

Limnologischer Bericht, 1973 u. 1974

Werner Freitag und Stephan Lutter

Inhalt

- 1) Kurze Gebietsbeschreibung
- 2) Die natürliche Entwicklung der Bäche
- 3) Verschmutzung und Selbstreinigung

Vorbemerkung:

Wie das Inhaltsverzeichnis zeigt, haben wir aus unserem Material nur die wichtigsten Punkte ausgewählt. Bereits während des Lagers zeigte sich, daß wir das Ziel einer Gebietserfassung nicht erreichen würden. Stattdessen wurde mehr Wert auf eine Einführung gelegt. Dem wollen wir hier Rechnung tragen.

1) Kurze Gebietsbeschreibung

Im Sommer 1973 untersuchten wir verschiedene Bachläufe (Glotterbach und Zweribach) im Gebiet "Hinterer Hochwald" auf der Südseite des Kandel (1241 m) bei St. Peter. Im darauffolgenden Jahr bearbeiteten wir etwa vergleichbare Bäche (Hinterstgrundbach, Dietzenbach, Aiterbach) im Gebiet des Belchen (1414 m) sowie die "Wiese" bei Schönau, einen Fluß, der bei Basel in den Rhein mündet.

Die geologischen Voraussetzungen sind für beide Gebiete einheitlich: Silikatgestein (Gneis, Granit etc.) herrscht vor. Auch die umgebende Vegetation (Tannen-Buchen- oder andere Mischwälder, beweidete Wiesen und Quellmoore) ist in beiden Fällen vergleichbar. Im Kandelgebiet konnten wir bereits an den Oberläufen kleinere Verschmutzungen (durch einzelne Höfe oder Düngung) und ihre Selbstreinigung untersuchen. Die Bäche am Belchen zeigten dagegen besser den Verlauf der natürlichen Entwicklung. Die Verschmutzung der Wiese war schließlich ein Beispiel dafür, daß kleinere Flüsse bereits am Oberlauf erheblich belastet werden.

2) Die natürliche Entwicklung der Bäche

Einige chemische Bedingungen der Bäche sind hauptsächlich geologisch bedingt, z.B. der pH-Wert und die Härte. Wir wollen sie kurz anschnitten, da sie auf die meisten chemi-

schen Vorgänge (z.B. Verschmutzung) einwirken. Hierzu eine Tabelle:

Höhe	pH	CO ₂	HCO ₃	CO	Härte	SiO ₂
Quelle (ca. 1100 m)	4,5	9-26	0,2-1,0	0,0	0-0,5°	7-15
ca. 1000 m	5,2	8,5-25	0,6-2,0	0,0	1°	7-15

(außer pH und Härte alle Angaben in mg/l)

Der niedrige pH-Wert und die niedrige Wasserhärte weisen auf den sauren und kalkarmen Untergrund hin. Damit hängt auch der hohe Gehalt an freiem Kohlendioxid (CO₂) zusammen. Umgekehrt ist ein Vorkommen von Karbonat (CO₃²⁻), das man als Kalkkruste kennt, nicht möglich. Zwei Dinge können wir damit über den Bach aussagen, die indirekt mit dem Problem Verschmutzung zu tun haben:

- a) Da sich in diesem relativ sauren Gewässer das Kohlendioxid kaum als Hydrogenkarbonat (HCO₃⁻) bindet und der Boden zugleich keinen Kalk liefert, fehlt es an "gebundener Kohlensäure". Diese stellt aber eine wichtige Reserve für die Photosynthese der Algen dar. (D.h.: Das für die Pflanzen lebensnotwendige Kohlendioxid könnte aus dem gut löslichen Hydrogenkarbonat-Vorrat jederzeit gedeckt werden.)
- b) Es handelt sich um ein Gebiet, in dem man den Verbrauch von Waschmitteln einschränken könnte, da die Waschmittel größtenteils aus Substanzen bestehen, die die Wasserhärte neutralisieren sollen.

Diese Faktoren bleiben im Bachverlauf verhältnismäßig gleich, soweit es sich nicht um Gase handelt (CO₂/O₂), weil der Bach zunehmend wärmer wird und sich Gase bei höherer Temperatur schlechter lösen. Daraus läßt sich schließen, daß der Bach in doppelter Hinsicht anfällig ist:

- a) Durch die Erwärmung verliert er CO₂, das er selbst nicht ersetzen kann (s.o.). Eine Beeinflussung von außen kann dieses von Natur aus labile Gleichgewicht leicht zerstören.
- b) Auch der Sauerstoffhaushalt des Bachs kann von außen sehr leicht gestört werden. Er ist daher besonders anfällig für organische Abwässer, bei deren Abbau viel Sauerstoff benötigt wird.

Bei der Untersuchung aller Bäche konnten wir am Oberlauf bis zur ersten Verschmutzung eine große Artenvielfalt vorfinden. Die Tabelle zeigt dies am Beispiel des Aiterbachs im Belchengebiet. Hinter den Artbezeichnungen stehen die Abkürzungen für die Wassergütestufen, die die Arten jeweils

bevorzugen (oligosaprob, beta-mesosaprob, alpha-mesosaprob und polysaprob):

Strudelwürmer:

Polycelis cornuta os *Polycelis nigra* bms

Schnecken:

Bythinella dunkeri os *Ancylus fluviatilis* os-bms

Krebse:

Gammarus pulex os.-bms

Wassermilben

nicht näher bestimmt

Zweiflügler (Larven):

Chironomus plumosus ps *Simulium spec.* bms
andere Chironomiden (bms-ams) *Liponeura spec.* os

Eintagsfliegen (Larven):

Ecdyonurus fluminum os *Epeorus spec.* -?-
Baetis spec. os

Steinfliegen (Larven):

Protonemura sp. os *Perla spec.* os
Isoperla spec. os

Köcherfliegen (Larven):

Sericostoma spec. os *Silo nigricornis* os
Agapetus spec. os *Leptocerus spec.* os
Rhyacophila spec. os-bms *Phryganea spec.* os
Hydrocnemia spec. -?-

Käfer (Larven):

Eubria spec. -?- *Helmis maugel* os

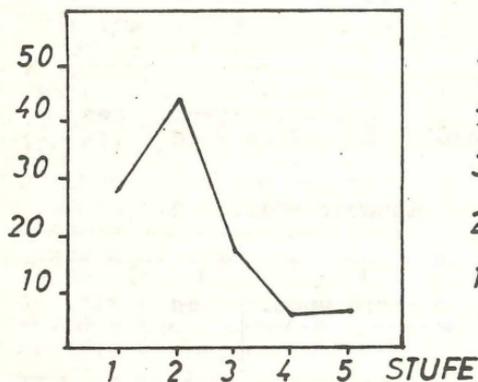
An Strecken mit günstiger Fließgeschwindigkeit konnten fast alle Arten dieser Aufstellung in einer Gesellschaft vorgefunden werden. Auch ohne größere Untersuchungen hat eine solche Feststellung eine ökologische Bedeutung: Je artenreicher ein Biotop ist, desto stabiler ist er auch gegenüber Störungen von außen (z.B. Wasserverschmutzung). Mit diesem Satz werden wir später noch einmal an einen verschmutzten Bach herangehen.

Zuvor wollen wir jedoch noch zeigen, wie stark die Artenzusammensetzung bereits unter natürlichen Voraussetzungen schwankt. Wir bedienen uns dabei des Begriffs "Stetigkeit". Wenn beispielsweise eine Art an vier von zehn Probestellen anzutreffen ist, hat sie im untersuchten Gebiet eine Stetigkeit von 40%. Um die groben Ergebnisse zu vereinfachen,

teilen wir 100 % in fünf Stetigkeitsstufen ein (I, II, III, IV, V). Die Art wird also der Stufe II (21-40 %) zugeordnet.

Nun wenden wir diese Methode auf alle im Oberlauf eines Baches angetroffenen Arten an. Anschließend vermerken wir, wieviele Arten des Gesamtbestands welcher Stetigkeitsstufe zuzuordnen sind und halten dieses Ergebnis im Diagramm fest:

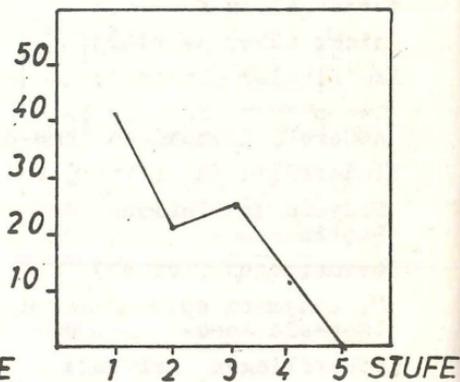
% der Artenzahl



STETIGKEITSDIAGRAMME

Glotterbach

% der Artenzahl



Aiterbach

Beide Diagramme zeigen einen hohen Anteil von Arten mit niedriger Stetigkeit. D.h. im Oberlauf beider Bäche sind die einzelnen Arten sehr verschieden verteilt. Da der Bach in diesem Abschnitt sehr oft sein Gefälle und seine Geschwindigkeit ändert, ist dies leicht zu erklären: Die Arten, alle Bodenbewohner, siedeln sich sehr unterschiedlich je nach Umweltansprüchen und Widerstandskraft an.

Im folgenden Abschnitt wollen wir wie gesagt genauer auf die Verschmutzung der Schwarzwaldtäler eingehen. Um die Wassergüte eines Gewässers zu ermitteln ist es neben chemischen

Untersuchungen notwendig, neben dem Artenbestand auch die Häufigkeit der einzelnen Arten zu ermitteln. In einzelnen Fällen zählten wir die Tiere dabei auf einer bestimmten Flächeneinheit genau aus. Ein interessantes Ergebnis erbrachte dabei die Bestandsaufnahme im Hinterstgrundbach (Belchengebiet). Aus der folgenden Tabelle ergibt sich a) eine extrem hohe Besiedlungsdichte an der Quelle (Sickerquelle), b) eine rasche Abnahme der Dichte innerhalb des ersten Bachkilometers, c) eine rasche Veränderung im Artenbestand. Ähnliche Beobachtungen konnten wir auch an anderen ungestörten, unverschmutzten Bächen machen, u.a. auch im Untersuchungsgebiet von 1973 (Kandel). Wir geben die Tabelle daher als Beispiel für eine (mögliche) natürliche Entwicklung:

Strudelwürmer				
Polycelis nigra	bms	392	8	1
Schnecken				
Bythinella dunkeri	os	260	1	
Krebse				
Gammarus pulex	os-bms	187	2	
Zweiflügler				
Chironomiden	bms-ams	105	1	
Simulium sp.	bms		2	9
Eintagsfliegen				
Baetis sp.	os		1	8
Epeorus sp.	?		2	20
Ecdyonurus sp.	os		6	1
Köcherfliegen				
Agapetus sp.	os	184	61	51
Sericostoma sp.	os	4		4
Silo sp.	os	7	2	11
Hydropsyche sp.	bms		1	
Wasserwanzen				
Dixa sp.	?	1	1	
Käfer				
Helmis maugei	os	38	2	
Eubria sp.	?	3		
Gesamtzahl		1181	90	105
Fläche		1200 cm ²	1200 cm ²	1200 cm ²
Probestelle		Quelle	+ 500 m	+ 500 m
Verschm. Index		1,5	1,1	1,1

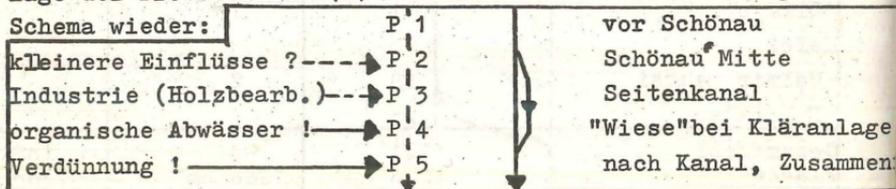
In der obigen Tabelle haben wir für jede Probestelle den Verschmutzungsindex angegeben. Man ermittelt ihn durch folgende Formel:
$$\frac{1 \text{ os} + 2 \text{ bms} + 3 \text{ ams} + 4 \text{ ps}}{\text{os} + \text{bms} + \text{ams} + \text{ps}} = S$$
 Eingesetzt werden in diese Formel in diesem Fall die Individuenzahlen der Arten. Es hätte jedoch auch eine relative Häufigkeitszahl genügt. Ein Verschmutzungsindex von 1,0-1,5 wie in diesem Fall weist uns auf sehr sauberes, oligosaprob Wasser hin (1,5-2,5 ist beta-mesosaprob, 2,5-3,5 alpha-mesosaprob und 3,5-4,0 polysaprob). Für den Oberlauf des Bachs ist dieser Verschmutzungsindex keine Besonderheit. Fast in keinem Fall konnten wir schlechtere Wasserqualität in diesem Bereich feststellen. Dies änderte sich jedoch bald nach dem Passieren eines größeren Ortes oder Hofes.

3) Verschmutzung und Selbstreinigung

Wir hielten es für wichtig, auch einfachere Kriterien zur Beurteilung der Gewässer heranzuziehen (zB. Artenzahl). Unser Bericht über die Wasserverschmutzung soll keinen Überblick über die Situation im Südschwarzwald geben. Wir beschränken uns auf 2 Auswertungsbeispiele:

- a) die Verschmutzung der "Wiese" bei Schönau.
"Reinigung" durch Frischwasserzufluß.
(Darstellung: Tabelle)
- b) die Verschmutzung des Zweribachs (Kandelgebiet)
Selbstreinigung.
(Darstellung: Diagramm)

a) Vor der Untersuchung der "Wiese" machten wir uns ein Bild von möglichen verschmutzenden Einflüssen. Wir geben die Lage der Probestellen (P) und der Verschmutzer in folgendem Schema wieder:



Weiterhin machten wir uns ein Bild von der Kläranlage des Luftkurorts Schönau: Die mechanische Klärung ließ erwarten, daß ein Großteil der organischen Stoffe direkt in die "Wiese" fließen würde. Dies macht sich in den chemischen Ergebnissen bemerkbar. Sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Probestelle	1	2	3	4	5
pH-Wert	?	?	6,4	6,5	6,1
O ₂ mg/l	8,4	?	10,2	1,8	9,9
PO ₄ ⁻ mg/l	0,3	0,3	0,3	2,5	0,3
NO ₃ ⁻ mg/l	2	2	2	< 2	2
NO ₂ ⁻ mg/l	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2
NH ₄ ⁺ mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	30 ?	0,1
Pilzwucherung	-	-	-	+++	+
Algenwucherung	-	-	-	-	++
Pilztreiben	-	-	-	+	-
Geruch	-	-	-	Pilzger.	-

Bei der Erklärung der Tabelle wollen wir vom Einfacheren ausgehen: Auffallende Veränderungen treten bei den chemischen Werten erst an Probestelle 4 auf (Kläranlage). Da wir nur einen Ausschnitt des Stoffhaushalts untersuchen, nämlich die Folgeerscheinungen gewisser organischer Verschmutzungen, kann damit nur ausgesagt werden, daß organische Abwässer den Bach verändern. Die Veränderung kann schon gut am Sauerstoffgehalt abgelesen werden. Da der Abbau organischer Stoffe durch Bakterien hauptsächlich unter Sauerstoffverbrauch geschieht, sinkt der O₂-Gehalt hier rapide auf ein Minimum ab.

Von den vier untersuchten Ionen haben nur das Phosphat-Ion (PO₄³⁻) und das Ammonium-Ion (NH₄⁺) unmittelbar mit der Verschmutzung zu tun. (Waschmittel, Eiweiße etc.). Entsprechend hoch ist ihre Konzentration bei Probestelle 4. (Der Ammonium-Wert ließ sich mit unserer Methode nicht mehr genau einschätzen. Er lag jedenfalls extrem hoch).

Auf den ersten Blick erscheint es sonderbar, daß der Gehalt an Nitrat (NO₃⁻) und Nitrit (NO₂⁻) an der Kläranlage (P 4) abnimmt. Man muß sich dabei klar machen, daß diese Verbindungen nicht direkt aus organischen Verschmutzungen freigesetzt werden. Sie werden von speziellen Bakterien unter Umwandlung von NH₄⁺

erzeugt. Dieser "Nitrifikation" bezeichnete Vorgang kann nur unter ausreichendem Sauerstoffangebot ablaufen (NO_3 !). An Probestelle 4 beträgt der O_2 -Gehalt jedoch nur 1,8 mg/l.

Die chemische Analyse von Probestelle 5 war für uns anfangs ein Rätsel. Wir hatten nicht erwartet, daß das relativ saubere Wasser des Seitenkanals den Einfluß der Kläranlage praktisch ausgleichen würde. (Freilich ließen sich die beiden Wassermengen schlecht schätzen). Daß der Abwasserzufluß dennoch nicht spurlos an der "Wiese" vorüberging, wurde uns bei der Interpretation der biologischen Ergebnisse klar:

Probestelle		1	2	3	4	5
Strudelwürmer						
<i>Polycelis nigra</i>	bms	2		3		
Wenigborster						
<i>Tubifex tubifex</i>	ps				3	
<i>Lumbriculus varieg.</i>	ams			4		
Schnecken						
<i>Ancylus fluviatilis</i>	os-bms	4	6	5		
Krebse						
<i>Gammarus pulex</i>	os-bms			5		
Zweiflügler						
<i>Simulium</i> sp.	bms	3				
<i>Liponeura</i> sp.	os	3				
Chironomiden	bms-ams		3	2		7
Eintagsfliegen						
<i>Baetis</i> sp.	os	3				
<i>Ecdyonurus</i> sp.	os	3	3			
<i>Chitinophora kriegh.</i>	bms		1	3		
Steinfliegen						
<i>Isoperla</i> sp.	os			1		
<i>Perla</i> sp.	os			1		
Köcherfliegen						
<i>Rhyacophila</i> sp.	os-bms	3		3		5
<i>Agapetus</i> sp.	os	1				
<i>Sericostoma</i> sp.	os	1	1	5		5
<i>Hydropsyche</i> sp.	bms	4		2		
<i>Silo nigric.</i>	os		1			
Käfer						
<i>Hydroporus</i> sp.	bms					1
<i>Helmis maugei</i>	os	1				
Pilze						
<i>Sphaerotilus natans</i>	ps				7	
Artenzahl		11	6	11	2	4
Verschm. Index		1,4	1,5	1,8	4,0	1,8

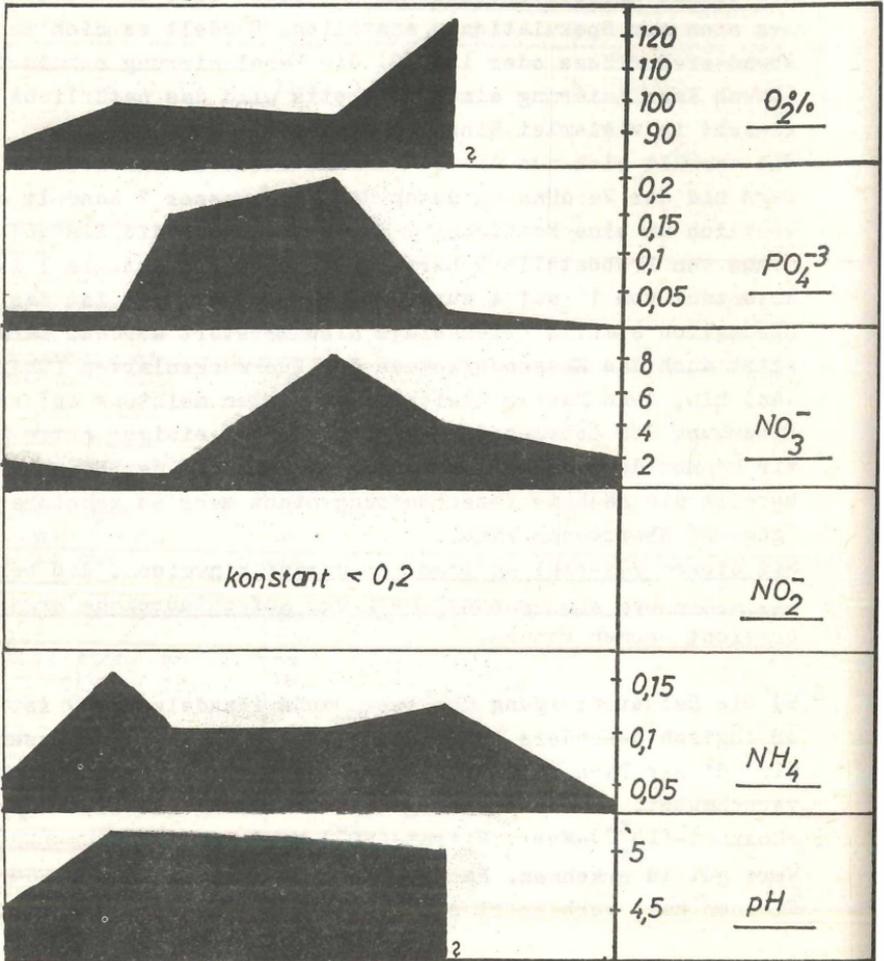
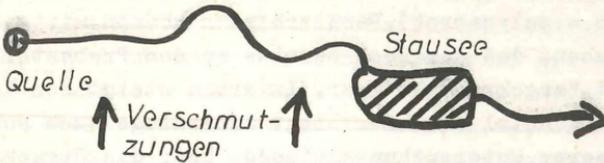
In der obigen Tabelle begnügten wir uns statt einer Auszählung mit einer Skala von Häufigkeitszahlen von 1-7. Sie zeigt, daß eine biologische Untersuchung oft unentbehrlich ist: Die mit chemischen Methoden auch festgestellte Verschmutzung bei Probestelle 4 wird voll bestätigt (Verschmutzungsindex 4,0 = polysaprob). Darüberhinaus können wir jedoch den Schluß ziehen, daß der Bach bereits an den Probestellen 2 und 3 leicht "angekränkelt" war. Immerhin steigt der Index dort um einige Zehntel an. Hier liegt allerdings auch schon die Grenze unserer Untersuchungsmethode. Über die Ursache lassen sich nur Spekulationen anstellen. Handelt es sich um kleinere Abwassereinflüsse oder ist zB. die Kanalisierung schuld? (Durch Kanalisierung eines Bachbetts wird das natürliche Gleichgewicht in vielerlei Hinsicht gestört)

Wie verhält sich nun die Bodenfauna des Bachs nach der Kläranlage und der Verdünnung durch das Kanalwasser? Handelt es sich wirklich um eine Reinigung? Wir ziehen dazu die Bestandsaufnahme von Probestelle 5 heran. Gegenüber Probestelle 3 ist die Artenzahl von 11 auf 4 zurückgegangen. Zumindest ist das ursprünglich stabile Artengefüge also zerstört worden. Darauf weist auch das Massenvorkommen der Zuckmückenlarven (Chironomiden) hin, denn Massenentwicklungen deuten meistens auf eine Einengung der Lebensbedingungen zugunsten einiger Arten hin. Wir können demzufolge den Schluß ziehen, daß der Bach "Wiese" bereits die nächste Verschmutzung nicht mehr so scheinbar "gesund" überstehen kann.

Mit diesem Beispiel wollten wir darauf hinweisen, daß bereits mit einfachen biologischen Methoden aufschlußreiche Ergebnisse erreicht werden können.

b) Die Selbstreinigung des Zweribachs (Kandelgebiet) ist ökologisch besonders interessant: Durch Haushaltsabwässer wird dieser Bach beim Passieren einiger Höfe bereits früh verschmutzt. In der nachfolgenden Abbildung ist dies beim Phosphat-(PO_4^{3-})-Wert, Nitrat-(NO_3^-)-Wert und Ammonium-(NH_4^+)-Wert gut zu erkennen. Nachdem der Bach einen Stausee durchflossen hat, verbessert sich seine Qualität sehr schnell.

BACHVERLAUF



Die Schmutzstoffe werden rapide abgebaut und der Sauerstoffgehalt steigt erheblich an. Wir fanden folgende Erklärung für diesen Vorgang: Der See wirkt hier praktisch als Kläranlage. Er ist dadurch zwar nicht mehr im Gleichgewicht (Sauerstoffsättigung von 120 % ist unnormal !), reinigt aber den Bach. Denn im stehenden Gewässer bleibt für mehrere Vorgänge Zeit:

- grobe, also nicht abgebaute organische Schmutzstoffe können sich absetzen.
- Ionen wie Phosphat usw. werden als Nährstoffe in den eigenen Kreislauf des Sees eingespeichert, das heißt zuerst von Algen u.a. Pflanzen aufgenommen, später zum Teil auch in die unbelebte Sedimentschicht.

Die Zunahme des Ammoniumgehalts im See will freilich nicht so recht in diese Erklärung passen. Erst nachträglich fiel uns ein, daß Kühe das Seeufer frequentierten.

Leider konnten wir den Bach aus Zeitgründen nicht mehr nach dem Stausee biologisch untersuchen. Auch hier bestand die Möglichkeit, daß der künstliche Stausee die Zusammensetzung der Bachfauna negativ veränderte.

Zum Schluß unseres bewußt nicht als "Abhandlung" gehaltenen Berichts möchten wir noch auf einige wenige Bücher hinweisen, die entweder limnologisches Grundwissen enthalten oder den hier behandelten Biotop (die Fauna) betreffen:

DJN	Oberflächenwasser
Schwoerbel	Einführung in die Limnologie
Illies	Die Lebensgemeinschaft des Bergbachs
Engelhardt	Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?
Stresemann	Exkursionsfauna

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Freitag Werner, Lutter Stephan

Artikel/Article: [Limnologischer Bericht, 1973 u. 1974 31-41](#)