973).

Spirogyra sp.,
März — Juli, bis zu 2 000 Fäden/l.

3.3.2. Zooplankton

Methode

Das Zooplankton wurde, um eine möglichst große Wassermenge zu erhalten, mit Hilfe einer Pumpe entnommen. Dabei fand eine Unterwasserpumpe (Lenzpumpe) der Fa. KING (U. K.) Verwendung, an die eine Haltestange montiert wurde, die auch das stromzuführende Kabel aufnahm. Betrieben wurde die Pumpe mit einer Batterie (12 V), die in einem Transportkasten zu den Probenstellen transportiert wurde. Das Pumpgut wurde über einen Schlauch (¾ Zoll = 2,955 cm), der mit Schellen an der Haltestange befestigt war, zu einer auf einem Ständer montierten Wasseruhr geleitet. Dort konnte die jeweilige Pumpmenge — im Durchschnitt 30 l — abgelesen werden. An den Auslauf der Wasseruhr wurde ein Planktonnetz der Fa. HYDROBIOS, Apparatebau G. m. b. H. (Kiel) mit einer Maschenweite von 55 µ gehängt, das mit einem Netzbecher und einem Ablaßhahn ausgestattet war. Dadurch wurde das Plankton im Netzbecher zurückgehalten, während die große Wassermenge ablief.

Das so konzentrierte Pumpgut wurde über den Ablaßhahn in ein Probenfläschchen (100 ml) mit Schraubverschluß überführt, mit 40 %iger Formalinlösung, die zu den Proben getropft wurde, erfolgte die Fixierung des Planktonmaterials. Dabei gab man zuerst einige (1—2) Tropfen Formalin in die Probe (Formolschock) und erst nach einiger Zeit wurde weiter Formalin zugetropft, bis die Lösung 2—3 %ig war. Die Oberflächenspannung des Wassers wurde durch die Zugabe eines Spülmittels erniedrigt.

Aus Plastik-Petrischalen wurden Zählkammern hergestellt, indem mit einer Nadel ein Raster (5 mm) auf die Unterseite geritzt wurde.

Die Proben wurden nach Sedimentation in Meßzylindern eingeengt und in die Zählkammern überführt. Mit Hilfe des umgekehrten Mikroskopes „Diavert" wurden sie nach dem „elastischen Kammer-Teilzählverfahren" (UTERMÖHL 1958) ausgezählt (vgl. S. 98).

Ergebnisse

Leimersheim

Das Zooplankton des Rheins und das des Leimersheimer Altrheins sind im gesamten Jahr nur in geringer Artenzahl vorhanden. Es unterscheidet sich nicht voneinander, Massenentwicklungen kommen nicht vor (s. Abb. 13 a).

Häufigkeitsstufen:

I nur an einzelnen Probenstellen oder nur an bestimmten Entnahmetagen;

II an allen Probenstellen, aber immer gering im Vergleich zu III und IV;

III an allen Probenstellen mit deutlichem Vorkommen, es kommt zu Massenentwicklungen;

IV an allen Probenstellen über das ganze Jahr in großer Individuendichte, es kommt zu starken Massenentwicklungen.

Rotatoria	
Tetramastix sp.,	I
(Brachionidae)	
Brachionus quadridentatus HERMANN	III
Keratella quadrata MÜLLER	III
Kellicottia longispina (AHLSTROM)	II
Trichocerca (Trichocerca) bicristata (EHRENBERG)	I
(Asplanchnidae)	
Asplanchna sp.	III
Phyllopoda	
Daphnia (Daphnia) longispina O. F. MÜLLER	II
Daphnia (Daphnia) cucullata G. O. SARS	III
Bosmina longirostris O. F. MÜLLER	IV
Copepoda	
Eudiaptomus vulgaris KIEFER	III
Cyclops strenuus (ULJANIN) O. F. MÜLLER	III
Macrocyclops albidus (JURINE)	I

Sondernheim

Das Zooplankton des Sondernheimer Altrheins zeigt deutliche Massenentwicklungen; das gilt für die Rotatoria, Phyllopoda und Copepoda.

Abb. 13 a

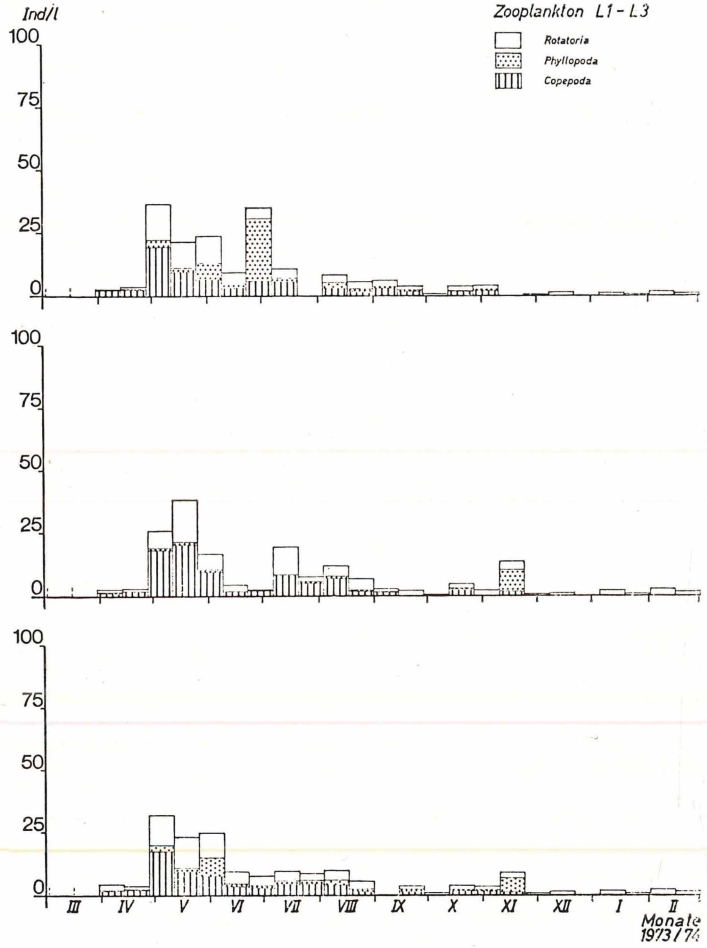


Abb. 13 b

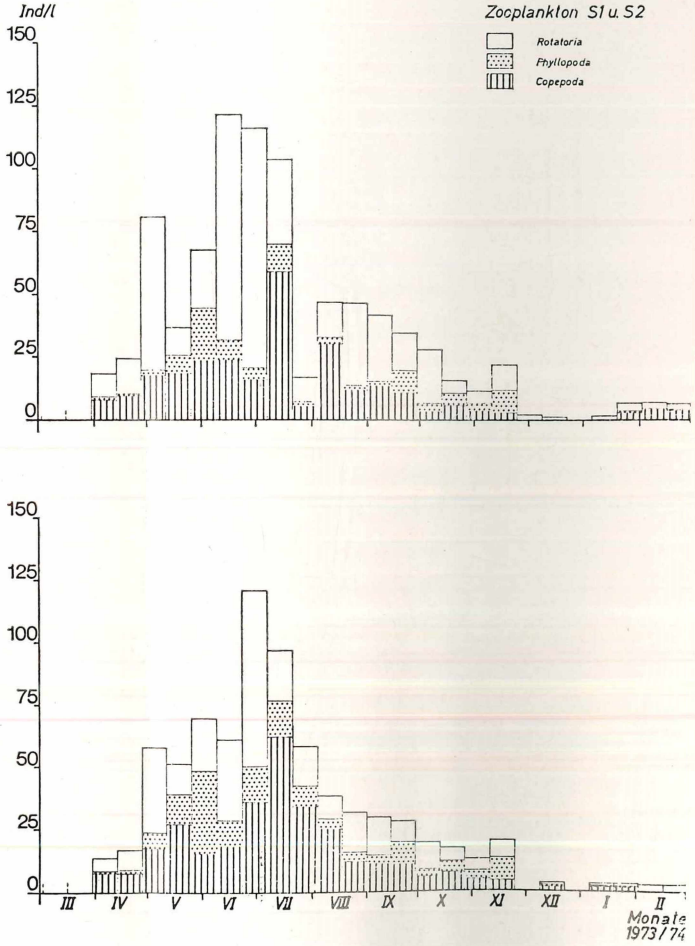


Abb. 13 c

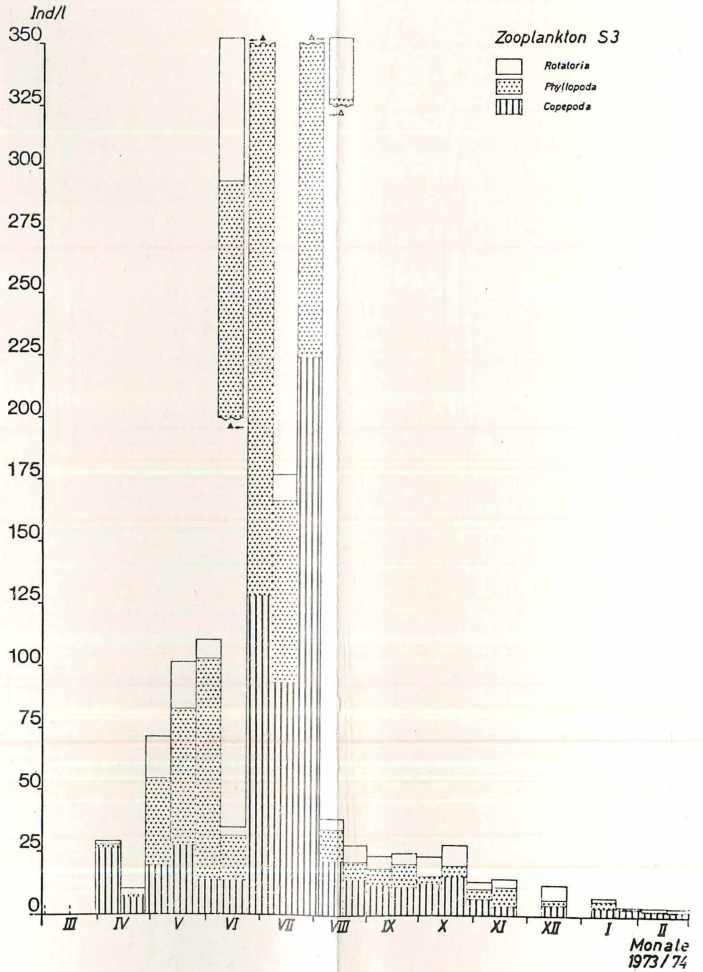


Abb. 13 d

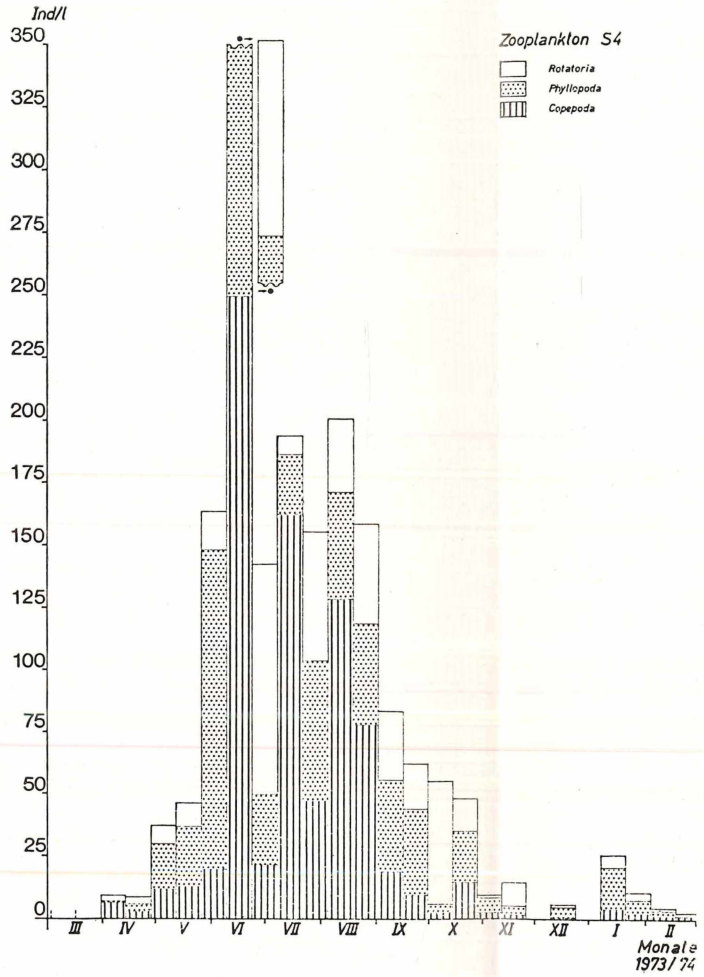


Abb. 13 e

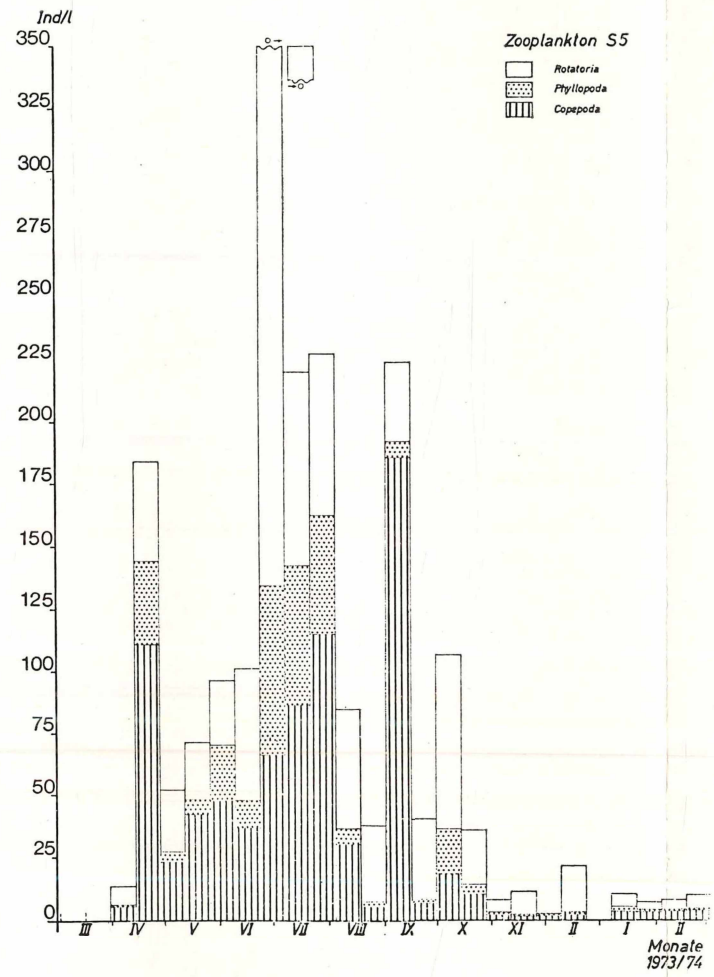
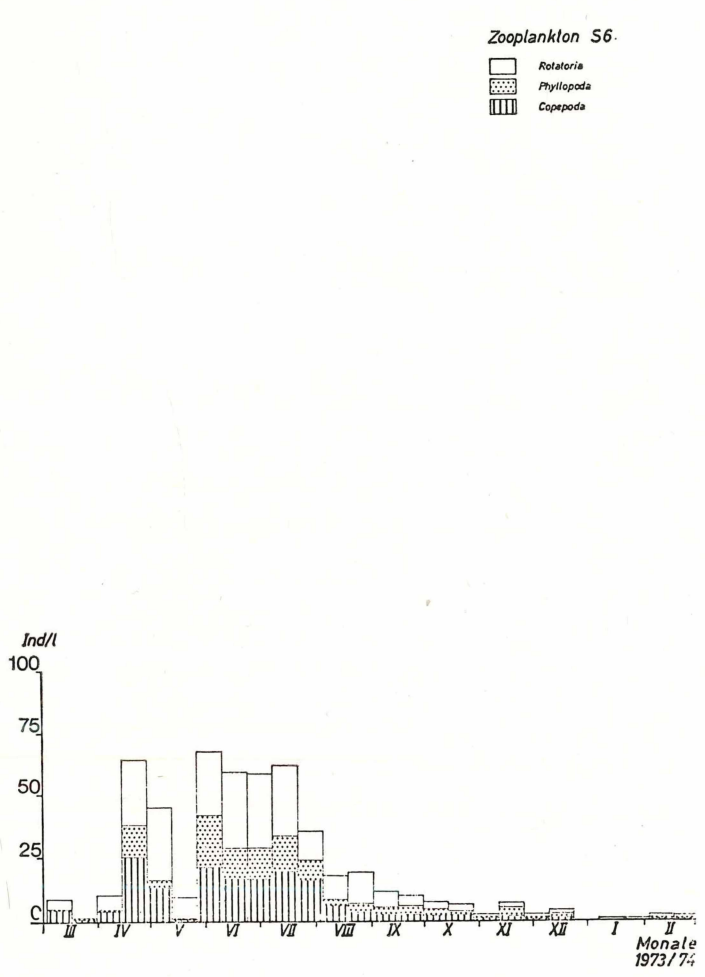


Abb. 13 f



Die stärkste Entwicklung zeigt sich an der Probenstelle S 3. An der Stelle S 1 deutet die Anwesenheit vieler Rotatoria auf einen Einfluß des Baggersees hin, dessen Planktonmaterial durch die Bäche in den Altrhein geschwemmt wird. Das Pumpwerk (S 4) mit dem nur selten fließenden Wasserkörper stellt speziell für die Rotatoria einen bevorzugten Ort dar. An der Schleuse (S 5) wurde die höchste Rotatoriadichte festgestellt, die ihre Begründung nicht in den optimalen Bedingungen dieser Selle, sondern in der hohen Strömungsgeschwindigkeit findet. Die Rotatoria werden dabei, mehr als die anderen Gruppen, vom Baggersee über die Probenstellen S 1, S 2 und S 3 bis hin zur Schleuse Sondernheim verdriftet.

Ein Einfluß auf den Rhein wird an der Egestionsöffnung (S 6) deutlich (s. Abb. 13 b-f).

Häufigkeitsstufen:

I nur an einzelnen Probenstellen oder nur an bestimmten Entnahmetagen;

II an allen Probenstellen, aber immer gering im Vergleich zu III und IV;

III an allen Probenstellen mit deutlichem Vorkommen, es kommt zu Massenentwicklungen;

IV an allen Probenstellen über das ganze Jahr in großer Individuendichte, es kommt zu starken Massenentwicklungen

Rotatoria	
Tetramastix sp.	I
(Brachionidae)	
Brachionus quadridentatus HERMANN	IV
Keratella quadrata MÜLLER	IV
Kellicottia longispina (AHLSTROM)	II
Trichocerca (Trichocerca) bicristata (EHRBG.)	I
(Asplanchnidae)	
Asplanchna sp.	IV
Phyllopoda	
Daphnia (Daphnia) longispina O. F .MÜLLER	II
Daphnia (Daphnia) cucullata G. O. SARS	III
Bosmina longirostris O. F. MÜLLER	IV
Copepoda	
Eudiaptomus vulgaris KIEFER	III
Cyclops strenuus (ULJANIN) O. F. MÜLLER	IV
Macrocyclops albidus (JURINE)	II

3.3.3. Diskussion der Planktondaten

Leimersheim

Weder die Phyto- noch die Zooplanktonbesiedlung zeigen ausgeprägte Entwicklungsmaxima; die geringe Individuenzahl geht mit einer geringen Artenzahl einher. In ihrer Besiedlung unterscheiden sich der Rhein und das Altwasser nicht. Der Leimersheimer Altrhein ist nicht in der Lage, dem eingespülten Planktonmaterial seinen Stempel aufzudrücken.

Sondernheim

Das Phytoplankton, im besonderen Maße aber das Zooplankton zeigen deutlich, daß es sich bei dem Sondernheimer Altrhein um ein eutrophes Gewässer handelt. Die geringe Artenzahl und die enormen Massenentwicklungen lassen erkennen, daß dieses nährstoffreiche Gewässer nur eine für sich typische Planktonbesiedlung zuläßt und das ihm zugeführte Material seinen eigenen Besonderheiten anpaßt.

Die Besiedlung des Rheins wird, soweit man das bei der geringen Wassermenge, die ihm durch den Sondernheimer Altrhein zugeführt wird, angeben kann, durch das ausströmende Planktonmaterial im Uferbereich über eine bestimmte Strecke von der des Altrheins geprägt (LAUTERBORN 1893).

4. Die Einflüsse der physikalischen und chemischen Daten auf die Planktonbesiedlungen

4.1. Leimersheim

Da die Wasserführung des Rheins unter klimatischen Umwelteinflüssen steht, ist mit einer gleichmäßigen Wasserführung nicht zu rechnen. Das hat zur Folge, daß reißende Strömungen in Hochwasserzeiten mit Trockenwetter- und Austrocknungsperioden abwechseln. Diese intensiven Einflüsse auf den Strom und seine Besiedlung wirken, wenn auch etwas abgeschwächt, auch in den Altwässern. Besonders der Leimersheimer Altrhein mit seinem direkten Kontakt und seiner direkten Reaktion auf Änderungen des Rheins ist davon betroffen. Da ein Großteil der Planktonorganismen hinsichtlich ihrer Fortpflanzung einem bestimmten Jahreszyklus unterworfen ist, kann durch plötzliche Veränderungen der chemischen und physikalischen Faktoren im Rhein eine Dezimierung und sogar eine völlige Ausrottung einer Art verursacht werden.

Das vom Rhein mitgetragene, aus Altwässern und Nebengewässern stammende Planktonmaterial gelangt in den Leimersheimer Altrhein mit seiner verringerten Strömungsgeschwindigkeit. Wie aus den Meßdaten ersichtlich ist, sind die Verhältnisse im Verlauf des Altrheins identisch mit denen des Hauptstroms. Das hat zur Folge, daß selbst bei stark verlangsamter Strömung, wie sie im Leimersheimer Altrhein vorliegt, eine Eigenentwicklung der Plankter aufgrund der hohen Belastung des Altrheinwassers (= Rheinwasser) nicht erfolgt. Aus gewässertechnischer und biologisch-ökologischer Sicht kommt es zu keiner Eigenentwicklung, die von der vergleichbaren Rheinstrecke (Stromkilometer 373 bis 375) abweicht.

Der Leimersheimer Altrhein ist außerstande, Rheinwasser biologisch zu verbessern.

4.2. Sondernheim

Bei der Betrachtung des Sondernheimer Altrheins, eines seenartigen Altwassers mit Profundal, das einen Übergang von einem Fließgewässer zu einem See zeigt, erscheint auf den ersten Blick und im Vergleich zum Leimersheimer Altrhein die Situation der Plankter deutlich besser. Das wird dadurch verursacht, daß der Altrhein nicht direkt vom Rhein beeinflußt wird und die Einschränkungen, die den Leimersheimer Altrhein in diesem Zusammenhang betrafen, entfallen. Zusätzlich bieten die Abwässer, die in den Sondernheimer Altrhein gelangen, infolge ihrer eutrophierenden Wirkung eine günstige Basis für Massenentwicklungen.

Allerdings steht auch der Sondernheimer Altrhein unter dem Einfluß des Rheins. Ein Rheinhochwasser, das die Schließung der Schleuse Sondernheim zur Folge hat, verursacht indirekt eine Aufstauung der zuführenden Bäche und des Sondernheimer Altrheins. Das nächste Niedrigwasser und die damit verbundene Schleusenöffnung bewirken einen Spüleffekt, der mit dem Waser einen großen Teil der Plankter in den Rhein verfrachtet. Dies führt zu einem Auf und Ab der Entwicklungen, was besonders bei den Phytoplanktern große Schäden verursacht.

Die starke Verlandung des Sondernheimer Altrheins wird von mehreren Faktoren bestimmt. Die Rheinbegradigung führte zu einer Grundwasserabsenkung, die bei isolierten, nur vom Grundwasser abhängigen Gewässern des Oberrheingrabens eine Austrocknung zur Folge hatte und auch den vorliegenden Altrhein in seiner Verlandungsgeschwindigkeit beeinflußte. Diese Verlandung wird durch die immer stärker werdende Eutrophierung des Gewässers beschleunigt. Ursache dafür sind die Abwässer der Gemeinden Leimersheim, Rülzheim, Kuhardt, Hördt, Bellheim und Sondernheim. Häufige Wasserstandsschwankungen, die auf den Einsatz der Schleuse zurückzuführen sind, bewirken eine starke Entwicklung der Flora und Fauna der Litoralzone und drängen somit das Profundal bzw. das Pelagial zurück.

Die Massenentwicklungen im Sondernheimer Altrhein dürfen nicht über die großen Probleme dieses Gewässers hinwegtäuschen; der immer flacher werdende Altrhein gelangt langfristig in die Gefahr der totalen Verlandung.

5. Diskussion

Die Untersuchung der Planktonbesiedlung der beiden Altrheine von Leimersheim und Sondernheim und die parallel durchgeführten physikalischen und chemischen Erfassungen haben folgendes gezeigt:

1. Der Leimersheimer Altrhein mit seiner direkten Abhängigkeit von den physikalischen und chemischen Werten des Rheins und sogar von dessen biologischer Fracht kann nicht als ein selbständiges Gewässer angesehen werden. In keiner Phase ist er, trotz günstigerer Verhältnisse, als sie im Rhein herrschen (Strömung), in der Lage, eine auch nur in Ansätzen eigenständige Entwicklung zu zeigen. Physikalisch, chemisch und ökologisch handelt es sich um einen Seitenlauf des Rheins.

2. Der Sondernheimer Altrhein stellt einen eutrophen See mit Zufluß und fast ständigem Abfluß dar. Er wird von Haardt- und Aubächen gespeist und ist chemisch von deren Fracht abhängig. Physikalisch und ökologisch stellt er einen eigenen Typus eines Gewässers dar. Der Altrhein ist in der Lage, den zugeführten Wasserkörper und dessen Organismen zu einem eigenständigen Ökosystem zu integrieren. Dieses System wird nachhaltig beeinträchtigt durch

a) die extremen Wasserstandsschwankungen und die damit verbundene rapide Verlandung und

b) die starke Abwasserbelastung.

Diese Störungen sollten im Interesse eines intakten Ökosystems beseitigt werden, da die Qualität der Wasserabgabe in den Rhein und die Erhaltung der Potenz des Altwassers zur Klärung der Restverschmutzung in direkter Abhängigkeit dazu stehen.

Daher werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen: Die ständigen Wasserstandsänderungen des Sondernheimer Altrheins können m. E. nur durch eine Erhöhung der Schleusenstufe Sondernheim um ca. 1 m und den flexibleren Einsatz des Pumpwerks so gering wie möglich gehalten werden.

Das hätte eine Erhöhung des Altrheinwasserspiegels zur Folge und würde gleichzeitig, wenn auch kurzfristig, der Eutrophierung entgegenwirken. Der später erforderlich werdende Schleusenverschluß bei Rheinhochwasser gewährleistet dann in Verbindung mit dem Einsatz des Pumpwerks einen über weite Strecken konstanten Wasserstand im Altrhein. Eine kontinuierliche Entwicklung der Individuen und damit des gesamten Gewässers wären die Folge.

Die Belastung des Gewässers mit Abwässern aus Regionen, die über Kläranlagen mit unzureichend arbeitenden oder zu klein bemessenen biologischen Stufen verfügen, ist unerträglich und fördert in starkem Maße die weitere Eutrophierung Eine Klärung der Abwässer in ausreichend dimensionierten und intakten biologischen Stufen ist daher unbedingt erforderlich. Aber selbst bei vollwirksamen biologischen Stufen der Kläranlagen ist es unzumutbar, die geklärten Abwässer in das praktisch stehende Gewässer einzuleiten, da der Eutrophierungseffekt (anorganische Stickstoff- und Phosphorverbindungen = Nitrat und Orthophosphat) weiterhin besteht.

Eine umfassendere und bessere Lösung wäre eine Trennung der zuführenden Bäche in wenig belastetes und in stark belastetes Wasser im Verlauf des Michelsbaches und die Errichtung einer Großkläranlage am Standort der Kläranlage Sondernheim. Die stark belasteten Wasseranteile könnten nach einer Aufbereitung in dieser Kläranlage mit dritter Reinigungsstufe ebenso wie das wenig belastete Wasser über den Sondernheimer Altrhein in den Rhein abfließen.

Somit käme es neben der intensiven Entlastung des Sondernheimer Altrheins auch zu einer Verringerung der Abwasserfracht des Rheins.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist der Sondernheimer Altrhein ein zur Eutrophierung und Verlandung verurteiltes Gewässer. Eine günstige Beeinflussung des Rheins, die heute noch besteht, wird in absehbarer Zeit immer geringer werden. Der Altrhein wird ohne rasche Hilfe seine heutige Form und Funktion verlieren. Ohne Beseitigung der wichtigsten Mängel wird er immer weniger biologische Potenz besitzen, nur noch als Abwassergraben fungieren und somit seine vielfältigen Aufgaben nicht mehr wahrnehmen können.

6. Literaturverzeichnis

FRANKE, U. & SCHWOERBEL, J. (1972): Hydrographie, Chemie und Nährstoff-Fracht eines mit organischen Abwässern verunreinigten Gebirgsbaches. — Arch. Hydrobiol./Suppl. **42**, 1: 95—124 (Falkau-Arb. **8**), Stuttgart.

GROHS, H. (1943): Limnologische Untersuchung zweier Donaualtwässer bei Wien. — Arch. Hydrobiol., **39**: 369—402, Stuttgart.

KINZELBACH, R. (1976): Das Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue" bei Germersheim. Einführung in Ökographie, Ökologie, Pflege und Ausbau. — Mitt. Pollichia **64**: 5—62, Bad Dürkheim/Pfalz.

LAUTERBORN, R. (1893): Beiträge zur Rotatorienfauna des Rheins und seiner Altwasser. — Zool. Jb., Abt. Syst., **7**: 254—273, Jena.

— (1916—1918): Die geographische und biolog. Gliederung des Rheinstroms. — Sber. Heidelb. Akad. Wiss. (math.-nat. Kl. B), I. **1916** (6): 1—61, II. 1917 (5): 1—70, III. 1918 (1): 1—87, Heidelberg.

— (1930, 1934, 1938): Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes. Bd. **1**, 1. Hälfte, Freiburg 1930, Bd. **1**, 2. Hälfte, Abt. 1, 2 (alles Erschienene), Freiburg, 1934, Ludwigshafen 1938.

MITIS, H. von (1938): Die Altwasser. — Arch. Hydrobiol., **34**: 143—153, Stuttgart.

MUSALL, H. (1969): Die Entwicklung der Kulturlandschaft der Rheinniederung zwischen Karlsruhe und Speyer vom Ende des 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. — Heidelberger Geogr. Arb., **22**: 1—279, Heidelberg.

SCHÄFER, W. (1973): Altrheinverbund am nördlichen Oberrhein. — Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **7**, 63 S., Frankfurt a. M.

— (1973/74): Der Oberrhein, sterbende Landschaft? — Natur und Museum, **103** (1/3/4/5/6/9), **104** (8/10/11), Frankfurt a. M.

SCHMIDT, U. (1976): Vergleichende Untersuchung der jahreszeitlichen Verteilung des Phyto- und Zooplanktons in zwei Altwässern des Rheins bei Germersheim. — Teil I. Methoden und Ergebnisse 59 S. — Teil II. Tabellen und Grafiken. 33 S., 15 Tafeln. — Diplom-Arbeit am Fachbereich Biologie der Universität Mainz. Manuskript. (Hier weitere Literatur-Angaben).

SCHWOERBEL, J. (1966): Methoden der Hydrobiologie. — 207 S., Stuttgart (Franckh).

— (1971): Einführung in die Limnologie. — 180 S., Jena (Fischer).

— (1972): Falkauer Fließwasseruntersuchungen an der Mettma. — Arch. Hydrobiol., Suppl. **42**, 1: 91—94 (Falkau-Arb. **8**), Stuttgart.

ÜTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. — Mitt. int. Ver. Limnol., **9**: 1—38, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Ulrich Schmidt, Dipl.-Biol., Institut für Zoologie, Universität Mainz, Saarstr. 21, D-6500 Mainz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 64

Autor(en)/Author(s): Schmidt Ulrich

Artikel/Article: Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung des Planktons in zwei Altwässern des Naturschutzgebietes „Hördter Rheinaue“ 76-109