

Limnologische Untersuchungen an der Pfinz (Nordbaden)

Limno-Seminar Rußheim vom 1.-3. Oktober 1993

von Daniel Baumgärtner und Ulrike Stephan

1. Einleitung

Auf dem Wochenendseminar in Rußheim wollten wir die Wasserqualität der Pfinz, die unmittelbar an der Waldmühle vorbeifließt, biologisch, chemisch und physikalisch unter die Lupe nehmen, und auch einen groben Überblick über das bekommen, was man alles wie im Wasser untersuchen kann.

Von einigen Parametern wie Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur haben wir mit elektronischen Geräten Meßreihen aufnehmen können, die schöne, aussagekräftige Tagesverläufe ergaben. Bei der Auswertung der Leitfähigkeit erhielten wir ein Ergebnis, das ohne die dauernden Regenfälle so wohl nicht zustande gekommen wäre. Das Schaubild zur Sauerstoffsättigung zeigt eine relativ „typische“ Kurve und läßt Rückschlüsse auf die Menge an Zehrstoffen im Bach zu.

Die biologische Untersuchung kam wetterbedingt, aber auch wegen der Kürze der Zeit ziemlich mager weg, obwohl wir insgesamt 16 Leute waren. Trotzdem ist ein Saprobienindex zustande gekommen, der auch nach DIN-Norm 38410 „gütig“ ist.

2. Kurze Beschreibung des Gebiets

2.1 Die Pfinz

Die Pfinz entspringt an den Ausläufern des nördlichen Schwarzwaldes im Oberen Buntsandstein. Ihre Zuflüsse erhält sie zunächst aus dem Oberen Buntsandstein, aus dem Unteren und später auch dem Mittleren Muschelkalk. Bis zu ihrer Mündung in den Rheinniederungskanal am Rußheimer Altrhein durchquert sie die Hardtebene und entwässert einen Teil davon mittelbar in den Rhein. Die Pfinz wird mehrfach aufgespalten und dient als Vorfluter für verschiedene Kläranlagen.

Unsere Probestelle an der Rußheimer Waldmühle lag am Unterlauf des Bachs, etwa 1700 m vor dem Zusammenfluß mit dem Rheinniederungskanal und etwa 1200 m unterhalb der Probestelle der LFU (Landesanstalt für Umweltschutz) PF 034, die auf der Gewässergütekarte (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG) eingetragen ist.

Der trapezförmig ausgebaute Bachlauf ist hier etwa 4 m breit, 1-1,5 m tief; die Fließgeschwindigkeit, ermittelt mit der Driftkörpermethode (SCHWOERBEL 1986), beträgt in der Bachmitte ungefähr 0,3 m/s. Die Wasseroberfläche ist kaum beschattet, die Ufervegetation besteht im wesentlichen aus einem schmalen Wasserschwadennröhricht mit einer dahinterliegenden Pestwurzflur, angrenzende Flächen werden ackerbaulich bewirtschaftet. Das Sediment ist schlammig und das Wasser riecht nicht unbedingt frisch.

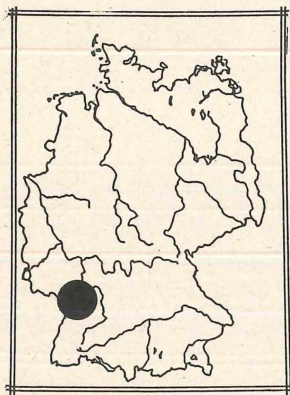


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets

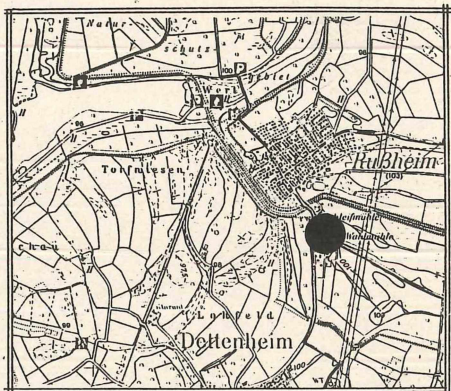


Abb. 2: Ausschnitt aus der
Topographischen Karte 6816
Graben-Neudorf

3. Physikalische und chemische Wasseranalysen

Für das freundliche Ausleihen der Testsätze und Geräte für die physikalisch-chemische Gewässeruntersuchung aus dem Ökomobil der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (BNL) möchten wir uns ganz herzlich bei Dr. Christoph Aly bedanken!

3.1. Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB)

Da das Wochenende zu kurz war für eine Bestimmung des BSB₅ (Biochemischer oder Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen), haben wir den weniger üblichen BSB₂ gemessen. Am 1. Oktober um 18.45 Uhr nahmen wir an unserer Probestelle „Tarzanbaum“ bei 13,8°C Wassertemperatur eine Wasserprobe, um nach zwei Tagen den Sauerstoffgehalt nach der Winkler-Methode (Aquamerck 11107) zu bestimmen. Zum Entnahmepunkt betrug der Sauerstoffgehalt des Pfingstwassers 7,6 mg/l. Das Winkler-Fläschchen mit der Probe umwickelten wir mit Zeitungspapier, damit kein Licht an die Probe kommt. Nach genau zwei Tagen bestimmten wir den Sauerstoffgehalt im Fläschchen und erhielten mit der Differenz zum Ausgangswert die Sauerstoffzehrung. Um vergleichbare Werte zu erzielen, soll man die Wasserprobe bei 20°C lagern.

Ergebnis:

Sauerstoffverbrauch in zwei Tagen (BSB₂): 2,4 mg O₂ = 31,6%

Die Sauerstoffzehrung geht hauptsächlich auf die Aktivität von (heterotrophen) Mikroorganismen zurück, die organische Verbindungen unter O₂-Verbrauch abbauen. Je höher der Anteil organischer Stoffe im Wasser ist, desto größer ist der Sauerstoffbedarf pro Zeiteinheit. Der BSB ist also ein Maß für die organische Belastung eines Gewässers. Damit das Ergebnis im Winkler-Fläschchen nicht durch photosynthetisch produzierten Sauerstoff verfälscht wird, muß die Probe dunkel aufbewahrt werden.

Zum Vergleich: Kaum verunreinigte Gewässer haben in zwei Tagen eine Sauerstoffzehrung von 0-10%, bei Werten über 30% können schon Fischsterben auftreten. Eine O_2 -Zehrung von 20-30% führt zur Einstufung des Gewässers in Güteklasse II-III (kritisch belastet), eine Zehrung von 30-60% sogar zur Einstufung in Güteklasse III (stark belastet) (z.B. v. RÜDEN 1991).

3.2 Tagesgang von Sauerstoff und Wassertemperatur

Da wir ein elektronisches Sauerstoffmeßgerät (WTW Mikroprozessor Oxi-Meter, OXI 96) zur Verfügung hatten (das nach einer Vergleichsmessung mit der Winkler-Methode auch gut funktionierte), konnten wir mit geringem Aufwand im 2-Stunden-Rhythmus den Tagesgang der Sauerstoffsättigung in der Pfinz messen. Temperatur- und Luftdruckschwankungen hat das Gerät automatisch ausgeglichen.

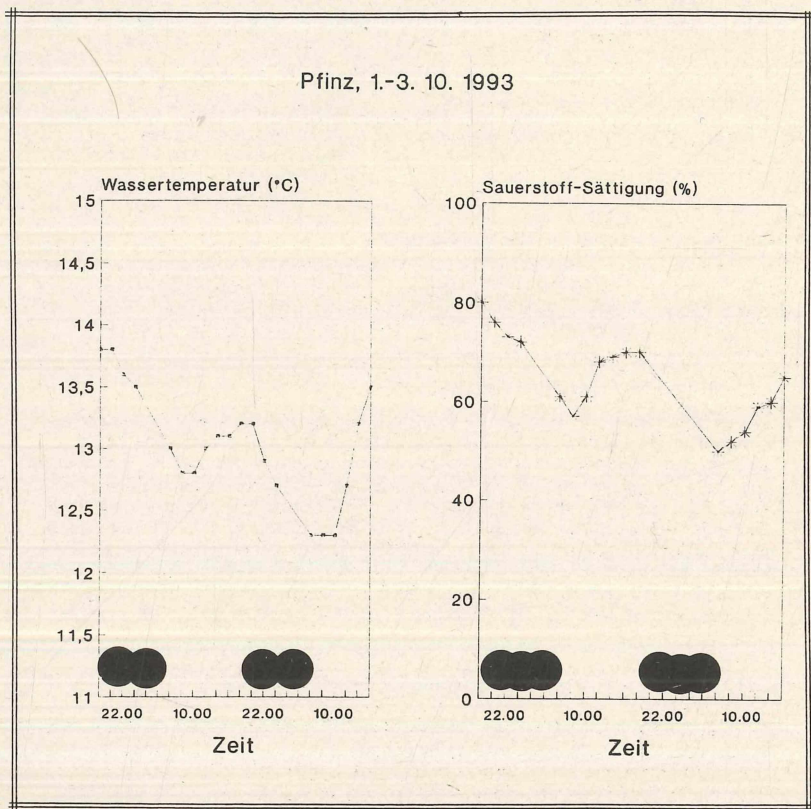


Abb. 3: Wassertemperatur und Sauerstoffsättigung

Die Wassertemperatur zeigt leichte Tag-/Nachtschwankungen, sie pendelt um 13°C. Deutlich im Schaubild erkennbar ist ein anhaltender Sauerstoffmangel in der Pfinz, zumindest an diesem Wochenende. Der Höchstwert mit 80% war zum Zeitpunkt der ersten Messung, am 1.10. um 18.00 Uhr erreicht, mit Einbruch der Dunkelheit nahm der Sauerstoffgehalt auf 57% am nächsten Morgen um 6.00 Uhr ab. Am 2.10. wurden als Spitzenwert sogar nur 70% erreicht (16.00 Uhr und 18.00 Uhr), allerdings war der Himmel fast den ganzen Tag über bedeckt. Am Morgen betrug die Sauerstoffsättigung nur noch 50% und erholte sich bis zur letzten Messung um kurz nach 16.00 Uhr auf 65%.

Zum Vergleich: bei einer sehr guten Sauerstoffversorgung des Gewässers (Güteklasse I) liegt die O₂-Sättigung gewöhnlich zwischen 95-100%, es kann bei Helligkeit auch ein O₂-Überschuß entstehen. Die Minima liegen selten und höchstens kurzfristig unter 80%. Eine Sättigung von 70-85% zeigt eine mäßige, Werte von 50-70% zeigen eine kritische organische Belastung an (Güteklasse II bzw. II-III).

Die nächtliche Sauerstoffzehrung ist auf den Verbrauch durch pflanzliche, tierische und Mikro-Organismen (Vgl. 3.1) zurückzuführen. Der Wiederanstieg des Sauerstoffgehalts hat zwei Gründe: 1. Physikalischen Sauerstoffeintrag von der Luft und 2. Sauerstoffproduktion bei der Photosynthese, hier vor allem durch Aufwuchsalgen (SCHWOERBEL 1993).

Daß am 2.10. die Strahlungsintensität wetterbedingt geringer war als am 1.10., läßt sich anhand der Wassertemperaturkurve gut nachvollziehen. Da der Sauerstofftagesgang eng mit dem Temperaturgang korreliert ist, kann man in diesem Fall die (Sonnen-)Strahlung als Minimumfaktor für photosynthetische Sauerstoffproduktion im Gewässer vermuten.

3.3 Sauerstoffmessungen an verschiedenen Stellen

Weil uns interessierte, wie groß etwa der Einfluß des Mühlrades auf den Sauerstoffgehalt im Wasser war, haben wir am 2.10. zwischen 17.30 und 17.45 bei leichtem Regen und um 13°C Lufttemperatur an verschiedenen Stellen die Sauerstoffsättigung bestimmt.

Tab. 1: O₂-Sättigung

Meßstelle	O ₂ -Gehalt	Wasserbewegung
1. Am „Tarzanbaum“	71%	gut fließend
2. Am Backhaus,	67%	fast stehend, ruhige Bucht
3. 20 m nach dem Mühlrad	75%	frisch verwirbelt
4. Unmittelbar vor dem Wehr zur Pfinzschleife	68%	fast stehend
5. Unmittelbar nach dem Wehr zur Pfinzschleife	71%	frisch verwirbelt
6. In der Pfinzschleife	69%	gut fließend

Wir waren ziemlich überrascht, wie gering dieser Effekt war! Die Sauerstoffsättigung 20m unterhalb des Mühlrades war gerade mal 4% höher als in der fließenden Welle oberhalb. In fast stehenden, ruhigen Buchten war sie erwartungsgemäß etwas geringer (3-4%) als im gut fließenden Wasser. Auch der Absturz am Wehr zur Pfinzschleife um die Mühle herum brachte nur wenige Prozent Anreicherung mit sich.

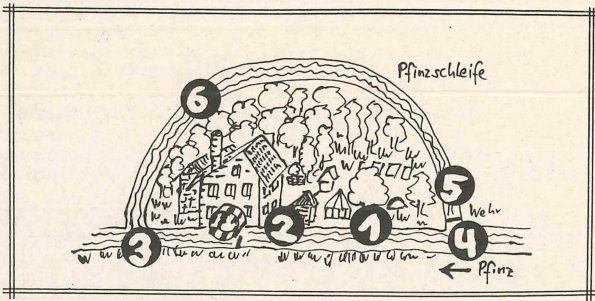


Abb.4: Skizze der Meßstellen

3.4 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit ist ein (unspezifisches) Maß für die Gesamtkonzentration an Ionen (z.B. Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) im Wasser. Je nach geologischem Untergrund kann sie in natürlichen Binnen-Gewässern zwischen 20 und 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen (SCHWÖRTEL 1986). Karbonatgesteine oder Salinen erhöhen die Leitfähigkeit, Silikatgesteine geben dagegen nur wenige Ionen ab. Zwar erhält die Pfinz einen Teil ihrer Zuflüsse aus dem Buntsandstein (Silikat), aber einen Teil auch aus Muschelkalkgebieten, so daß auch ohne Abwasserbelastungen eine Grundfracht an Ionen gegeben ist. Wir verwendeten das Leitfähigkeitsmeßgerät „BehroTest LF 86“ der Firma Behr Labortechnik, um den Tagesgang der Leitfähigkeit aufzunehmen.

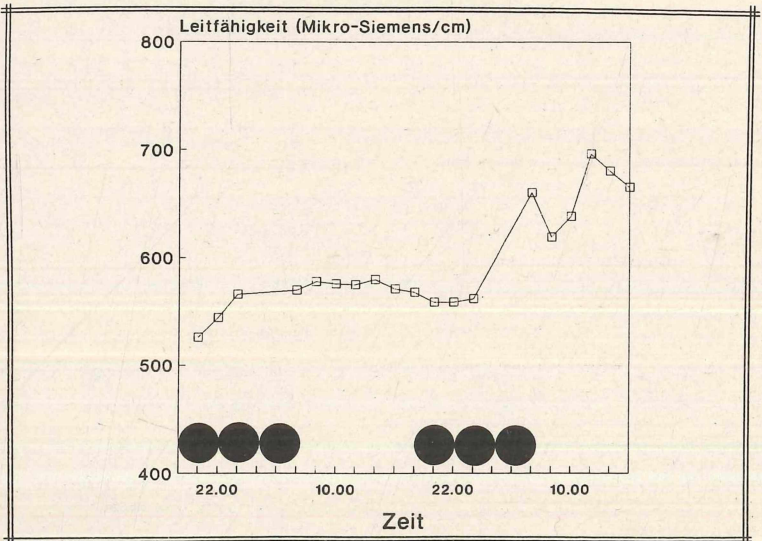


Abb. 5: Tagesgang der Leitfähigkeit

Während bei der ersten Messung am 1.10. um 15 Uhr die Leitfähigkeit bei etwa 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (nicht im Schaubild) lag, stieg sie im Verlauf des Abends auf rund 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an und blieb am nächsten Tag weitgehend konstant bei diesem Wert. Am 3.10. trat eine auffällige Erhöhung der Leitfähigkeit auf annähernd 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ein. Weil wir damit zunächst wenig anfangen bzw. nur spekulieren konnten, fragten wir Prof. Schwoerbel um Rat, der den Anstieg der Leitfähigkeit auf eine Ausspülung von Ionen durch den Regen zurückführte, die über Schwemmwasser aus den angrenzenden (landwirtschaftlich genutzten) Flächen in den Bach gelangten. Auch die Erhöhung am 2.10. kann mit den leichten, zeitweiligen Regenfällen korreliert werden.

3.5. Weitere chemische Parameter

Die anderen chemischen Parameter haben wir am 2.10. mit unterschiedlichen Testsätzen gemessen. Das Probenwasser entnehmen wir um 11 Uhr bei leichtem Regen und etwa 13°C Lufttemperatur aus der Mitte des Pfingzlaufes aus einem Kanu heraus.

Eine chemische Wasseranalyse in einem Fließgewässer ist immer nur eine Momentaufnahme und sollte, um aussagefähig zu werden, wiederholt und über einen längeren Zeitraum durchgeführt und schließlich durch eine biologische Gütebeurteilung ergänzt werden.

Unsere Testsätze zur Nitrat- und Ammoniakbestimmung haben wir vor dem Einsatz mit einer frisch hergestellten Eichlösung geprüft:

Konzentration der Eichlösung	Konzentration laut Testsatz
10 mg/l NO_3^-	10 mg/l
0,5 mg/l NH_4^+	0,6 mg/l

Beide Testsätze waren also noch in Ordnung.

Tab.2: Ergebnisse der chemischen Analysen („Momentaufnahme“)

Verbindung	Menge mg/l	Testsatz
Ammonium NH_4^+	0,15	(Merck aquaquant 14400)
$\text{NH}_4\text{-N}$	0,12	(Merck aquaquant 14400)
Nitrit NO_2^-	n.n.	(Merckoquant 10020)
Nitrat NO_3^-	10	(Merckoquant 10020)
Nitrat NO_3^-	10	(viscolor 914045)
Phosphat $\text{PO}_4\text{-P}$	0,09	(viscolor 920080)
PO_4^{3-}	0,28	(errechnet aus $\text{PO}_4\text{-P}$)
Carbonat-	10,4°dH	(Aquamerck 8048)
härte	=1,9 mmol/l	Säurebindungsvermögen

Ammonium/Ammoniak ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) wird beim biologischen Eiweißabbau frei. In unbelasteten Gewässern liegt der Wert normalerweise unter 0,1 mg/l, da es gleich mikrobiell (von *Nitrosomonas* u.a.) zu Nitrit umgewandelt wird. Eine höhere Konzentration zeigt eine Zehrstoffbelastung an, kann aber außer durch Abwasser und Güllesickerwässer auch durch Regen (bis 10 mg/l) eingetragen werden.

Ammonium und Ammoniak liegen im Wasser in einem Gleichgewicht vor, das sich bei hohen (basischen) pH-Werten über 7 (neutral) zugunsten des Ammoniak (NH_3) verschiebt, das als starkes Zellgift für viele Fischsterben verantwortlich ist.

Gleichgewicht: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

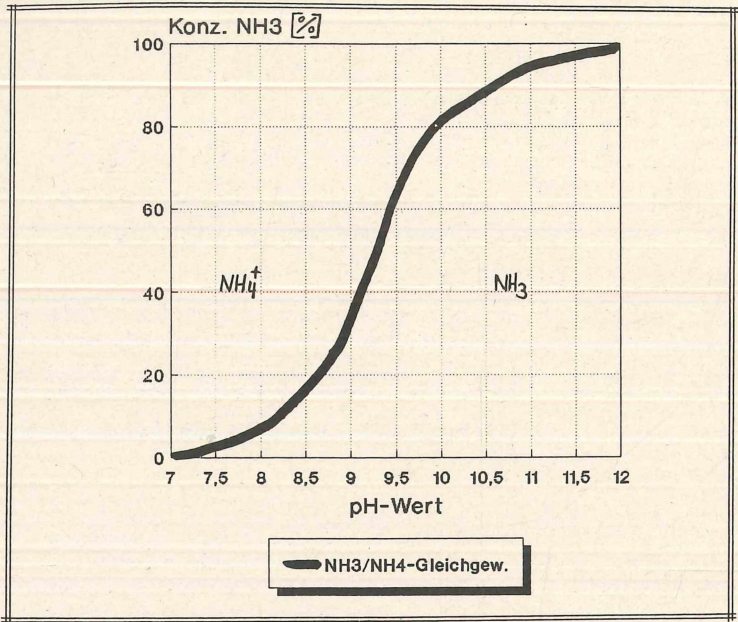


Abb. 6: Gleichgewicht von $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ in Abhängigkeit vom pH-Wert

Nitrit (NO_2^-) sollte mit einfachen Mitteln nicht nachweisbar sein ($<0,01 \text{ mg/l}$), da es gewöhnlich (von *Nitrobacter* u.a. nitrifizierenden Bakterien) gleich zu Nitrat (NO_3^-) weiteroxidiert wird.

Nitrat (NO_3^-). Bis 10 mg/l Nitrat zählen noch als „Normalwert“ und weisen auf keine außergewöhnliche Belastung hin. An anderen Tagen wurden allerdings schon höhere Werte (um 25 mg/l) in der Pfingst bei Graben gemessen (unpubl.).

Phosphat (PO_4^{3-}) wird unmittelbar als Nährstoff von Pflanzen genutzt, und nur ein geringer Teil des Phosphors liegt im Gewässer als gelöstes Orthophosphat vor. Der gemessene Wert zeigt keine deutliche Belastung (Eutrophierung) an. Die Zuordnung in Güteklasse I (gering belastet) nach der Gewässergütekarte (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG...1982) ist allerdings eine sehr positive Einschätzung.

Carbonathärte. Carbonat liegt im Gewässer überwiegend als $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ vor. Carbonathärte bzw. Säurebindungsvermögen (SBV) schwanken tageszeitlich ebenso wie pH und O_2 -Gehalt abhängig von der Pflanzenaktivität (CO_2 -Aufnahme). Je größer das SBV, desto besser kann ein Mangel an Kohlendioxid als pflanzenverfügbarer Stoff gepuffert werden.

Die Carbonathärte ist kleiner als die Gesamthärte.

pH-Wert. Auf die Idee, öfters den pH-Wert zu messen, sind wir leider erst spät gekommen.

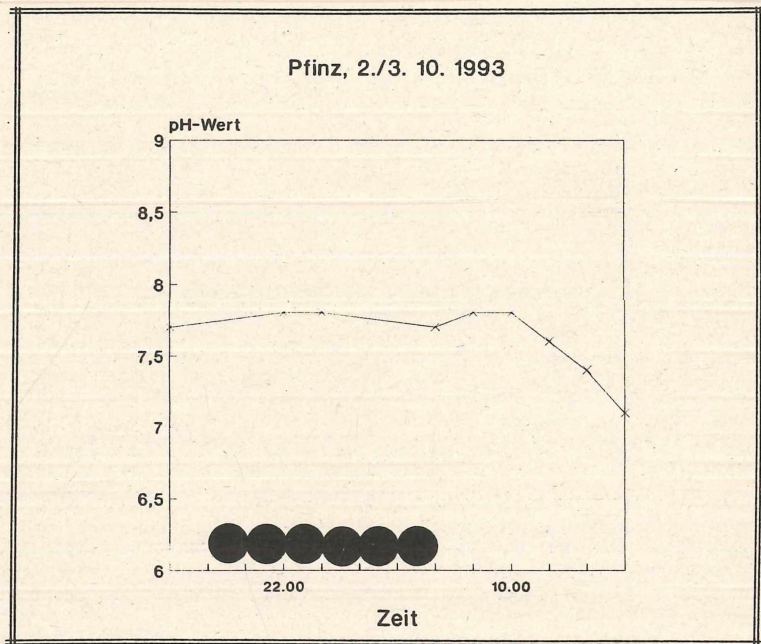


Abb. 7: pH-Wert in der Pfinz am 2./3.10.1993

Der pH-Wert lag entweder im neutralen oder im leicht basischen Bereich und ist für fast alle Organismen optimal oder tolerierbar (Vgl. Ammoniak, Carbonathärte). Im Verlauf des 3.10. sank er meßbar ab, wahrscheinlich durch saure Einschwemmungen aus dem Einzugsbereich des Baches (z.B. Huminsäuren) infolge des Regens.

Allgemeine Erläuterungen zu den einzelnen Methoden und chemischen Parametern kann man z.B. in NaBei 24 (GERWIG 1991) nachlesen, genaueres zum Stoffhaushalt steht beispielsweise in SCHWOERBEL (1993).

4. Kurzer Exkurs: Nährstoffe und Zehrstoffe

Die **Zehrstoffe** sind organische (Kohlenstoff-)Verbindungen und stammen aus abgestorbenen Tier- und Pflanzenteilen. Sie werden mikrobiell unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Produkt dieser Prozesse sind anorganische **Nährstoffe** (Stickstoff- und Phosphor-Verbindungen wie NH_3 , NO_3^- ; PO_4^{3-}), die das Pflanzenwachstum fördern. Die Pflanzen wachsen, produzieren Sauerstoff, sterben irgendwann ab, ihre Überreste -Zehrstoffe- werden wieder mikrobiell abgebaut, je mehr totes Pflanzenmaterial abgebaut

wird, desto mehr Sauerstoff wird verbraucht..., was zu Engpässen in der Sauerstoffversorgung aller im Wasser lebenden Organismen führen kann. Im Extremfall sogar zu sogenannten „Fischsterben“.

Nährstoffe kommen auch über Düngemittel (Ausschwemmungen), Kläranlagen (z.B. das berühmte Waschmittel-Phosphat), etc. in einen Bach, das Gewässer wird eutrophiert. Die **Trophie** kann also ein Maß für die Nährstoffbelastung, die **Saprobie** ein Maß für die Zehrstoffbelastung eines Gewässers sein (eigentlich, um genau zu sein, versteht man unter Trophie die Intensität der photoautotrophen Produktion, unter Saprobie die Summe der heterotrophem Bioaktivität in einem Gewässer).

5. Biologische Gewässergütebestimmung, Saprobienindex

Im Gegensatz zur chemischen „Momentaufnahme“ integrieren die Organismen relevante Umweltfaktoren und Gewässergüte über einen längeren Zeitraum hinweg und erlauben eine generellere Aussage.

Als Probestelle für die biologische Gütebestimmung betrachteten wir den Pfinzabschnitt entlang des Mühlengartens ab dem Wehr zur Pfinzschleife bis zum Wehr am Mühlrad (vgl. Skizze in 3.5). Wir sammelten alle Beobachtungen von Wassertieren aus diesem Bereich, ohne auf eine Standard-Suchzeit zu achten. Das entspricht zwar nicht ganz den DIN-Anforderungen, trägt aber der Tatsache Rechnung, daß wir so relativ spät im Jahr, bei meist trüber Witterung, frühem Dunkelwerden und ohnehin knapper Zeit insgesamt keine optimalen Suchbedingungen hatten. Wir entnahmen vom Ufer und aus dem Kanu heraus mit Tümpelsieben Substratproben und suchten mit einem Sichtkasten (Hertz et al. 1990) so gut es möglich war den Gewässergrund ab.

Den Saprobienindex haben wir einmal einfach nach BAUR (1986) ermittelt, einmal nach der DIN-Norm, und beide Indizes liegen sehr eng beisammen. Die Auswertung und Berechnung nach DIN ist in NaBei 26 (TILUS et al.) genau beschrieben und wird deshalb nicht wiederholt.

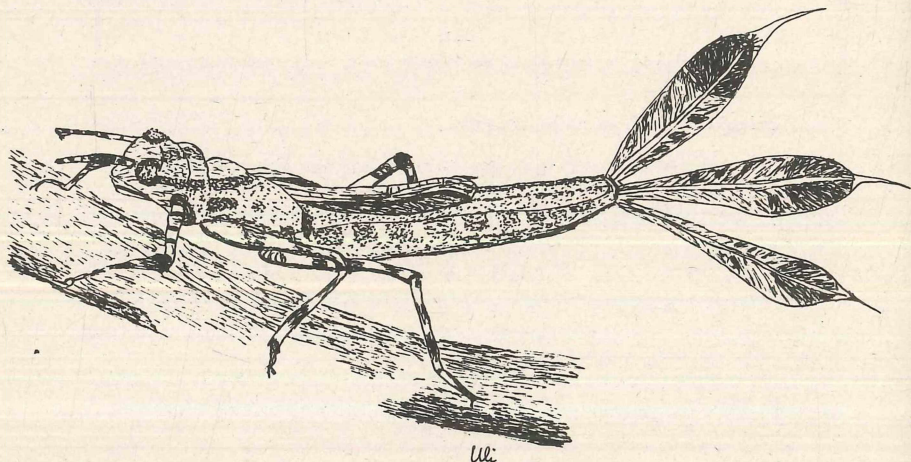


Abb. 8: Larve der Gemeinen Federlibelle (*Platycnemis pennipes*)

Tab.3: Liste der gefundenen Arten

Art	Abundanz- klasse	Saprobie- wert	Indika- tions- gewicht	
(<i>Unio tumidus</i>)	1	2,0	8	Große Flußmuschel)
(<i>Unio crassus</i>)	2	1,8	8	Kleine Flußmuschel)
(<i>Unio pictorum</i>)	3	2,0	4	Malermuschel)
<i>Anodonta anatina</i>	2			Teichmuschelart
<i>Ancylus fluviatilis</i>	2	2,0	4	Flußnapfschnecke
<i>Valvata piscinalis pisc.</i>	2	2,1	8	Federkiemenschnecke
<i>Bithynia tentaculata</i>	3	2,3	8	Schnauzenschnecke
<i>Planorbarius corneus</i>	2			Posthornschncke
<i>Planorbis planorbis</i>	2			Gemeine Tellerschnecke
<i>Gyraulus albus</i>	2	2,1	8	Weißes Posthörnchen
<i>Bathyomphalus contortus</i>	2	2,2	4	Riementellerschnecke
<i>Radix ovata</i>	2	2,3	4	Eiförmige Schlammsschnecke
<i>Asselus aquaticus</i>	2	2,7	4	Wasserassel
<i>Platycnemis pennipes</i> (Lar.)	2	2,1	8	Federlibelle
<i>Lestes viridis</i> (Larve)	4	2,1	8	Weidenjungfer
<i>Gammarus roeseli</i>	2	2,0	8	Bachflohkrebs
<i>Dentrocoelum lacteum</i>	1	2,2	8	Planarienart
<i>Hydropsyche</i> spec.				Köcherfliegenart
Trichoptera gen. spec. mit Steinköcher				„
mit Pflanzenköcher				
<i>Erpobdella octoculata</i> (Kokons)	4	2,7	4	Rolleigel
Saprobienindex nach DIN: 2,21				
Einfacher Saprobienindex nach BAUR (1986): 2,2				
Summe der Abundanzklassen: 28				
Streuungsmaß: 0.06				

In der Spalte Abundanzklasse bedeutet:

- | | | |
|---|--------------|----------------|
| 1 | Einzelfund | (1 Tier) |
| 2 | wenig | (3-10 Tiere) |
| 3 | wenig-mittel | (11-30 Tiere) |
| 4 | mittel | (31-60 Tiere), |

höhere Werte traten nicht auf.

Nach DIN-Norm muß die Summe der eingerechneten Abundanzklassen mindestens 15 betragen, und das Streuungsmaß darf nicht größer als 0,2 sein, damit der Saprobienindex als gesichert gilt. Diese Voraussetzungen sind hier erfüllt.

Von den drei Flußmuschelarten (*Unio* spec.) wurden an der Probestelle oberhalb des Mühlenwehrs nur Leerschalen gefunden, deshalb gehen sie nicht in die Berechnung des Saprobienindex ein. Bei früheren Exkursionen an die Pfingsttälchen konnten weiter unterhalb und weiter oberhalb aber auch lebende Tiere nachgewiesen werden.

Der Saprobienindex von 2,2 ist an der oberen Grenze der Güteklasse II (mäßig belastet bzw. beta-mesosaprob), zwischen 2,3 und 2,7 wird ein Gewässer als kritisch belastet bezeichnet (Güteklasse II-III).

6. Zusammenfassende Bewertung der Pfinz

Saprobie: Die organische Zehrstoffbelastung in der Pfinz ist mäßig bis kritisch stark, wie aus dem biologischen Saprobienindex, dem Sauerstoff-Tagesgang und dem BSB₂ hervorgeht. Gerade die Sauerstoffversorgung zum Zehrstoffabbau erreicht zeitweise kritische Defizite.

An den Untersuchungstagen war die photosynthetische Sauerstoffproduktion gering, eine hundertprozentige Sättigung des Wassers wurde auch tagsüber nicht erreicht; im Frühjahr oder Sommer und an sonnigen Tagen kann das anders aussehen.

Trophie: Die Konzentrationen anorganischer Nährstoffe in unserer Messung zeigen keine hohe Belastung an. Den Trugschluß auf ein wenig eutrophiertes Gewässer darf man aus dieser „Momentaufnahme“ aber nicht ziehen, wie die Saprobie-Werte deutlich machen. Die Aussage ist nur, daß **zum Untersuchungszeitpunkt** die Nährstoffkonzentration im Rahmen lag. Allerdings ist in Bächen und Flüssen die „fließende Welle“ allein schon eutrophierender Faktor, weil sie ständig Nährstoffe nachbringt.

7. Literatur

- Baur, W. (1987): Gewässergüte bestimmen und Beurteilen. 2. Aufl. Parey. Berlin.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg; 1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 2/88. 2.Aufl. München.
- Engelhardt, W. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher. Kosmos. Stuttgart.
- Gerwig, H. (1991): DJN-Sommerlager Hayingen/Schwäbische Alb, Limnologischer Teil - Untersuchung des Hasenbach bzw. der Zwiefalter Ach. NaBei 24: 11-34. DJN. Hamburg.
- Glöer, P., C. Meier-Brook & O. Ostermann (1993): Süßwassermollusken. 10. Aufl. DJN. Hamburg.
- Heitz, S. & D. Baumgärtner (1990): Anleitung zum Bau eines Sichtkastens für Beobachtungen im Gewässer. NaBei 22: 14-15. DJN. Hamburg.
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg (Hrsg; 1982): Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg (Stand: 1981) - Karte. Stuttgart.
- Nagel, P. (1989): Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien: Makrozoobenthon. Gustav Fischer. Stuttgart.
- Rüden, P. v. (1991): Chemische Wasseruntersuchungen mit einfachen Mitteln. Materialauswahl Umwelt. Bad Hersfeld.
- Schwoerbel, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie. 3. Aufl. G. Fischer. Stuttgart.
- Schwoerbel, J. (1993): Einführung in die Limnologie. 7. Aufl. G. Fischer. Stuttgart.
- Thüs, H. et al. (1992): Biologische Gewässergütebestimmung nach verschiedenen Methoden. NaBei 26: 10-36. DJN. Hamburg.
- Umweltbehörde Hamburg (1993): Bestimmungsschlüssel für aquatische Makroinvertebraten. Hamburger Umweltberichte 41/93.
- Verschiedene Info-Blätter zur Gewässergütebestimmung aus dem Ökomobil der BNL Karlsruhe.

Anschriften der Verfasser:

Daniel Baumgärtner
Sautierstr. 27
79104 Freiburg

Ulrike Stephan
Am Rotschachen 10
79110 Freiburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliche Beiträge des DJN](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Baumgärtner Daniel, Stephan Ulrike

Artikel/Article: [Limnologische Untersuchungen an der Pfinz \(Nordbaden\) 6-16](#)