©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at
Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg | Band 3/4 | S. 51—81 | Innsbruck 1979

EIN BEITRAG ZUR BIOLOGIE UND HYDROCHEMIE EINES STARK BELASTETEN FLIESSGEWÄSSERS (GERSBACH 1977)

Contributions to the biology and hydrochemism of a very burdened watercourse

Von Johann HASLAUER jr. und Walter PICHLER*

Aus dem Paracelsus-Forschungsinstitut Salzburg (Wissenschaftlicher Leiter: Univ.-Doz. OStR Dr. J. Haslauer)

Zusammenfassung

Auch in dieser Untersuchung zeigt sich, wie dies J. ROTHSCHEIN (1977) in seiner Abhandlung über Saprobität und Wasserchemismus feststellt, daß eine gegebene Biozönose als Resultat der Einwirkung vieler miteinander interferierender Einflüsse und Faktoren erscheint. Neben Temperatur, Höhenlage, Fließgeschwindigkeit usw. erscheint die chemische Beschaffenheit des Wassers als ein, wenn auch ausschlaggebender Faktor unter vielen anderen.

Trotzdem kann eine zumindest statistische Beziehung zwischen dem Chemismus des Gewässers und einzelnen Saprobitätsstufen hergestellt werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Analyse — neben der Aufnahme der anorganischen Inhaltsstoffe: Stickstoff, Phosphor, Härte usw. — besonders auch auf organische Verunreinigungen ausgedehnt.

In Analogie zu den Bestrebungen vieler Autoren, wie LIEBMANN (1965), SRAMEK-HUSEK (1956), SLADECEK (1963), v. TÜMPLING (1967, 1968) et. al., wird versucht, eine Charakterisierung der Gewässergüte und der einzelnen Saprobitätsverhältnisse durch Beurteilung der chemischen Beschaffenheit des Gewässers zu treffen.

In dieser Hinsicht erscheint es nicht ohne Interesse, daß ein durch organische Verunreinigungen stark belastetes Gewässer durch den Zufluß eines an sich sauberen Wassers, wie hier der Aubach, keineswegs in seiner Güte gebessert wird, sondern — wie dies bei Probenahmestelle 7 der Fall ist — durch die

* Die Autoren sind dem ressortzuständigen Bürgermeister der Stadt Salzburg, Herrn Dr. Franz Kläring, sowie der Magistratsabteilung I — Amt für öffentliche Ordnung und Umweltschutz — zu besonderem Dank verpflichtet.

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

vermehrt einsetzende Tätigkeit nitrifizierender Bakterien zu einer toxischen „Jauche" mit hohem Nitritgehalt wird. Im Sinne der dem gesamten Projekt Aigen — Parsch zugrunde liegenden Zielsetzung wurden „kritische" Gewässerstrecken festgelegt und konnten einzelne Verschmutzungsquellen geortet werden.

Summary

Also this investigation proves J. ROTHSCHEIN'S statements on saprobity and water-chemism (1977) confirming that a given biocoenosis is the result of the impact of various, mutually interfering influences and factors. Apart from temperature, height, velocity of the water, etc., the chemical compounds of the water seem to be only one, but essential factors among many others.

Nevertheless, a statistic relation between the chemism of the waters and the different stages of saprobity can be established.

In this investigation the analysis has been extended especially to chemical contamination apart from taking into consideration organic substances.

By analogy with other authors e. g. LIEBMANN (1965), SRAMEK-HUSEK (1956), SLADECEK (1963), v. TÜMPLING (1967, 1968) it has been tried to find a characterization of the individual states of saprobity by probing the chemical compounds of the waters.

In this respect it seems to be of some importance that the quality of waters which are burdened by chemical contamination will not be improved by the attributary containing clear water, like AUBACH. On the contrary — as it has been proved by probe 7 — it is turned into toxic "dung-water" by the increasing activity of nitrifying bacteria. According to the basic intention of the full project: Aigen — Parsch "critic" water-courses have been located and some sources of pollution could be fixed.

Einleitung

Im Rahmen einer umfassenden Untersuchung der meteorologischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse im Raum Aigen — Parsch (Stadt Salzburg) sollte die Gewässergüte bzw. die Belastung des Gersbaches durch Schadstoffe untersucht werden.

Insbesondere sollte eine weitgehende Aufnahme der physikalisch-chemischen Parameter zu einem vertieften Verständnis der ökophysiologischen Verhältnisse der betreffenden Biozönosen führen.

Die biologische und physikalisch-chemische Aufnahme erfolgte im Spätsommer (August, September) 1977. Zu dieser Zeit herrschte im Gersbach — auf Grund der sehr trockenen Witterung — Niederwasserführung.

Im August wurde in gemeinsamen Begehungen (zusammen mit Herrn Univ.-Doz. OStR Dr. J. HASLAUER und Herrn Dipl.-Ing. H. SCHMIDT) die Lage der

einzelnen Probenahmestellen festgelegt. An diesen Stellen wurden auch die Abflußmengenmessungen durchgeführt.

In weiteren Begehungen wurde — zusammen mit Herrn W. FOISSNER und Herrn M. PUM — die faunistische und floristische Aufnahme vorgenommen. Die Probenahmestellen wurden so gewählt, daß die hydrographischen und biologischen Verhältnisse in markanten Gewässerabschnitten erfaßt wurden.

Biologische Aufnahme

Die biologische Aufnahme soll zu einer gesicherten Erfassung der in den einzelnen Gewässerstrecken vorliegenden Biozönosen führen. Darüber hinaus soll die Bestimmung der „Relativen Häufigkeit" der einzelnen Arten — soweit ihre ökophysiologischen Ansprüche (Optimum, Toleranzgrenzen) bekannt sind — zu einer biologischen Beurteilung der Gewässergüte führen.

Zur Beurteilung der biologischen Gewässergüte wurden zwei Methoden herangezogen:

1. Die Ermittlung der Saprobienindices nach PANTLE und BUCK.
2. Die Thomassonzählung: Nach genauer Untersuchung der Proben und sicherer Identifikation der Arten werden zwischen 300 und 400 Individuen ausgezählt und ihre relative Häufigkeit in Prozent dargestellt. (Diese Methode kann nur auf einzellige und zahlreich auftretende Gruppen angewandt werden.)

Physikalisch-chemische Aufnahme:

Es wurden folgende Parameter erfaßt: pH-Wert, spezifische elektrische Leitfähigkeit, Lufttemperatur, Wassertemperatur, aktueller Sauerstoff, BSB_2, BSB_5, Ammonium, Nitrit, Nitrat, $KMnO_4$-Verbrauch, CSB, Chlorzahl, Chlorid, Gesamtphosphat, Calcium, Magnesium, Gesamthärte, Natrium, Kalium; Schwermetalle: Eisen, Blei (halbquantitativ), Kupfer, Cadmium, Quecksilber, Zink — organische Verunreinigungen: Urochrome, Fäkalreaktion — Silikat, Sulfat, Abdampfrückstand — Detergentien (anionenaktiv).

Die einzelnen Parameter werden gesondert auf ihren Aussagewert diskutiert.

Methodik

Die Durchführung der Algenanalyse erfolgte analog den in der Untersuchung von J. HASLAUER, M. PUM und W. FOISSNER (1978) beschriebenen Methoden.

Zur Berechnung der floristischen Saprobienindices wurde vorwiegend die relative Häufigkeit der Diatomeenarten herangezogen, da diese Organismengruppe im Gersbach weitgehend dominiert. Die übrigen Algengruppen wurden nur dann herangezogen, wenn sie in größerem Umfange vorkamen. Bei der

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at
faunistischen Aufnahme (bei der wiederum vorwiegend die Ciliaten berücksichtigt wurden) wird die Häufigkeit in drei Stufen angegeben: I = selten bis sehr selten, III = häufig bis zahlreich, V = zahlreich bis massenhaft. Da die überwiegende Mehrzahl der vorgefundenen Arten in der Häufigkeitsstufe I auftritt, wurden die einzelnen Stufen noch in die Untergruppen a, b, c (mit fallender Häufigkeit) unterteilt.

Die physikalisch-chemischen Analysen wurden labormäßig nach den DEV durchgeführt. Der Sauerstoffgehalt wurde mit der WINKLER-Methode gemessen bzw. parallel dazu mit Hilfe der Sauerstoffelektrode bestimmt. Im übrigen erfolgte die Bestimmung der einzelnen Parameter in derselben Weise, wie sie in der Untersuchung Kanäle Alterbach 1977, Seite 6, beschrieben wurde.

Hydrographie

Allgemeine Beschreibung

Der Gersbach entwässert die Westabhänge des Gaisbergs und entspringt mit einem Quellbach oberhalb der Gersbergalm, mit einem zweiten Ast (Siebenbrunnenbach) im Bereich der Judenbergalm. Er ist bis zu seinem Eintritt in die Ebene des Salzachtales ein schnellfließender Gebirgsbach, dessen Einzugsgebiet größtenteils mit einem Laub-Nadel-Mischwald bestanden ist, zum Teil aber auch landwirtschaftlich genutzte Flächen (Weide) umfaßt. Wasserfälle, große Blöcke, scharfkantiges Geröll und dazwischen kurze, ruhige Abschnitte, in denen sich feiner Sand und Schlamm (Erdarbeiten!) absetzen konnten, charakterisieren diesen Bachabschnitt.

Mit dem Eintritt in die Ebene des Salzachtales wird der Gersbach bis zu seiner Mündung in die Salzach zum — streckenweise auch unterirdisch geführten — Kanal mit meist gemauerter oder in Natursteinen ausgeführter Bachsohle.

Abflußmengen

Messungen von Dipl.-Ing. SCHMIDT vom 28. Oktober 1977.

Probenahmestelle	Abflußmenge l/sek	
1	5,8	
2	2,4	
3	10,9	
4	15,3	(Straßen-waschungen)
5	28,6	
6	28,4	
7	57,0	
8	60,1	

 ©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Biologische Aufnahme

Die biologische Aufnahme umfaßt eine Feststellung einzelner Standortgemeinschaften. Die Zusammensetzung der Artenassoziationen spiegelt die Lebensbedingungen und Umweltfaktoren wieder, unter denen die Lebewesen an den betreffenden Standorten leben müssen.

Der Gersbach ist, wie bereits beschrieben, in seinem Oberlauf ein schnell herabstürzender Gebirgsbach. Hier können vorwiegend rheophile Organismen siedeln — abgesehen von den Stillwasserzonen, die aber durch den abgelagerten Schlamm sehr artenarm sind.

Mit dem Eintritt in die Salzachniederung wird der Gersbach zu einem Niederungsbach, dessen geringere Fließgeschwindigkeit und höhere Temperatur ein anderes Besiedelungsmosaik ermöglicht.

Beschreibung der Probenahmestellen

Probenahmestelle 1

Gersbach, 20 m oberhalb Einmündung Siebenbrunnenbach.

Der Gersbach stürzt hier ziemlich steil in Kaskaden herunter. Das Bachbett besteht aus großen Felsblöcken, über die das Wasser herabschießt. Dazwischen finden sich immer wieder Stillwasserbereiche. Das Wasser ist zum Zeitpunkt der Probenahme getrübt (Erdarbeiten ca. 100 m oberhalb, Errichtung einer Staumauer). In den Stillwasserzonen hat sich der Schlamm bereits knöcheltief abgelagert. Ufer mit Mischwald bestanden, viel Fallaub wird mitgeführt.

Probenahmestelle 2

Siebenbrunnenbach, 10 m oberhalb Einmündung in Gersbach.

Auch dieser Zubringer fällt steil ab, das Bachbett ist erfüllt von grobem Geröll, Kaskaden wechseln mit Stillwasserbereichen, die mit Kies und Laub bedeckt sind. Bachbett linksseitig mit Natursteinen abgegrenzt, rechts naturbelassen.

Probenahmestelle 3

Gersbach oberhalb kleiner Brücke (Haus Judenbergweg 4), etwa 400 m unterhalb Probestelle 1 und 2.

Das Aussehen des Gersbaches hat sich nun wesentlich geändert. Das Bachbett ist reguliert, das rechtsseitige Ufer ist verbaut: Betonmauer (teilweise unterwaschen), linksseitig ein mit krautigen Pflanzen und Bäumen bewachsener Hang. Bachbett 1,5 m unter Niveau Judenbergweg. Wasser trüb, schaumig! (Detergentien?), leichter Fäkalgeruch. Bachgrund mit grobem Geröll und Steinplatten belegt, dazwischen Kies, die Belastung mit Schlamm ist nur mehr ge-

©Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein Salzburg, download unter www.biologiezentrum.at
ringfügig. An der Unterseite der Steine Ansätze von Sphärotiluszotten. Vereinzelt Cladophora und Wassermoose. Starke Laubablagerung.

Probenahmestelle 4
Gersbach vor Unterführung Westbahn, ca. 750 m unter Probestelle 3.

Bachbett auf beiden Seiten verbaut (Betonmauer), Bachbett in 1,5 m Tiefe, Boden mit großen Steinbrocken, Geröll und Kies bedeckt. Wasser trüb, schaumig! (Detergentien), Fäkalgeruch, Sphärotilusbewuchs.

Probenahmestelle 5
Gersbach 10 m nach Unterführung Bürglsteinstraße, vor Einmündung Aubach; ca. 750 m unterhalb Probestelle 4.

Der Gersbach verläuft vor Probenahmestelle 5 eine längere Strecke unterirdisch. Das Bachbett besteht aus Kies, Schlamm, Gesteinsbrocken. Besonders rechtsseitig starke Schlammbänke, Laubablagerungen. Starker Sphärotilusbewuchs. Die Ufer beidseitig von Betonmauern abgegrenzt. Wasser etwas getrübt, Schaumbildung, Fäkalgeruch. Weitgehende Verschlechterung der Wassergüte.

Probenahmestelle 6
Aubach 20 m vor Einmündung in den Gersbach.

Der Aubach hat an dieser Stelle eher den Charakter eines stehenden Gewässers. Das Bachbett ist breit und fast vollständig mit Laub bedeckt. Linkes Ufer Betonwand, rechtes Ufer mit Natursteinen ausgelegt, auf denen Moose und krautige Pflanzen wachsen. Das Wasser ist trüb, ein Fäkalgeruch ist zu bemerken. Oberhalb befindet sich eine Staumauer, über die das Wasser des Aubaches mit starker Strömung fließt (daher vielleicht der verhältnismäßig gute Sauerstoffwert). Es ist zu erwarten, daß viele Algen, die an dieser Staumauer gedeihen, verschleppt werden und im anschließenden Stillwasserbereich zu Boden sinken. Deshalb sind die Ergebnisse der Algenanalyse nur mit Vorsicht zu behandeln.

Probenahmestelle 7
Gersbach vor Einmündung in die Salzach, Ignaz Riederkai.

Das Bachbett ist hier mit Natursteinen ausgelegt, die mit einem dunkelbraunen, glitschigen Belag überzogen sind. Besonders an beiden Ufern Schlamm- und Laubablagerungen. Ufer links Betonmauer, rechts Natursteine. Sphärotilusrasen. Das Wasser ist trüb und strömt Fäkalgeruch aus.

Probenahmestelle 8
Gersbach vor Einmündung in die Salzach, nach Giselakai.

Das Bachbett ist mit Natursteinen ausgelegt, die zu einem großen Teil mit Cladophora und anderen fädigen Grünalgen bewachsen sind. Das Ufer ist rechtsseitig betoniert, auf der linken Seite befinden sich Natursteine, die vollständig mit Gras und Büschen bewachsen sind.

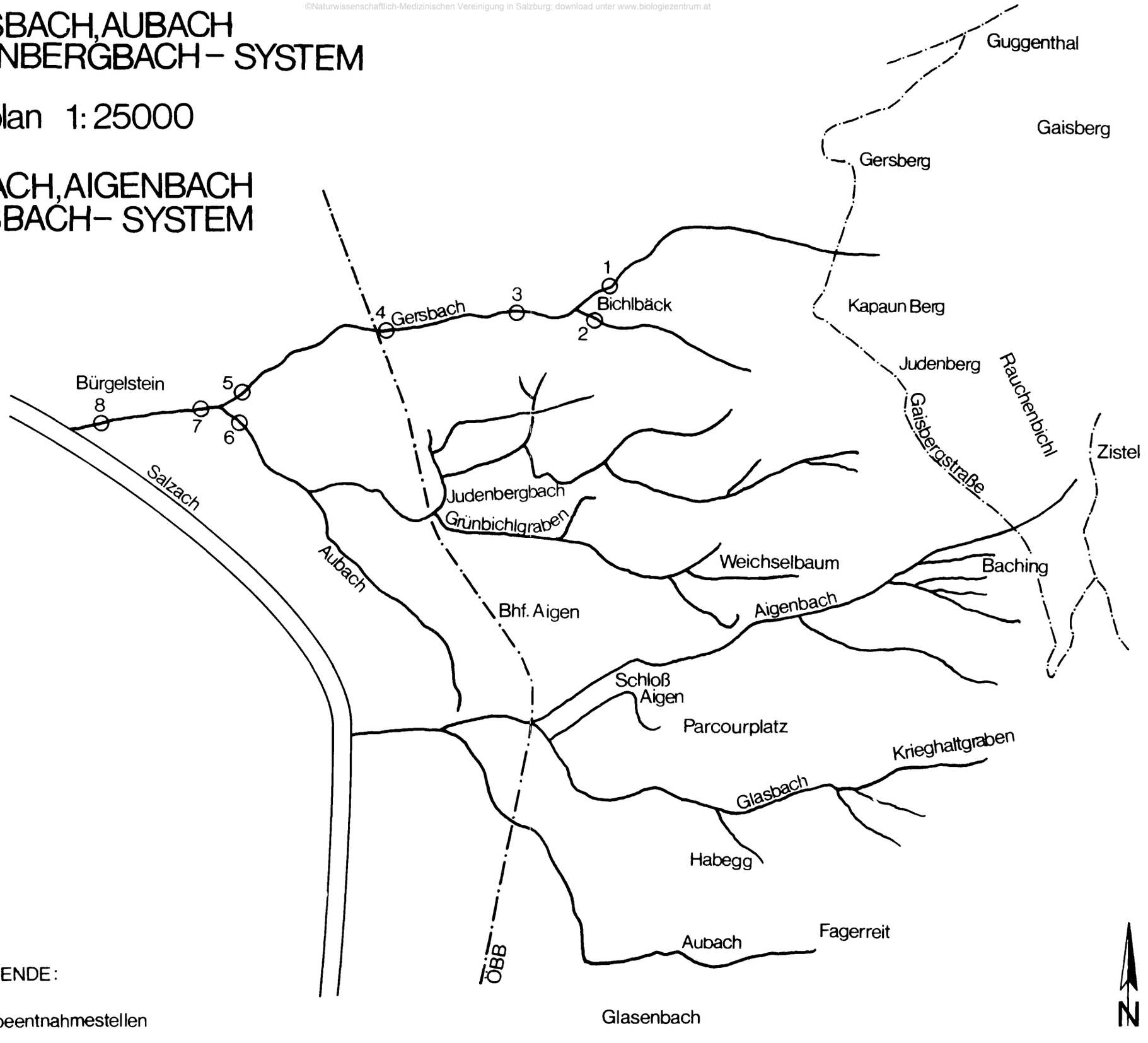
©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

GERSBACH, AUBACH JUDENBERGBACH - SYSTEM

Lageplan 1: 25000

AUBACH, AIGENBACH GLASBACH - SYSTEM



LEGENDE:

○1 Probeentnahmestellen

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 1:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobienwert
Kieselalgen:			
Achnanthes minutissima	2,3	1	I
Cymbella ventricosa	4,6	1	II
Gomphonema olivaceum	5,0	1	II
Navicula cari	4,6	1	?
Navicula cryptocephala	19,5	3	III
Nitzschia dissipata	64,0	5	II
Blaualgen:			
Oscillatoria limosa	—	1	II/III
Bewegliche Blaualgenlager	—	5	—
Saprobienindex: 2,2 Gewässergüte: II			

Probenahmestelle 2:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobienwert
Achnanthes lanceolata	4,8	1	I
Achnanthes minutissima	19,0	3	?
Cocconeis pediculus	1,2	1	I
Cocconeis placentula	14,5	3	I/II
Cymbella ventricosa	3,6	1	II
Gomphonema olivaceum	15,7	3	II
Gomphonema parvulum	0,6	1	III
Meridion circulare	0,6	1	I
Navicula cari	25,4	5	?
Navicula cryptocephala	6,6	1	III
Nitzschia dissipata	3,0	1	II
Nitzschia fonticola	3,0	1	?
Synedra ulna	1,8	1	II
Blaualgen:			
Phormidium boryanum	—	1	—
Bakterien:			
Clinothrix dichotoma	—	1	—
Moose:			
Fontinalis antipyretica	—	1	—
Saprobienindex: 1,8 Gewässergüte: I/II			

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 3:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobienwert
Kieselalgen:			
Achnathes lanceolata	1,2	1	I
Achnathes minutissima	11,3	3	?
Cocconeis placentula	3,5	1	I/II
Cymbella ventricosa	1,2	1	II
Gomphonema olivaceum	5,1	1	II
Navicula cari	8,6	3	?
Navicula cryptocephala	20,3	5	III
Nitzschia fonticola	5,5	1	?
Nitzschia dissipata	13,7	3	II
Nitzschia linearis	6,6	1	I
Nitzschia kützingiana	5,5	1	III
Nitzschia palea	5,9	1	III
Surirella ovata	5,5	1	II
Surirella angustata	6,3	1	?
Grünalgen:			
Cladophora glomerata	—	1	II
Saprobienindex: 2,3			
Gewässergüte: II/III			

Probenahmestelle 4:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobienwert
Kieselalgen:			
Achnanthes lanceolata	2,1	1	I
Achnanthes minutissima	7,4	3	?
Cocconeis placentula	4,9	1	I/II
Cymbella ventricosa	0,6	1	II
Gomphonema olivaceum	0,6	1	II
Meridion circulare	0,6	1	I
Navicula cari	3,1	1	?
Navicula cryptocephala	14,7	3	III
Navicula gracilis	0,6	1	I/II
Nitzschia dissipata	14,1	3	II
Nitzschia fonticola	1,5	1	?
Nitzschia linearis	9,5	3	I
Nitzschia palea	2,5	1	III
Rhoicosphenia curvata	23,2	5	II
Surirella ovata	12,6	3	II
Synedra ulna	1,8	1	II
Grünalgen:			
Cladophora glomerata	—	1	II
Bakterien:			
Sphärotilus natans	—	1	IV
Saprobienindex: 2,0			
Gewässergüte: II/III			

haftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 5:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobien-wert
Kieselalgen:			
Achnanthes lanceolata	2,0	1	I
Achnanthes minutissima	14,1	3	?
Cocconeis placentula	1,0	1	I/II
Cymbella ventricosa	1,3	1	II
Gomphonema parvulum	43,3	5	III
Gomphonema olivaceum	2,7	1	II
Navicula cari	0,7	1	?
Navicula cryptocephala	13,1	3	III
Nitzschia dissipata	3,7	1	II
Nitzschia fonticola	4,0	1	?
Nitzschia palea	10,7	3	III
Nitzschia kützingiana	0,7	1	III
Rhoicosphenia curvata	2,7	1	II
Grünalgen:			
Stigeoclonium tenue	—	3	III
Flagellaten:			
Euglena spec.	—	3	—
Bakterien:			
Sphärotilus natans	—	3	IV
Beggiatoa alba	—	1	IV

Saprobienindex: 2,9
Gewässergüte: III/IV

Probenahmestelle 6:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobien-wert
Kieselalgen:			
Achnanthes lanceolata	12,3	3	I
Achnanthes minutissima	10,3	3	?
Cocconeis placentula	4,4	1	I/II
Diatoma vulgare	2,0	1	II
Gomphonema parvulum	3,4	1	III
Navicula cryptocephala	14,7	3	III
Navicula gracilis	7,8	1	I/II
Nitzschia dissipata	9,3	1	II
Nitzschia fonticola	2,0	1	?
Nitzschia linearis	5,4	1	I
Nitzschia kützingiana	6,9	1	III
Nitzschia palea	3,9	1	III
Rhoicosphenia curvata	5,9	1	II
Surirella ovata	5,9	1	II
Synedra ulna	4,9	1	II

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobien-wert
Flagellaten:			
Euglena spec.	—	1	—
Blaualgen:			
Oscillatoria limosa	—	1	II/III
Bakterien:			
Beggiatora alba	—	1	IV
Sphärotilus natans	—	1	IV
Saprobienindex: 2,3			
Gewässergüte: II/III			

Probenahmestelle 7:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobien-wert
Kieselalgen:			
Achnanthes lanceolata	1,4	1	I
Achnanthes minutissima	11,8	3	?
Cocconeis placentula	1,8	1	II
Gomphonema parvulum	21,4	5	III
Navicula cari	1,7	1	?
Navicula cryptocephala	8,7	3	III
Nitzschia dissipata	9,6	3	II
Nitzschia fonticola	6,8	3	?
Nitzschia kützingiana	2,3	1	III
Nitzschia palea	12,1	3	III
Rhoicosphenia curvata	22,5	5	II
Surirella ovata	0,6	1	II
Grünalgen:			
Cladophora glomerata	—	1	II
Stigeoclonium tenue	—	1	III
Blaualgen:			
Oscillatoria limosa	—	1	II/III
Bakterien:			
Beggiatoa alba	—	3	IV
Sphärotilus natans	—	1	IV
Saprobienindex: 2,7			
Gewässergüte: III			

schaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 8:

Arten	Relative Häufigkeit in %	Häufigkeit	Saprobienwert
Kieselalgen:			
Achnanthes lanceolata	1,3	1	I
Achnanthes minutissima	13,2	3	?
Cocconeis placentula	2,3	1	II
Gomphonema parvulum	24,8	5	III
Navicula cryptocephala	9,6	3	III
Navicula gracilis	1,3	1	I/II
Nitzschia dissipata	2,6	1	II
Nitzschia fonticola	4,5	1	?
Nitzschia kützingiana	3,5	1	III
Nitzschia palea	3,5	1	III
Rhoicosphenia curvata	28,3	5	II
Surirella ovata	4,5	1	II
Grünalgen:			
Cladophora glomerata	—	5	II
Oedogonium spec.	—	1	—
Stigeoclonium tenue	—	3	III
Flagellaten:			
Euglena spec.	—	1	—

Saprobienindex: 2,4
Gewässergüte: II/III

Faunistische Untersuchung — Saprobienindices

Probenahmestelle 1:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Tachysoma pellionella	1 b	II/III
Cyclidium glaucoma	1 a	III
Colpidium campylum	1 b	IV
Plagiocampa spec.	1 a	?

sehr arten- und individuenarme Biozönose, auch keine Flagellaten!

Saprobienindex: 3,1

Probenahmestelle 2:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Cinetochilum margaritaceum	1 c	III
Pleuronema coronatum	1 a	I/II
Tachysoma pellionella	1 b	II/III
Oxytricha fallax	1 c	III
Aspidisca lynceus	1 a	III

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Cyclidium glaucoma	1 b	III
Lionotus lamella	1 c	III
Lacrymaria olor	1 c	II
Saprophilus muscorum	1 c	?
Urotricha spec.	1 c	
Ophryoglena spec.	1 c	

Saprobienindex: 2,5

Probenahmestelle 3:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Trochilia minuta	1 c	II/III
Tachysoma pellionella	1 b	II/III
Lacrymaria olor	1 c	II
Strobilidium gyrans	1 c	I
Vorticella convallaria	1 a	III
Cinetochilum margaritaceum	1 c	III
Aspidisca lynceus	1 c	III
Cyclidium lanuginosum	1 a	III
Lionotus lamella	1 a	III
Acineria incurvata	1 b	IV
Colpidium colpoda	1 c	IV
Colpidium campylum	1 c	IV
Glaucoma scintillans	1 b	IV
Vorticella campanula	1 a	II
Urotricha spec.	1 a	?

Saprobienindex: 2,9

Probenahmestelle 4:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Vorticella campanula	1 a	II
Acineria incurvata	1 a	IV
Aspidisca lynceus	1 a	III
Tachysoma pellionella	1 b	II/III
Aspidisca costata	1 c	III
Lionotus lamella	1 b	III
Lionotus fasciola	1 c	III
Stylonichia mytilus	1 c	III
Strobilidium gyrans	1 c	I
Urotricha spec.	1 c	?

Saprobienindex: 2,9

Probenahmestelle 5:

schaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Colpidium colpoda	3 c	IV
Chilodonella cucullulus	1 a	III
Colpidium campylum	1 c	IV
Vorticella convallaria	1 b	III
Glaucoma scintillans	1 b	IV
Paramecium trichium	1 b	IV
Lionotus fasciola	1 c	III
Tokophrya infusionum	1 a	III/IV
Paramecium caudatum	1 b	III/IV
Lionotus lamella	1 b	III
Aspidisca costata	1 c	III
Acineria incurvata	1 b	IV
Carchesium polypinum	3 c	III
Tachysoma pellionella	1 c	II/III
Trochilia minuta	1 c	II/III

Ferner fand sich der polysaprobe Borstenwurm *Tubifex tubifex*.

Saprobienindex: 3,4

Probenahmestelle 6:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Lionotus fasciola	1 c	III
Euplotes charon	1 b	II
Stentor roeseli	1 a	II/III
Acineria incurvata	1 b	IV
Oxytricha fallax	1 c	III
Vorticella campanula	1 a	II
Vorticella convallaria	1 b	III
Cinetochilum margaritaceum	1 b	III
Cyclidium lanuginosum	1 b	III
Cyclidium glaucoma	1 c	III
Frontonia acuminatum	1 c	I
Colpidium colpoda	1 b	IV
Urozentrum turbo	1 c	III
Coleps hirtus	1 c	II
Chilodonella cucullulus	1 c	III

Saprobienindex: 2,7

Probenahmestelle 7:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Acineria incurvata	1 b	IV
Tachysoma pellionella	1 c	II/III
Lionotus lamella	1 a	III
Colpidium colpoda	1 a	IV

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Chilodonella cucullulus	1 b	III
Euplotes charon	1 b	II
Vorticella convallaria	1 b	III
Carchesium polypinum	1 a	III
Vorticella campanula	1 c	II
Paramecium caudatum	1 b	III/IV
Lionotus fasciola	1 b	III
Glaucoma spec.	1 c	?

Saprobienindex: 3,2

Probenahmestelle 8:

Arten	Gesch. Häufigkeit	Saprobienwert
Colpidium colpoda	1 b	IV
Paramecium trichium	1 c	IV
Cyclidium glaucoma	1 c	III
Aspidisca costata	1 b	III
Aspidisca lynceus	1 b	III
Acineria incurvata	1 a	IV
Lionotus lamella	1 b	III
Stentor roeseli	1 c	II/III
Euplotes charon	1 a	II
Vorticella convallaria	1 b	III
Lionotus fasciola	1 c	III
Opercularia coarctata	1 c	III
Tachysoma pellionella	1 c	II/III
Oxytricha fallax	1 c	III
Paramecium caudatum	1 c	III/IV

Saprobienindex: 3,1

Bemerkungen zu den einzelnen Standortgemeinschaften

Die Durchführung einer Artenanalyse der Biozönosen an den einzelnen Probenahmestellen zeigt die Begünstigung bzw. Hemmung einzelner Arten unter den speziellen Bedingungen dieses Standortes. Da die ökophysiologischen Eigenschaften der einzelnen Arten nur zum Teil bekannt sind oder für manche Arten überhaupt noch keine Angaben in der Literatur vorhanden sind, kann hier nur in einzelnen Fällen eine sichere Aussage getroffen werden. Trotzdem vermittelt die Feststellung der relativen Häufigkeit der Arten innerhalb einer bestimmten Biozönose einen Einblick in die Kausalzusammenhänge und weist auf das Vorhandensein bestimmter Faktoren (wie Sauerstoffgehalt, Eutrophiegrad, pH, Temperatur, Strömungszustand usw.) hin.

Hier seien einige Bemerkungen, vorwiegend zu den Algenassoziationen, festgehalten.

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 1

Das häufige Vorkommen von *Navicula cryptocephala* und *Nitzschia dissipata* weist auf einen erhöhten pH-Wert (um 8) hin. Weiters zeugt *Navicula cryptocephala* von einer gewissen Belastung sowie von — zu dieser Jahreszeit eher ungewohnten — hohen Temperaturverhältnissen. *Gomphonema parvulum* wird durch die strömungsangepaßte (rheophile) Art *Gomphonema olivaceum* völlig ersetzt. Dies zeigt auch, daß sich in den Stillwasserzonen — auf Grund der Schlammablagerungen — kaum Algen halten können.

Probenahmestelle 2

Auch hier sind die häufigen Arten Anzeiger für einen pH um 8. Die rheophile Art *Gomphonema olivaceum* erfährt wiederum eine starke Entwicklung, während *Gomphonema parvulum* nur unbedeutend vorkommt. *Navicula cryptocephala,* ein Anzeiger für organische Verschmutzung, tritt gegenüber Probenahmestelle 1 stark zurück.

Probenahmestelle 3

Achnanthes minutissima kommt weiterhin häufig vor, was auf ähnliche Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse schließen läßt. Eine starke Zunahme erfährt *Navicula cryptocephala* (Mehrbelastung an organischen Stoffen).

Probenahmestelle 4

Die Algenassoziation hat sich nun stark verändert. Eine neue Art, *Rhoicosphenia curvata,* tritt das erste Mal massenhaft auf, während *Navicula cari* allmählich verschwindet (*Rhoicosphenia curvata* gedeiht unabhängig vom Trophiezustand in O_2-reichem Wasser. pH-Optimum bei 8! Sie ist eine der häufigsten Aufwuchskieselalgen [Epiphyten]). Ihr Auftreten in Probenahmestelle 4 ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß hier die Strömungsgeschwindigkeit schon geringer ist, anderseits noch genügend Sauerstoff (92,5 % des Sättigungswertes) geboten ist.

Das hier häufige Auftreten von *Rhoicosphenia curvata* drückt den Saprobienindex etwas nach unten, das kann aber in diesem Fall nicht auf eine geringere Belastung durch Fäkalabwässer schließen lassen. Das häufige Auftreten von *Navicula cryptocephala* widerspricht dieser Deutung.

Probenahmestelle 5

Die Artenverteilung hat sich wiederum stark verändert. *Rhoicosphenia curvata* ist stark zurückgetreten (O_2-Index sinkt auf 51,7 %!) und an deren Stelle ist *Gomphonema parvulum* mit 43,3 % getreten. Diese Art bevorzugt wärmere, strömungsarme, verschmutzte Gewässer. Ebenfalls neu ist das häufige Vorkommen von *Nitzschia palea,* die fäkalienreiche Standorte bevorzugt.

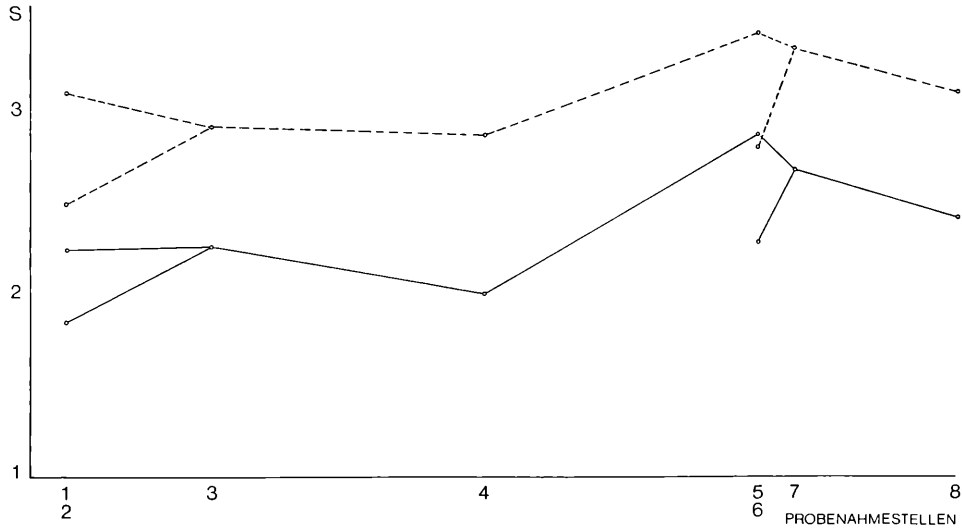
Probenahmestelle 6

Da anzunehmen ist, daß ein großer Teil der hier gefundenen Arten verschleppt ist, soll zu dieser Assoziation keine Aussage getroffen werden.

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

SAPROBIENINDICES: ABB. 1

FAUNIST. AUFNAHME
FLORIST. AUFNAHME



Probenahmestelle 7

Das vermehrte Auftreten von *Rhoicosphenia curvata* weist auf ein verbessertes Sauerstoffangebot hin (Einmündung des Aubaches!). Ansonst ergibt sich hier ein ähnliches Bild wie an Probenahmestelle 5. Häufig sind weiterhin Anzeiger für Verschmutzung wie *Gomphonema parvulum, Navicula cryptocephala* und *Nitzschia palea.*

Probenahmestelle 8

Das Zurücktreten von *Nitzschia palea* sowie das weitere Ansteigen von *Rhoicosphenia curvata* beweist eine gewisse Selbstreinigung des Fließgewässers bzw. eine gewisse Verbesserung des Sauerstoffangebotes.

Die Saprobienindices sind in Abbildung 1 dargestellt. Charakteristisch ist die höhere Anzeige der aus der faunistischen Aufnahme (Ciliaten) gewonnenen Saprobienindices. Trotzdem verlaufen die beiden Kurven nahezu parallel.

Relative Belastung

Unter der „Relativen Belastung" verstehen wir — wie schon in der Untersuchung HASLAUER, PUM, FOISSNER 1978 dargestellt — den Anteil der polysaproben bzw. polysaproben + alphamesosaproben Arten an der Gesamthäufigkeit der festgestellten Arten (Gesamthäufigkeit = 100 %).

Die relative Belastung gibt deutliche Hinweise auf besonders belastete, „kritische" Gewässerstrecken.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die „Relative Belastung" ausschließlich aus der Häufigkeit der Diatomeen- bzw. Ciliatenarten errechnet, da nur für diese Gruppen eine durchgehende Häufigkeitsbeobachtung vorliegt.

Wie schon aus der Gegenüberstellung der floristischen und faunistischen Saprobienindices ersichtlich wird, liegen die Indices, die bei der faunistischen Aufnahme gewonnen wurden, stets höher als die entsprechenden floristischen Werte. (Ob dies einen relevanten biologischen Grund hat oder nur auf eine unterschiedliche Bewertung in der Literatur zurückzuführen ist, müßte erst untersucht werden. Dasselbe Phänomen wurde bereits von HASLAUER, PUM, FOISSNER 1978 für das Alterbach-System beschrieben.)

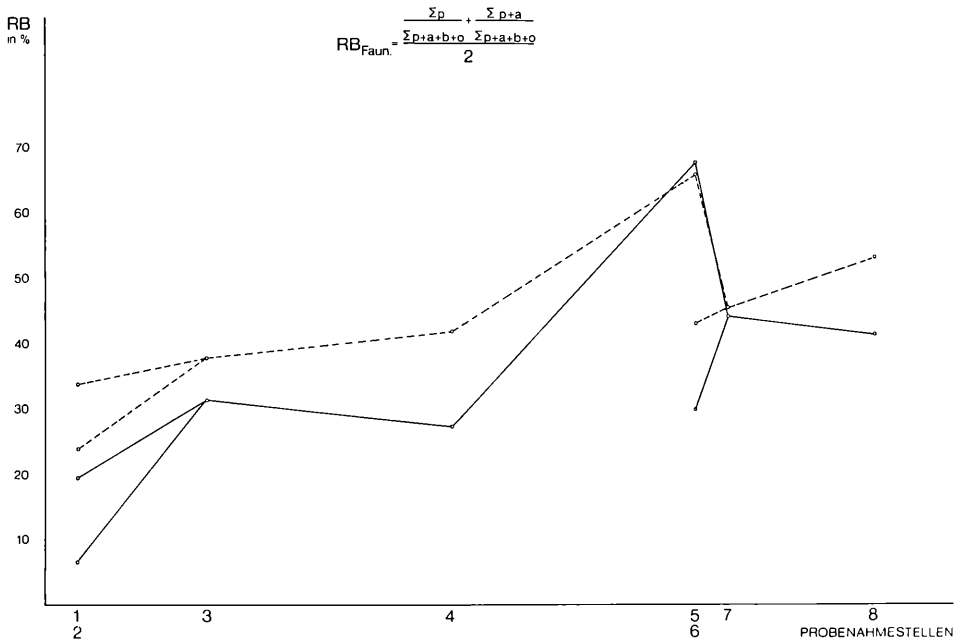
Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde für die Berechnung der — aus der faunistischen Aufnahme gewonnen — „Relativen Belastung" ein Mischwert aus

$$\frac{\Sigma\, p}{\Sigma\, p + a + b + o} + \frac{\Sigma\, p + a}{\Sigma\, p + a + b + o}$$

genommen.

Dieser Mischwert stimmt recht gut mit den aus der floristischen Aufnahme gewonnenen Werten überein.

RELATIVE BELASTUNG —— $RB_{Flor.} = \frac{\Sigma\, p+a}{\Sigma\, p+a+b+o}$ ABB. 2



Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, liegt das Maximum der relativen Belastung zwischen den Probenahmestellen 4 und 5. Die zwischen diesen Probenahmestellen einmündenden Zubringer bzw. Kanäle bringen eine massive Belastung des Gersbaches mit sich und überfordern die Selbstreinigungskraft dieses Fließgewässers bei weitem.

Physikalisch-chemische Untersuchung

Während die biologischen Verhältnisse einen längerfristigen Zustand des Fließgewässers bzw. schon länger zurückliegende Einflüsse widerspiegeln, gibt die physikalisch-chemische Aufnahme das Faktorengefüge für den Zeitpunkt der Probenahme wieder. Dafür liefert die physikalisch-chemische Analyse detaillierte und exakte Angaben über die zu diesem Zeitpunkt herrschenden Bedingungen.

Luft- und Wassertemperaturen

Die zum Zeitpunkt der Probenahme herrschenden Luft- und Wassertemperaturen werden in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1

Probenahmestelle	Temperatur Luft °C	Temperatur Wasser °C
1	12,5	10,0
2	12,5	9,0
3	13,0	9,7
4	15,0	10,5
5	14,0	11,8
6	14,0	12,0
7	14,0	12,5
8	19,5	12,0

Sauerstoffhaushalt

Die Werte für Sauerstoffgehalt, BSB_2, BSB_5, Sauerstoffsättigung und Sauerstoffindex sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Probenahmestelle	O_2 mg/l	O_2-Sättigung mg/l	O_2-Index %	BSB_2 mg/l	BSB_5 mg/l
1	10,50	10,76	97,60	0,44	1,84
2	11,15	11,01	98,74	0,86	2,37
3	10,25	10,84	94,60	2,80	2,93
4	9,85	10,65	92,50	2,45	4,55
5	5,35	10,35	51,70	4,26	5,35
6	7,10	10,29	69,00	1,46	2,89
7	6,10	10,18	60,00	2,47	5,83
8	6,80	10,29	66,10	2,88	6,80

Wie zu erwarten, liegt die Sauerstoffsättigung bei Probenahmestelle 1 und 2 nahe bei 100 %. Die Sättigung sinkt langsam bis Probenahmestelle 4. Zwischen Probenahmestelle 4 und 5 tritt eine enorme Sauerstoffzehrung ein. Hier sinken die Werte auf 51,7 % ab. (Damit hat der Gersbach an dieser Stelle ein höheres Sauerstoffdefizit als der Alterbach an seiner am meisten belasteten Fließstrecke.) Der Aubach führt verhältnismäßig sauerstoffreiches Wasser zu, so daß sich die Sauerstoffverhältnisse bis zur Mündung in die Salzach wieder etwas bessern.

Analysenergebnisse

Probenahmestelle 1

Datum: 28. Oktober 1977		
pH: 8,56		
Elektrische Leitfähigkeit: 322 µS/cm		
Nitrit	0,021	ppm[1]
Ammonium	0,91	ppm
Nitrat	2,40	ppm
$KMnO_4$-Verbrauch	10	mg/l
Chlorzahl	78	mg/l
Chlorid	6,8	mg/l
Gesamtphosphat	0,07	ppm
CSB ($K_2Cr_2O_7$-Verbrauch)	100,00	mg/l
Gesamteisen	0,01	ppm
Calcium	68,7	ppm
Magnesium	19,9	ppm
Gesamthärte	14,0	° dH
Urochrom	3,4	ppm
Fäkalreaktion	+	(= positiv)
Silikat (als SiO_2)	3,8	ppm
Abdampfrückstand	300,0	mg/l
Tenside (= Detergentien) (anionenaktiv)	103	ppb[2]

[1] 1 ppm = 1 mg/l.
1 ppb = 0,001 mg/l.

Diskussion der Analysenwerte

pH: extrem hoch (alkalisches Wasser). (Bodenverhältnisse, faulendes Laub usw.)

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: relativ niedrig, niedrige Konzentration an Mineralstoffen, läßt aber auch eine höhere Konzentration an Schadstoffen (Fäkalien) mit Sicherheit ausschließen.

Nitrit: würde der Trinkwassernorm genügen.

Nitrat: in normalem Maße vorhanden.

$KMnO_4$-Verbrauch: der Norm entsprechend.

Chlorzahl: etwas erhöht, geht mit erhöhtem Ammonium Hand in Hand, auf Fäulnisvorgänge zurückzuführen.

Ammonium: erhöht. Schlamm, Fäulnisstoffe, geringe Fäkalbelastung.

Chorid: normal.

Gesamtphosphat: der Norm entsprechend (Fäulnis).

CSB: im wesentlichen gut.

Eisen: sehr eisenarmes Gewässer (für diese Gegend normal).

Calcium: relativ niedrig, Grund: hoher pH-Wert.

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Magnesium: im Vergleich zu Ca sehr hoch. Magnesium ist aus den vorliegenden Mineralien bei hohem pH viel besser löslich als $CaCO_3$.

Urochrom: Der Urochromtest ist für Abbauprodukte des Hämoglobins spezifisch. Das bedeutet, daß die Probenahmestelle, trotz sonst guter Werte, doch etwas mit Urin belastet ist.

Beurteilung: Die Qualität des Wassers ist als verhältnismäßig gut zu bezeichnen. Der etwas erhöhte Ammoniumwert ist größtenteils auf Fallaub bzw. Schlamm zurückzuführen. Eine geringe Belastung durch Fäkalabwässer (Urin) ist nachzuweisen. Die Belastung des Baches in diesem Abschnitt ist zwar gering, doch sollte die Verunreinigungsquelle eruiert werden.

Probenahmestelle 2

Datum: 28. Oktober 1977
pH: 8,62
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit (bei 20° C): 260 µS/cm

Nitrit	0,012	ppm
Ammonium	0,37	ppm
Nitrat	4,40	ppm
$KMnO_4$-Verbrauch	7	mg/l
Chlorzahl	30	mg/l
Chlorid	4,6	ppm
Gesamtphosphat	0,065	ppm
CSB	100,00	mg/l
Gesamteisen	0,01	ppm
Calcium	50,5	ppm
Magnesium	16,0	ppm
Gesamthärte	10,8	° dH
Urochrom	0,2	ppm
Fäkalreaktion	—	(= negativ)
Silikat (als SiO_2)	2,20	ppm
Abdampfrückstand	154,0	mg/l
Tenside (anionenaktiv)	59	ppb

Diskussion der Analysenwerte

pH: extrem hoch, jedoch auf Bodenverhältnisse zurückzuführen.

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: sehr niedrig.

Nitrit: würde Trinkwassernorm genügen.

Nitrat: o. B.

$KMnO_4$-Verbrauch: der Norm entsprechend.

Chlorzahl: o. B., dadurch können mit Sicherheit größere Verunreinigungen organischer Natur ausgeschlossen werden.

Chlorid: sehr niedrig, stimmt mit oben Gesagtem überein.

Ammonium: etwas erhöht. Geringe Verunreinigung durch Fallaub.

Gesamtphosphat: o. B.

CSB: o. B.

Eisen: o. B.

Calcium: extrem niedrig (hoher pH-Wert!).

Magnesium: im Vergleich zu Ca extrem hoch, hier gilt dasselbe wie bei 1.

Urochrom: zur Zeit der Probenahme spurenweise Verunreinigung durch Urin.

Beurteilung: Das Wasser kann als sauber bezeichnet werden. Gewässergüte: I/II. (Eine spurenweise Belastung durch Urin konnte nachgewiesen werden.)

Probenahmestelle 3

schaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Datum: 28. Oktober 1977			CSB	80	mg/l
pH: 8,40			Gesamteisen	0,01	ppm
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit (bei 20° C): 300 µS/cm			Calcium	61,32	ppm
			Magnesium	15,2	ppm
Nitrit	0,086	ppm	Gesamthärte	12,10	° dH
Ammonium	0,50	ppm	Urochrom	3,4	ppm
Nitrat	3,75	ppm	Fäkalreaktion	+	
$KMnO_4$-Verbrauch	9,0	mg/l	Silikat	3,3	ppm
Chlorzahl	25,5	mg/l	Abdampfrückstand	280,0	mg/l
Chlorid	5,4	ppm	Tenside (anionenaktiv)	129	ppb
Gesamtphosphat	0,320	ppm			

Diskussion der Analysenwerte

pH: hoch, es gilt im wesentlichen das in 1 und 2 Gesagte.

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: liegt zwischen 1 und 2, hochgradige Verunreinigung kann daher ausgeschlossen werden.

Nitrit: das erste Mal nicht mehr der Trinkwassernorm genügend. Eine leichte Verschmutzung durch Fäkalien liegt vor.

Nitrat: o. B.

Chlorzahl: sehr guter Wert, daher fäkale Verunreinigungen nur in geringem Umfang möglich.

Chlorid: o. B., keine starke Verunreinigung durch Fäkalien.

Ammonium: Mischwert aus 1 und 2. (Ein kleiner Teil könnte zu Nitrit oxidiert sein!)

Gesamtphosphat: gegenüber 1 und 2 der fünffache Wert.

Grund: spurenweise Eintragung von Fäkalien.

CSB: sehr niedrig, aber zu wenig aussagekräftig.

Eisen: o. B.

Urochrom: Mischwert aus 1 und 2, deutet auf keine oder nur sehr schwache zusätzliche Verunreinigung durch Urin hin.

Beurteilung: In der Fließstrecke zwischen 1 und 3 keine wesentliche zusätzliche Verschmutzung. Auf eine geringfügige Verschmutzung deutet allerdings der Phosphorwert.

Probenahmestelle 4

Datum: 28. Oktober 1977			CSB	100	mg/l
pH: 8,66			Gesamteisen	0,01	ppm
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit (bei 20° C): 311 µS/cm			Calcium	70,1	ppm
			Magnesium	14,9	ppm
Nitrit	0,296	ppm	Gesamthärte	13,3	° dH
Ammonium	0,74	ppm	Urochrom	5,2	ppm
Nitrat	4,90	ppm	Fäkalreaktion	+	
$KMnO_4$-Verbrauch	12	mg/l	Silikat (als SiO_2)	4,0	ppm
Chlorzahl	30	mg/l	Abdampfrückstand	305,0	mg/l
Chlorid	6,7	ppm	Tenside (anionenaktiv)	189	ppb
Gesamtphosphat	2,80	ppm			

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion der Analysenwerte

pH: erreicht an dieser Stelle ein Maximum. Grund: Verunreinigung durch Detergentien (Tenside).

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: steigend, geht mit Gesamthärte parallel.

Nitrit: bedenklich hoch.

Ammonium: durch Fäkalien gegenüber 3 erhöht.

Nitrat: Maximum aller Probenahmestellen, d. h. der Bach hat in diesem Bereich noch genügend Selbstreinigungskraft, um Stickstoff zu seiner höchsten Oxidationsform zu oxidieren.

$KMnO_4$-Verbrauch: zwar deutlich gegenüber 3 erhöht, jedoch ist dieser Parameter viel zu unspezifisch, um daraus ein Urteil abzuleiten.

Chlorzahl: erhöht gegenüber 3, bedeutet Fäkalieneintrag.

Chlorid: erhöht gegenüber 3, derselbe Grund.

Phosphat: der hohe Wert besagt, daß die Beschaffenheit des Baches an dieser Probenahmestelle schon sehr bedenklich ist. Grund: Fäkalien, Urin (Urochromprobe fiel hochpositiv aus!) und Detergentien. Das Wasser wies schon bei der Probenahme starke Schaumbildung auf!

CSB: Dieser Parameter ist wenig aussagekräftig, jedoch gegenüber 3 erhöht.

Eisen: o. B.

Calcium: gegenüber 3 steigend (weil niedrigerer pH!).

Magnesium: gegenüber 3 stagnierend.

Beurteilung: Der hohe Urochromwert besagt, daß zwischen Probenahmestelle 3 und 4 erhebliche Mengen Urin in den Bach gelangen. Diese Steigerung des Urochromwertes geht völlig analog zur Steigerung der anderen Verschmutzungsparameter. Der Bach ist an dieser Stelle schon stark belastet. Als Hauptgründe dieser Verschlechterung können genannt werden: 1. Fäkalien, 2. Waschmittelrückstände (Detergentien). Für Fische ist das Wasser in diesem Bereich tödlich.

Probenahmestelle 5

Datum: 28. Oktober 1977		
pH: 7,96		
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit: 465 µS/cm		
Nitrit	0,426	ppm
Ammonium	9,10	ppm
Nitrat	2,65	ppm
$KMnO_4$-Verbrauch	23	mg/l
Chlorzahl	87	mg/l
Chlorid	17,0	ppm
Gesamtphosphat	12,00	ppm
CSB	600	mg/l
Gesamteisen	0,10	ppm
Calcium	79,8	ppm
Magnesium	18,5	ppm
Gesamthärte	15,4	° dH
Urochrome	7,2	ppm
Fäkalreaktion	+++	
Silikat (als SiO_2)	7,5	ppm
Sulfat	38,0	ppm
Abdampfrückstand	358,0	mg/l
Tenside (anionenaktiv)	250	ppb
Blei	0,10	ppm
Organische Verunreinigungen: Eiweiß, Blut		

 Naturwissenschaftlichen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

pH: sinkt (infolge Verunreinigungen).

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: steigt seit Probenahmestelle 4 um 50 %, wobei natürlich vorkommende Ionen (wie Ca- und Mg-Ionen) nicht besonders ansteigen, wohl aber typische Verschmutzungsindikatoren wie Chlorid, Phosphat, Ammonium, Nitrit, Kalium.

$KMnO_4$-Verbrauch: erreicht hier Maximum, sagt aber über frische, fäkale Verunreinigungen nichts aus.

Nitrit: Konzentration erreicht gefährliche Ausmaße.

Ammonium: Dieser Wert ist für einen Abwasserkanal tragbar, aber keineswegs für Stadtgewässer. Der hohe Ammoniumwert stammt eindeutig von Fäkaleinleitungen zwischen Probenahmestellen 4 und 5! Das Wasser enthält hier neben Ammonium auch eine sehr hohe Konzentration an Eiweißkörpern, Harnstoff, Harnsäure, Cadaverin und anderen bei Verwesung und Fäulnis entstehenden Substanzen.

Nitrat: Dieser Wert sinkt gegenüber Probenahmestelle 4 deutlich ab. Der — im Verhältnis zu den anderen Stickstoffverbindungen — verhältnismäßig niedere Wert beweist, daß die Selbstreinigungskraft des Baches völlig überfordert worden ist bzw. daß die nitrifizierenden Bakterien, zumindest teilweise, durch die hochtoxische Wirkung des „Wassers" vergiftet wurden.

Chlorzahl: steigt seit Probenahmestelle 4 um 200 %! Eindeutig auf Urin zurückzuführen.

Phosphat: Der Wert von 12,0 ppm spricht für sich. Grund: hochgradige Verunreinigung durch Fäkalien, Detergentien.

CSB: Zwar unspezifischer Parameter, ein Wert von 600 mg/l bedeutet jedoch auf alle Fälle hochgradige Verunreinigung.

Eisen: erhöhter Wert. An und für sich harmlos, dürfte hier aber auf Hämoglobin (Blutfarbstoff) zurückzuführen sein.

Urochrome: Dieser Parameter erreicht hier den höchsten Wert innerhalb der gesamten Fließstrecke! Dieser Wert zeigt deutlich (was die übrigen untersuchten Parameter ebenfalls anzeigen), daß in diesem Bereich, zwischen Probenahmestelle 4 und 5, die gravierendste Belastung des Fließgewässers durch Fäkalabwässer erfolgt.

Beurteilung: Der Zustand des Gersbaches in diesem Abschnitt ist äußerst besorgniserregend. Wie alle aufgenommenen Parameter übereinstimmend aussagen, erfolgt in diesem Abschnitt eine massive Belastung durch Kanäle und sonstige Einleitungen. Es besteht der begründete Verdacht, daß beträchtliche Teile des Einzugsgebietes schlecht geklärte oder ungeklärte Abwässer direkt in Zubringer oder in den Gersbach selbst einleiten. Das Wasser wirkt hochtoxisch auf Fische und bietet darüber hinaus einen idealen Nährboden für pathogene Keime.

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Probenahmestelle 6

Datum: 28. Oktober 1977			CSB	560	mg/l
pH: 7,93			Gesamteisen	0,01	ppm
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit: 480 µS/cm			Calcium	100,4	ppm
			Magnesium	20,6	ppm
Nitrit	0,222	ppm	Gesamthärte	18,8	° dH
Ammonium	0,66	ppm	Urochrome	4,2	ppm
Nitrat	3,95	ppm	Fäkalreaktion	+	
$KMnO_4$-Verbrauch	12	mg/l	Silikat (als SiO_2)	6,0	ppm
Chlorzahl	98	mg/l	Abdampfrückstand	351,0	mg/l
Chlorid	8,2	ppm	Tenside (anionenaktiv)	76	ppb
Gesamtphosphat	1,78	ppm			

Diskussion der Analysenwerte

pH: niedriger als im Gersbach. Im Bereich der Norm.

Spezifisch elektrische Leitfähigkeit: Für diese Gegend im Bereich der Norm. Wasser wesentlich mineralreicher als das des Gersbaches. (Inwieweit hier auch eine Verschmutzung des Wassers vorliegt, werden andere Parameter spezifischer darlegen.)

Nitrit: entspricht der durchschnittlichen Konzentration des Alterbaches an der Mündung. Gegenüber Probenahmestelle 5 wesentlich besserer Wert.

Ammonium: Entspricht dem Gersbach zwischen den Probenahmestellen 3 und 4. Grund: Fäkalien.

Nitrat: relativ hoher Wert. Zeigt, daß die weiter oberhalb eingebrachten Verunreinigungen bereits zur höchsten Oxidationsstufe aufoxidiert sind.

$KMnO_4$-Verbrauch: o. B.

Chlorzahl: deutet auf eine größere Menge organischer Stoffe hin. Wahrscheinlich Autosaprobie (Fallaub).

Chlorid: Für sauberes Wasser zu hoch, aber immer noch im Bereich der Norm. (Schließt mit Sicherheit eine unmittelbare Belastung durch Fäkalien aus.)

Phosphat: Auch dieser Wert zeigt eine geringe Belastung an. Er liegt zwischen den Werten des Gersbaches zwischen den Probenahmestellen 3 und 4.

CSB: Dieser Wert ist sehr hoch, natürliche Verunreinigung durch Laub und Fäulnisstoffe. Eine Erhöhung durch fäkale Abwässer ist nicht wahrscheinlich.

Urochrome: Dieses Ergebnis beweist, daß der Aubach — zumindest in seinem Oberlauf bzw. Zubringern — stark mit Fäkalien belastet ist. (Etwa wie Gersbach zwischen den Probenahmestellen 3 und 4.) Die nachgewiesene Belastung ist aber, wenigstens teilweise, durch die Selbstreinigungskraft des Gewässers bewältigt.

Fäkalreaktion: +

Silikat (als SiO_2): o. B.

Beurteilung: Das Wasser des Aubaches entspricht etwa der Beschaffenheit des Gersbaches bei Probenahmestelle 4. Die Belastung durch Fäkalien, der auch

dieses Gewässer in seinem Oberlauf bzw. seinen Zubringern ausgesetzt ist, kann bis zur Mündung in den Gersbach durch die Selbstreinigungskraft einigermaßen überwunden werden. Trotz einer gewissen Belastung durch Fallaub ist der Aubach an seiner Mündung verhältnismäßig sauerstoffreich (69 % der Sättigung).

Probenahmestelle 7

Datum: 28. Oktober 1977			CSB	420	mg/l
pH: 7,93			Gesamteisen	0,07	ppm
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit: 480 µS/cm			Calcium	97,4	ppm
			Magnesium	22,4	ppm
Nitrit	2,60	ppm	Gesamthärte	18,8	° dH
Ammonium	3,64	ppm	Urochrom	5,1	ppm
Nitrat	0,45	ppm	Fäkalreaktion	++	
$KMnO_4$-Verbrauch	16	mg/l	Silikat (als SiO_2)	5,0	ppm
Chlorzahl	60	mg/l	Abdampfrückstand	355,0	mg/l
Chlorid	12,4	ppm	Tenside (anionenaktiv)	60	ppb
Gesamtphosphat	14,00	ppm			

Diskussion der Analysenwerte

pH: normal.

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: normal.

Nitrit: Enorm hoher Wert! Nitrit ist ein schweres Gift, das Wasser ist in diesem Bereich für Fische absolut tödlich. Eine chemische Verunreinigung durch künstlich in den Bach eingeleitetes Nitrit kann ausgeschlossen werden. Nitrit ist hier durch Oxidation des Ammoniums bzw. Reduktion des Nitrats durch die Tätigkeit chemoautotropher Bakterien zu diesem hohen Wert angestiegen.

Ammonium: zugunsten des Nitrits enorm abgesunken. Der trotzdem noch hohe Wert zeigt, daß die Selbstreinigungskraft — die an dieser Stelle sicher sehr hoch ist — dennoch nicht ausreicht, um die gewaltige Belastung des Gersbaches bei Probenahmestelle 5 zu bewältigen.

Nitrat: Man könnte annehmen, daß sich hier ein Mischwert aus Aubach und Gersbach einstellen würde. Der Nitratwert sinkt jedoch stark ab, an seiner statt bildet sich die niedrigere Oxidationsstufe (Nitrit). Dies zeigt auch der niedrigere Sauerstoffwert sowie der hohe BSB_2 und BSB_5.

$KMnO_4$-Verbrauch: Gegenüber Probenahmestelle 5 rückläufig. Durch die Tätigkeit der oxidierenden Bakterien werden organische Stoffe, deren Angebot bei Probenahmestelle 5 enorm ist, oxidiert und entziehen sich so dem Nachweis.

Chlorzahl: sinkt gegenüber Probenahmestelle 5, da organische Verbindungen oxidativ zersetzt werden.

Chlorid: Mischergebnis aus den Probenahmestellen 5 und 6.

Gesamtphosphat: Gegenüber dem an sich schon hohen Phosphatwert der Probenahmestelle 5 nochmals erhöht! (Im Gesamtphosphat wird ja auch der organisch gebundene Phosphor erfaßt. Hier offensichtlich auf starke bakterielle

Besiedelung zurückzuführen — auch hier ein Hinweis auf das starke Vorkommen nitrifizierender Bakterien.)

CSB: rückläufig, aus schon diskutierten Gründen.

Urochrom: Mischwert zwischen den Probenahmestellen 5 und 6. Urochrome bauen sich nur langsam ab.

Fäkalreaktion: ++

Beurteilung: Die Probenahmestelle liegt nur etwa 50 m unterhalb der Probenahmestelle 5. Auf dieser kurzen Fließstrecke ändern sich die chemischen Parameter in drastischer Weise! Während der Ammoniumwert, aber auch der Nitratwert stark absinken, steigt der Nitritwert enorm an und erreicht einen Spitzenwert. Diese Situation ist durch den Zufluß des wesentlich reineren und sauerstoffreicheren Aubaches bedingt. Der hohe Ammoniumgehalt des Gersbaches bei Probenahmestelle 5 (Fäkalien, Eiweiß) wird hier zu Stickstoff und weiter zu NO_2 oxidiert. Sogar das schon bis zur Endstufe oxidierte NO_3 gibt wieder Sauerstoff ab zugunsten des sich bildenden Nitrits. Das Wasser des Gersbaches ist hier eine für Fische tödliche, nach Verwesung stinkende Jauche.

Probenahmestelle 8

Datum: 28. Oktober 1977		Gesamteisen	0,07 ppm
pH: 8,06		Calcium	95,4 ppm
Spezifisch-elektrische Leitfähigkeit: 489 µS/cm		Magnesium	15,1 ppm
		Gesamthärte	16,8 ° dH
Nitrit	0,38 ppm	Urochrome	5,00 ppm
Ammonium	3,22 ppm	Fäkalreaktion	++
Nitrat	0,60 ppm	Silikat (als SiO_2)	7,5 ppm
$KMnO_4$-Verbrauch	19 mg/l	Sulfat	34,2 ppm
Chlorzahl	74 mg/l	Abdampfrückstand	415,0 mg/l
Chlorid	12,1 ppm	Tenside (anionenaktiv)	48 ppb
Phosphat	10,60 ppm		
CSB	260 mg/l		

Diskussion der Analysenwerte

pH: normal, gegenüber Probenahmestelle 7 steigend (ist auf natürliche Reinigung zurückzuführen).

Spezifische elektrische Leitfähigkeit: für dieses Gewässer gut.

Nitrit: Extreme Besserung gegenüber Probenahmestelle 7. Der Grund hiefür ist eine Zersetzung der in Probenahmestelle 5 massenhaft vorkommenden Eiweißkörper. Das dabei entstehende Ammonium komproportioniert mit dem Nitrit zu elementarem Stickstoff.

Ammonium: Nimmt seit Probenahmestelle 7 etwas ab (Komproportionierung mit Nitrit). Gegenüber Probenahmestelle 5 zwar enorme Besserung, absolut gesehen bedeutet dieser Ammoniumwert aber einen schlechten Zustand des Gersbaches bei seiner Mündung.

Nitrat: Gegenüber Probenahmestelle 7 etwas erhöht. Nitrit geht zum Teil durch bakterielle Prozesse in Nitrat über.

$KMnO_4$-Verbrauch: Gegenüber Probenahmestelle 7 erhöht. Durch den Abbau der Eiweißkörper entstehen niedermolekulare Stoffe, die oxidationsempfindlicher sind. Eine Erhöhung dieses Parameters könnte zur Ansicht führen, daß die Wasserqualität sich verschlechtert. An diesem Beispiel wird wieder ersichtlich, daß ein Gutachten, welches auf eine organische Analyse verzichtet, ziemlich wertlos ist.

Chlorzahl: Dasselbe wie bei $KMnO_4$.

Chlorid: gleichbleibend.

Gesamtphosphat: Leichte Besserung gegenüber Probenahmestelle 7.

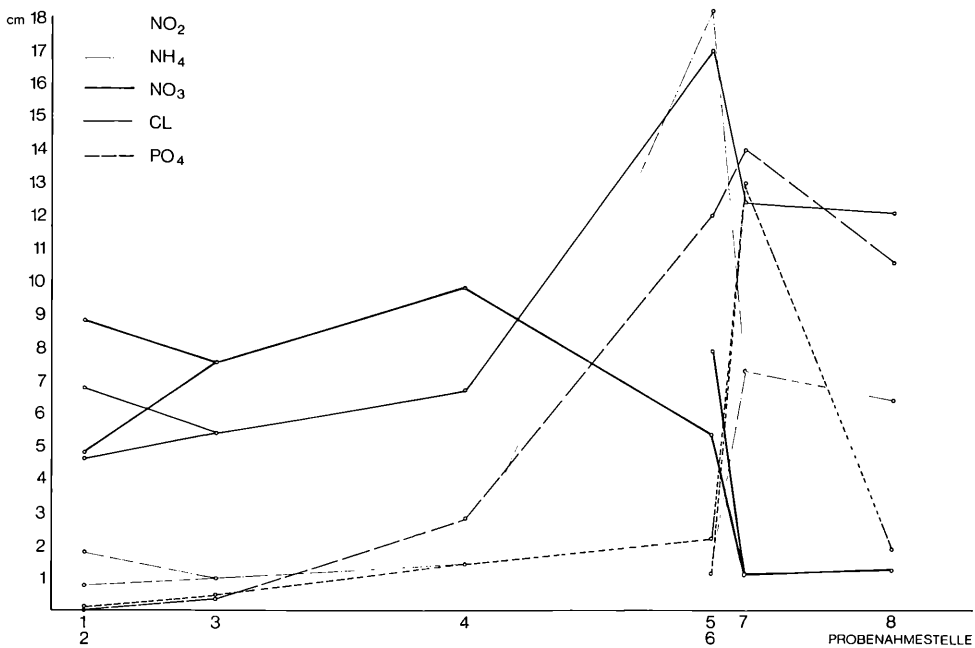
CSB: Sinkende Tendenz. Auch dieser Parameter ist weitgehend unspezifisch. Hier sind Einzelbestimmungen über reduzierende Substanzen vorzuziehen.

Eisen, gesamt: entsteht beim Abbau des Hämoglobins.

Urochrome: Der Wert beweist, daß zwischen den Probenahmestellen 7 und 8 der Bach nicht mehr zusätzlich durch Urin belastet wurde.

Beurteilung: Die Probenahmestelle 8 liegt etwa 500 m unterhalb der Probenahmestelle 7. Auf dieser verhältnismäßig kurzen Fließstrecke setzt eine gewisse Selbstreinigung des Gewässers ein. Trotzdem führt der Gersbach an

CHEM. VERSCHMUTZUNGS-PARAMETER ABB. 3



©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

seiner Mündung eine beträchtliche Schmutzfracht in die Salzach. Die Nitritwerte sind, trotzdem sie seit Probenahmestelle 7 stark absinken, immer noch fast doppelt so hoch wie die entsprechenden Werte im Alterbach! Auch die Ammonium- und Phosphatwerte sind noch beträchtlich.

Die einzelnen Analysenwerte sind in Tabelle 3 nochmals zusammengestellt. In Abbildung 3 sind die wichtigsten chemischen Verschmutzungsanzeiger NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+, PO_4^{3-} und Cl^- graphisch dargestellt.

Tabelle 3

Probenahmestelle	1	2	3	4	5	6	7	8	
Lufttemperatur	12,5	12,5	13,0	15,0	14,0	14,0	14,0	19,5	° C
Wassertemperatur	10,0	9,0	9,7	10,5	11,8	12,0	12,5	12,0	° C
Abflußmengen	5,8	2,4	10,9	15,3	28,6	28,4	57,0	60,1	l/sek
Sauerstoff, gel.	10,50	11,20	10,20	9,90	5,30	7,10	6,10	6,90	ppm
BSB_2	0,44	0,86	2,80	2,45	4,26	1,46	2,47	2,88	mg/l
BSB_5	1,84	2,37	2,93	4,55	5,35	2,89	5,83	6,80	mg/l
pH	8,56	8,62	8,40	8,66	7,96	7,93	7,93	8,06	
Spez.-elektr. Leitfähigkeit	322	260	300	311	465	480	480	489	S/cm
Nitrit	0,021	0,012	0,086	0,296	0,426	0,222	2,600	0,380	ppm
Ammonium	0,91	0,37	0,50	0,74	9,10	0,66	3,64	3,22	ppm
Nitrat	2,40	4,40	3,75	4,90	2,65	3,95	0,45	0,60	ppm
$KMnO_4$-Verbrauch	10	7	9	12	23	12	16	19	mg $KMnO_4$/l
Chlorzahl	78	30	25,5	30	87,2	98,2	60	74	mg Cl/l
Chlorid	6,8	4,6	5,4	6,7	17,0	8,2	12,4	12,1	ppm
Gesamtphosphat	0,07	0,065	0,32	2,80	12,00	1,78	14,00	10,60	ppm
CSB	100	100	80	100	600	560	420	260	mg $K_2Cr_2O_7$/l
Gesamteisen	10	10	10	10	100	10	70	70	ppb
Calcium	68,8	50,5	61,3	70,1	79,8	100,0	97,4	95,4	ppm
Magnesium	19,9	16,0	15,2	14,9	18,5	20,6	22,4	15,1	ppm
Gesamthärte	14,0	10,8	12,1	13,3	15,4	18,8	18,8	16,8	° dH
Urochrome	3,4	0,2	3,2	5,2	7,2	4,2	5,1	5,0	ppm
Fäkalreaktion		0			+ + +		+ +	+	qualitativ
Silikat (als SiO_2)	3,8	2,2	3,3	4,0	7,5	6,0	5,0	7,5	ppm
Sulfat	—	—	—	8,1	38,0	—	73,3	34,2	ppm
Abdampfrückstand	300	154	280	305	358	351	355	415	mg/l
Tenside (anionenaktiv)	103	59	129	189	250	76	60	48	ppb

Universität Mozarteum Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Gesamtbeurteilung und Folgerungen

Die Aufnahme des Gersbaches wurde bei sonnigem, trockenen Herbstwetter bei Niederwasserführung durchgeführt. Das Wasser des Gersbaches sowie des Siebenbrunnenbaches ist bei den Probenahmestellen 1 und 2 als extrem mineralienarm, geringfügig durch Fäkalien verunreinigt, und — unter Berücksichtigung der bestehenden Autosaprobität — als sauber zu bezeichnen.

Die biologische Aufnahme zeigt allerdings bereits hier eine gewisse Belastung an (Auftreten von *Navicula cryptocephala, Colpidium campylum* und *Cyclidium glaucoma!).*

Bis zu Probenahmestelle 3 nimmt die Verschmutzung etwas zu (was am Phosphorwert abgelesen werden kann). Die Ursache ist auch hier in einem geringfügigen Eintrag von Fäkalien, aber auch von Waschmittelrückständen (Detergentien) zu finden.

Die Zunahme von *Navicula cryptocephala,* ebenso wie die Zunahme der polysabroben Ciliaten spiegeln diese Verhältnisse wider.

Bis zu Probenahmestelle 4 wird der Gersbach erheblich mit Schadstoffen belastet (massenhaft Detergentien, Fäkalien). Die Qualität des Wassers ist hier bereits an der Grenze des Erträglichen.

Die biologische Aufnahme zeigt, daß der Saprobienindex durch das Auftreten einer neuen Art — *Rhoicosphenia curvata* — herabgesetzt werden kann, ohne daß dies zugleich mit einer Besserung der Gewässergüte einhergehen würde.

Zwischen den Probenahmestellen 4 und 5 kommt es zu einer massiven Verschmutzung des Gersbaches. Sowohl die biologische Situation — der Saprobienindex erreicht hier ein Maximum — als auch die physikalisch-chemische Beschaffenheit zeigen eine extreme Belastung dieser Fließstrecke an. Offensichtlich wird in diesem Abschnitt durch Einleitung von Kanälen bzw. weiteren Zubringern dem Vorfluter eine enorme Schmutzfracht zugeführt. Im besonderen sollte auf eine massive Verunreinigung durch Blut hingewiesen werden. Die chemischen Verschmutzungsindikatoren, wie Ammonium, Phosphat, Chlorid, steigen hier auf Spitzenwerte an. Die Qualität des Gersbaches entspricht in diesem Abschnitt der eines mittleren Abwassers.

Die biologische Situation der hier vorgefundenen Biozönose zeigt ebenfalls das Vorherrschen von ausgesprochenen Schmutzwasserorganismen. So dominiert bei Probenahmestelle 5 eindeutig *Gomphonema parvula* mit 43,3 % der Gesamtabundanz! Daneben erreichen *Nitzschia palea* und *Navicula cryptocephala* relativ hohe Häufigkeiten. Die faunistische Aufnahme zeigt hier eine unter dem *Colpidietum colpodae* beschriebene Standortgemeinschaft von bakteriophagen oder raubgierigen Arten, welche der betapolysaproben Zone (SRAMEK-HUSEK 1958) entspricht. Diese Lebensgemeinschaft ist vor allem für organische Abwässer und stark verunreinigte Fließgewässer charakteristisch.

Der Aubach bringt härteres, aber auch — relativ zum Gersbach — qualitativ besseres Wasser. Dies führt auf der kurzen Fließstrecke bis zu Probenahme-

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at
stelle 7 zu einer drastischen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Gewässers. Das nunmehr verbesserte Sauerstoffangebot bietet — in Zusammenhang mit dem hohen Ammoniumgehalt des Gersbaches — nitrifizierenden Bakterien ideale Lebensbedingungen. Die Oxidation des Stickstoffs wird hier bis zur Zwischenstufe Nitrit durchgeführt. Das Nitrit ist aber hoch toxisch und macht den Gersbach zu einer für Fische tödlichen Jauche. In diesem Bereich beginnen sich auch die vor Probenahmestelle 5 eingetragenen Eiweißkörper zu zersetzen.

Im biologischen Bereich zeigt das neuerliche Aufkommen von *Rhoicosphenia curvata* die — durch den Zufluß des Aubaches — etwas verbesserten Sauerstoffverhältnisse an. Daneben sind aber *Gomphonema parvula* und *Navicula cryptocephala* Anzeiger für verschmutztes Wasser. Die Ciliaten-Biozönose zeigt ebenfalls das Bild eines stark belasteten, polysaproben Gewässers. Das Fehlen von *Glaucoma scintillans* ist durch den hohen Gehalt an Nitrit zu erklären. Gegenüber Probenahmestelle 5 verschiebt sich das Artenspektrum in Richtung algivorer Formen, ohne aber das charakteristische Bild des *Chilodonelletum cucullulae* zu bieten, das der alphamesosaproben Zone entsprechen würde.

Bis zur Mündung in die Salzach führt die Selbstreinigungskraft zu einer gewissen Besserung der Gewässergüte. Die Konzentration an Nitrit verringert sich erheblich. Absolut gesehen stellt aber der Gersbach auch an seiner Mündung ein schwer belastetes Gewässer dar, das in hygienischer und biologischer Hinsicht als untragbar zu bezeichnen ist.

Nach LIEBMANN und vielen anderen Autoren ist es nicht möglich, ein Gewässergütesystem lediglich nach mathematischen Gesichtspunkten aufzustellen. Auch eine ausschließlich chemische Kennzeichnung der Gewässergütekriterien erscheint nicht möglich. In der vorliegenden Untersuchung wird versucht, für die Kennzeichnung der Gewässergüte die Kriterien des Sauerstoffhaushaltes, der biologischen Situation und der chemischen Beschaffenheit gleichermaßen zu berücksichtigen.

In Tabelle 4 soll die Gewässergüte der einzelnen Fließstrecken dargestellt werden.

Tabelle 4

Probenahmestelle	Saprobienindex (Mittelwerte)	Gewässergüte
1	2,67	II
2	2,16	I/II
3	2,61	II/III
4	2,43	III
5	3,15	IV
6	2,54	II/III
7	2,92	IV
8	2,75	III/IV

Literatur

©Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

HASLAUER, J., M. PUM und W. FOISSNER: Zur Hydrobiologie eines städtischen Fließgewässers (Alterbach-System 1976). Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg, 3./4. Band, 1978.

LIEBMANN, H.: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Bd. 1. Verlag R. Oldenburg, München 1951.

LIEBMANN, H.: Über die Grundlagen der Abwasserphysiologie, 3. Die Wasserwirtschaft *55,* 304—310.

PANTLE, R. und H. BUCK: Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. gwf *96,* 604, 1955.

ROTHSCHEIN, J.: Saprobität und Wasserchemismus. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. *9,* 101—112, 1977.

SLADECEK, V.: Schema der biologischen Klassifikation der Gewässer. Prace a studie Vyskumneho ustavu vodneho hospodarstva, Bratislava *63,* 1—134, 1963.

SRAMEK-HUSEK, R.: Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen. Arch. Hydrobiol. *51,* 376—390, 1956.

SRAMEK-HUSEK, R.: Die Rolle der Ciliatenanalyse bei der biologischen Kontrolle von Flußverunreinigungen. Verh. internat. Ver. Limnol. *13,* 636—645, 1958.

TÜMPLING, W. v.: Zusammenhänge zwischen Saprobienzustand und Faktoren des Sauerstoffhaushaltes in Fließgewässern. Verh. internat. Ver. Limnol. *17,* 546—559, 1967.

Anschrift der Verfasser:
Paracelsus-Forschungsinstitut, A-5020 Salzburg, Schopperstraße 13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 3_4

Autor(en)/Author(s): Haslauer Johann jr., Pichler Walter

Artikel/Article: EIN BEITRAG ZUR BIOLOGIE UND HYDRO CHEMIE EINES STARK BELASTETEN FLIESSGEWÄSSERS (GERSBACH 1977). 51-81