Schwarzwasser

Erfassung von fischbiologisch relevanten Parametern im Zusammenhang mit Kiesentnahmen aus dem Gewässer

Bericht zuhanden des
Fischereiinspektorats des Kantons Bern

Februar 1996

HYDRA
Angewandte Hydrobiologie

Büro Stefan Gerster
Beundenfeldstr. 2
Postfach 605
3000 Bern 25

Impressum

Auftrag:	Fischereiinspektorat des Kantons Bern
Auftragnehmer:	HYDRA, Büros für angewandte Hydrobiologie, Bern und Konstanz
Berichtsautoren:	Stefan Gerster, HYDRA, Postfach 605, 3000 Bern 25 Peter Rey, HYDRA Konstanz (Kapitel Makrozoobenthos)
Zeichnungen:	Vinzenz Maurer, HYDRA Bern
Mitarbeit im Feld:	Peter Rey, Christian Lott, HYDRA Konstanz Vinzenz Maurer, HYDRA Bern Joachim Guthruf, Aaron Tlach, Bern
Labor (Makroinv.):	Birgit Dimmeler, HYDRA Konstanz
Begleitung:	Thomas Vuille, Fischereiinspektorat des Kantons Bern

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	**Einleitung / Allgemeines**	4
1.1	Fragestellungen, Auftrag	4
1.2	Charakterisierung des Schwarzwassers	5
1.2.1	Hydrologie	7
1.2.2	Wasserqualität	7
1.2.3	Geomorphologie / Habitatsstrukturen	8
1.2.4	Fischereiliche Bewirtschaftung	11
2	**Untersuchungen**	14
2.1	Untersuchungsprogramm / Methoden	14
2.2	Probenahmestellen	16
3	**Ergebnisse**	22
3.1	Fischfauna	22
3.1.1	Bestandsaufnahme	22
3.1.2	Biomasse	25
3.1.3	Ertragsvermögen	26
3.2	Forellen-Laichgrubeninventar	27
3.3	Laichfischfang 1995	33
3.4	Makrozoobenthos	34
4	**Zusammenfassung / Schlussfolgerungen**	39
4.1	Fischbiologischer Ist-Zustand des Schwarzwassers	39
4.2	Weiteres Vorgehen (Untersuchungsprogramm 1996)	41
5	**Literaturverzeichnis**	43
	Verdankungen	44
A	**Anhang**	A1 - A12

1 Einleitung / Allgemeines

Kiesentnahmen in bernischen Fliessgewässern und die dabei gemachten Beobachtungen von unerwünschten Erosionserscheinungen in Salmonidenstrecken haben das Fischereiinspektorat des Kantons Bern dazu bewogen, eine Studie bezüglich der ökologischen Folgen solcher Massnahmen in Auftrag zu geben. Ziel dieser Untersuchungen wäre ein Instrumentarium zur künftigen Beurteilung von Gesuchen zur Kiesentnahme, insbesondere die Abdekkung des fischereilichen/fischbiologischen Themenkreises. Gleichzeitig zu dieser biologischen Studie werden seitens des Tiefbauamts des Kantons Bern Abklärungen im hydraulischen Bereich durchgeführt (Firma Kissling & Zbinden AG, Bern).
Mit dieser Studie wird somit versucht, Grundlagen zu schaffen, um den in Absatz a im Zweckartikel (Art. 1) des Bundesgesetzes über die Fischerei (SR 923.0) aufgestellten Forderungen zu entsprechen. Laut Fischereigesetz obliegt es nämllich den Kantonen, Massnahmen zur Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung von Lebensräumen der Wassertiere zu ergreifen.

In einer ersten Phase sollten am Untersuchungsobjekt Schwarzwasser fischbiologisch relevante Parameter aufgenommen werden. Das Schwarzwasser wurde einerseits aufgrund seines grossen Natürlichkeitsgrades ausgewählt, andererseits wegen beobachteter Erosionserscheinungen im Unterlauf und gleichzeitig immer wiederkehrender Kiesentnahmegesuche (s. Abbau- und Deponiekonzept). Es wird erwartet, das an einem solchen Gewässer durch anthropogene Eingriffe - wie Kiesentnahmen - verursachte Effekte eher beurteilbar sind.

1.1 Fragestellungen, Auftrag

Das Fischereiinspektorat des Kantons Bern erteilte mit Schreiben vom 11.09.1995 dem Büro HYDRA (Büro St. Gerster) den Auftrag, am Schwarzwasser während des Herbstes 1995 folgende fischbiologischen Untersuchungen durchzuführen:

- Bestandsaufnahme der Fischfauna;
- Laichgrubeninventar der Bachforellen;
- Erfassung des Makrozoobenthos.

Als Untersuchungsperimeter gilt der rund 16 km lange Schwarzwasserabschnitt zwischen Heubach und der Mündung in die Sense. Schwerpunktmässig sollten jedoch an drei definierten Stellen (Bezug zum Geschiebeverhalten; s. Kap. 2.2) Proben erhoben werden.

Folgende Grundlagen standen zur Verfügung:

- Landeskarten der Schweiz 1:25'000, Schwarzenburg (1186) und Guggisberg (1206);
- Übersichtspläne 1:5'000, km 0-17 (K&Z);
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Atlasblatt 26;
- Hydrologischer Atlas der Schweiz.
- Grundlagenberichte (s. Literaturverzeichnis), welche im Rahmen des VOKOS (GSA Bern) erstellt wurden;
- Fangstatistik, Besatzzahlen.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Ausgangslage bezüglich Grundlagendaten vergleichsweise dürftig war. Zum Bereich Hydrologie, welcher im Rahmen der Geschiebehaushaltstudie hauptsächlich vom Büro Kissling & Zbinden behandelt wird, sind fast keine konkreten Daten vorhanden. Allgemein fehlen offenbar monographische Schriften zum Untersuchungsgebiet, speziell zum Schwarzwasser.

1.2 Charakterisierung des Schwarzwassers

Das im Berner Schwarzenburgerland gelegene Schwarzwasser entspringt Quellen im Gebiet Süftenegg/Schüpfenflue auf etwa 1500 bis 1600 m ü. M. und weist eine Gesamtlänge von ca. 22 km auf. Sein Einzugsgebiet umfasst 131 km² und erstreckt sich bis auf eine maximale Höhe von 1750 m über Meer. Auf seinem meist gewundenen Lauf talwärts nimmt das Schwarzwasser insgesamt 10 grössere seitliche Zuflüsse auf (Abb. 1.2).
Aufgrund der Gefälleverhältnisse lässt sich das Schwarzwasser in zwei Hauptabschnitte gliedern: in den dem Epirhithral (Oberlauf Gebirgsbach/-fluss) zuzuordnenden Abschnitt von den Quellen bis etwa Heubach und dem Metarhithral (Mittellauf Gebirgsbach/-fluss) von Heubach bis zur Mündung in die Sense. Demgemäss werden hauptsächlich Arten der oberen und unteren Forellenregion als autochthone Fischarten angetroffen (Abb. 1.1). Gemäss Aussagen des örtlichen Fischereiaufsehers (M. Tschan) ist die Bachforelle (*Salmo trutta fario*) die häufigste Art im Schwarzwasser; daneben treten aber auch Schmerlen (*Noemacheilus barbatulus*), Groppen (*Cottus gobio*) und im untersten, sensenahen Bereich vereinzelt Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) und Barben (*Barbus barbus*) auf.

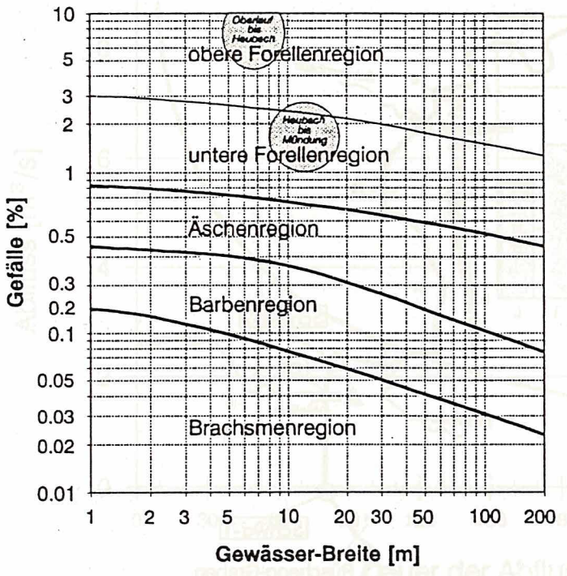


Abb. 1.1: Empirisch-theoretische Einteilung der Fischregionen am Schwarzwasser (Oberlauf bis Heubach bzw. Heubach bis zur Mündung in die Sense) aufgrund von Gefälle und Gewässerbreite (Schema modifiziert nach [HUET 1959] aus [MARRER 1984]).

Tab. 1.1: Hydrologische Kenndaten zum Schwarzwasser (Quelle: LH 1992).

Flusslänge	22.5	km
Einzugsgebietsfläche	131.1	km²
mittl. Höhe des Einzugsgebiets	946	m ü. M.
H_{Max}	1'750	m ü. M.
H_{Min}	550	m ü. M.
Abflussspende des Einzugsgebiets (1961-80)	18	l/s·km²
mittlere Jahresabflussmenge	2,4	m³/s
Abflussregime	nivo-pluvial préalpin	

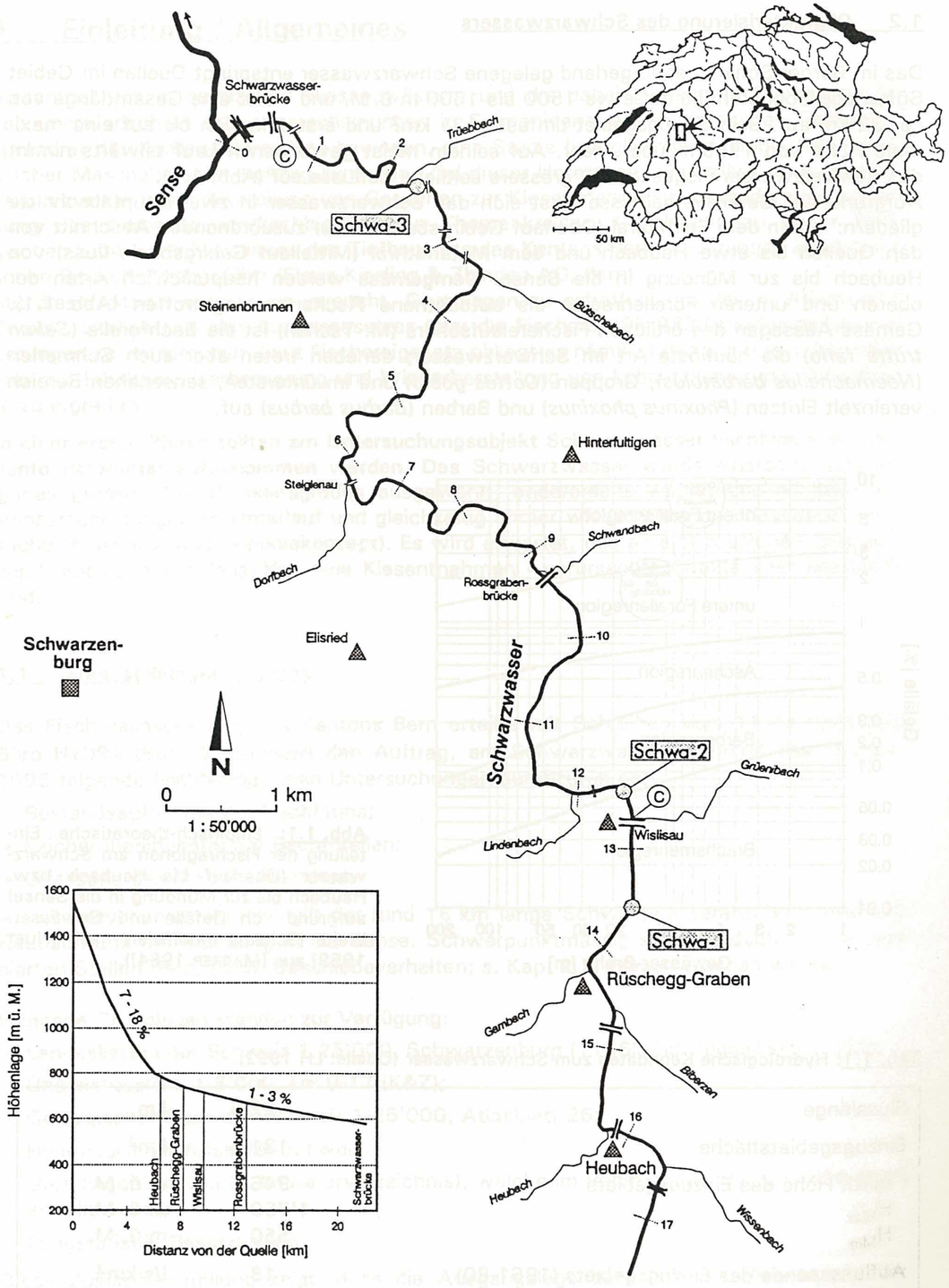


Abb. 1.2: **Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets (Rahmen mit Pfeil in CH-Karte)**; die Oberläufe des Schwarzwassers und seiner Seitenbäche sind nicht dargestellt. Eingezeichnet sind die Flusskilometer (km 0 bei der Mündung in die Sense), die Probestellen Schwa-1 bis Schwa-3 und die Wasserchemie-Messstellen (©) des GSA des Kantons Bern. (Grüenibach = Rohrbach).

1.2.1 Hydrologie

Gemäss hydrologischem Atlas (LH 1992) weist das Schwarzwasser ein präalpines nivopluviales Abflussregime auf, mit Hauptabflussmengen im Frühling (Aschwanden & Weingartner 1985). Konkrete hydrologische Kenndaten (Abflussmengen, Abflussganglinien etc.) sind für das Schwarzwasser bisher nicht erfasst worden. Anhand einiger Angaben des hydrologischen Atlasses der Schweiz konnten jedoch abflusscharakterisierende Werte rekonstruiert werden, welche in Abbildung 1.3 grafisch aufgearbeitet wurden.
Das Abflussregime des Schwarzwassers wird von keinen Wassernutzungen beeinflusst. Angaben zu Abflussspitzen liegen keine vor; diesbezügliche Abklärungen (Hochwasserabschätzungen aufgrund von Angaben örtlicher Schwellenmeister) werden vom Ingenieurbüro Kissling & Zbinden vorgenommen.
Anregung: Die Installation eines fixen Pegels mit grober Eichung (z.B. bei der Strassenbrücke in Wislisau, resp. der alten Schwarzwasserbrücke) könnte für die Zukunft wertvolle Informationen bzgl. der Hochwasserdynamik des Schwarzwassers liefern.

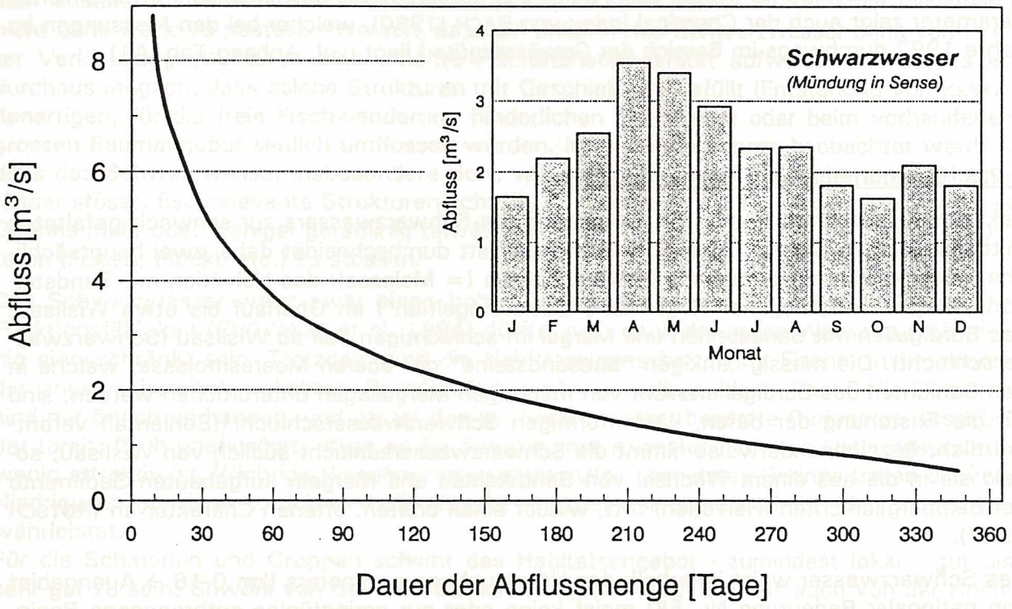


Abb. 1.3: **Abflusscharakteristik des Schwarzwassers**; mittlerer Monatsabfluss (kleine Grafik) berechnet aus den Pardé-Koeffizienten der Sense-Messstation "Thörishaus" und den abgeschätzten Gebiets-Abflussspenden gemäss Hydrologischem Atlas der Schweiz (LH 1992), bzw. ungefähre Dauerlinie gemäss Sense-Messstation "Thörishaus" (Sense-Werte multipliziert mit Faktor 0.276 [≙ mittl. Jahresabfluss Schwarzwasser + mittl. Jahresabfluss Sense]; Daten: Hydrol. Jahrbuch der Schweiz).

1.2.2 Wasserqualität

Die Wasserqualität des Schwarzwassers ist für die aktuelle Situation relativ gut dokumentiert. Sowohl das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern (OCHSENBEIN et al. 1995) als auch das Büro AQUAPLUS (1994) führten im Rahmen des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) im Jahre 1992 Untersuchungen am Schwarzwasser durch.

Die chemisch-physikalische Bestandsaufnahme durch das GSA (s. Anhang-Tab. A1), zeigte, dass das Schwarzwasser die Qualitätsziele für die Parameter Ammonium, Nitrit und Nitrat an den beiden Probestellen gut erfüllt. Gemäss EDI (1982) liegen dabei die Stickstoff- und Phosphatparameter im als unbelastet zu bezeichnenden Wertebereich. Einzig die gegenüber Hintergrundwerten erhöhten Nitratkonzentrationen weisen auf Stickstoffeinträge aus dem diffusen Bereich (Auswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Flächen) hin (OCHSENBEIN et al. 1995). Die tiefen Nitritkonzentrationen stellen in keiner Weise eine Gefährdung der Gewässerfauna dar. Einzig die DOC-Konzentrationen liegen im deutlich belasteten Bereich (DOC-Qualitätsziel = 2 mg C/l), wobei unter Berücksichtigung der tiefen anderen Belastungsparameter eine massive Beeinflussung des Schwarzwassers durch häusliche Abwässer ausgeschlossen werden kann. Das heisst, dass diese organischen Substanzen vorwiegend natürlichen Ursprungs sind (Abschwemmungen aus Waldgebieten und Weideland, Abbauvorgänge von Fallaub auf der Gewässersohle, Abbauprodukte von Algen, etc.).

Die Gewässergütebestimmung aufgrund von Wasserwirbellosen (Saprobienindex) bzw. Kieselalgen zeigte, dass das Schwarzwasser als sehr gering (Gewässergüte I) bis mässig belastet (II) einzustufen ist (AQUAPLUS 1994). Die Entsprechung der chemisch-physikalischen Parameter zeigt auch der Chemical Index von BACH (1980), welcher bei den Messungen im Jahre 1992 durchwegs im Bereich der Gewässergüte I liegt (vgl. Anhang-Tab. A1).

1.2.3 Geomorphologie / Habitatsstrukturen

Tektonisch betrachtet gehört die Umgebung des Schwarzwassers zur schwach gefalteten mittelländischen Molasse. Das Schwarzwasserbett durchschneidet dabei zwei hauptsächliche, dem Miozän zuzuordnende Tertiärschichten (= Molasse): das Helvétien mit Sandsteinen, Mergel und polygener Nagelfluh ("Quarzitnagelfluh") im Oberlauf bis etwa Wislisau, das Burdigalien mit Sandsteinen und Mergel im schluchtigen Teil ab Wislisau (Schwarzwasserschlucht). Die massig-bankigen "Bausandsteine" der oberen Meeresmolasse, welche in den Schichten des Burdigalien nicht von mächtigen Mergellagen unterbrochen werden, sind für die Enstehung der tiefen, kastenförmigen Schwarzwasserschlucht (Sohlental) verantwortlich. Bezeichnenderweise nimmt die Schwarzwasserschlucht südlich von Wislisau, sobald sie in die aus einem Wechsel von Sandsteinen und Mergeln aufgebauten Sedimente der Belpbergschichten (Helvétien) tritt, wieder einen breiten, offenen Charakter an (RUTSCH 1967).

Das Schwarzwasser weist innerhalb des Untersuchungsperimeters (km 0-16 → Auengebiet von nationaler Bedeutung Nr. 58) meist keine oder nur geringfügige anthropogene Beeinflussungen auf. Ist im untersten Abschnitt von der alten Schwarzwasserbrücke bis etwa zum km 3,5 eine gewisse Beeinflussung durch landwirtschaftliche Nutzung eines Teils der Alluvionen vorhanden, sind in den oberhalb anschliessenden Flusskilometern bis zur Mündung des Lindenbachs (km 12) nur lokal begrenzte Beeinflussungsmomente vorhanden. Zu diesen gehören einzelne kurze Abschnitte mit verbauten Ufern (meistens im Bereich von Brücken angelegte Ufersicherungen mit längsverlegten Rundhölzern) oder die landwirtschaftliche Nutzung der Steiglenau zwischen km 6.2 und 6.9. Insgesamt sind auf den untersten 12 Schwarzwasser-Kilometern nur knapp 3% der Ufer verbaut; anthropogene Querbauwerke fehlen bis auf die Blockrampe unterhalb der alten Schwarzwasserbrücke. Der ökomorphologische Zustand auf diesem Abschnitt ist somit ausgesprochen gut.
Das Schwarzwasser kann im Bereich der Schwarzwasserschlucht einen durchschnittlich rund 100 m breiten Talboden zur freien Laufentwicklung benützen. Wie bereits oben angetönt, wird dem Schwarzwasser diese "gestalterische Freiheit" auf den untersten 3,5 km durch menschliche Zonennutzung mehrheitlich entzogen. Durch das Entfernen von Schwemmholz wird dem Fluss überdies in diesem - und wohl auch in oberhalb liegenden -

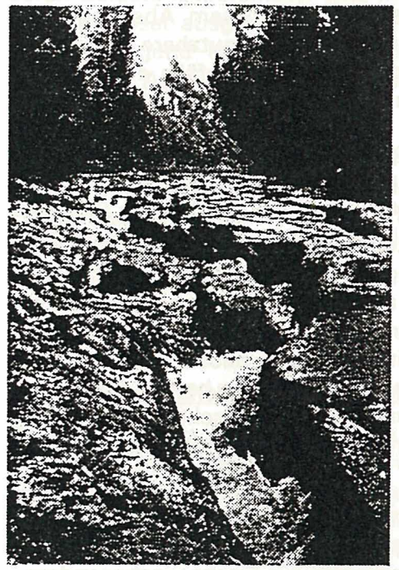
Abschnitt(en) aus Hochwasserschutzgründen ein wichtiges Gestaltungselement entzogen. Dieser unterste Abschnitt kennzeichnet sich in der Folge auch durch relativ häufige Erosionserscheinungen der Sohle, indem das Wasser stellenweise über den blanken Sandstein fliesst und lokal durch den ungleichmässigen Abtrag der Sandsteinschichten sogar kleinere Schwellen (für Groppen und Schmerlen bei Niedrigwasser z.T. nicht überwindbar) entstehen. Inwieweit für diese Situation der Abbau von Kies in oberhalb liegenden Schwarzwasserabschnitten verantwortlich ist, muss im Rahmen des Ingenieurteils der Geschiebehaushaltstudie zu beantworten versucht werden.
Der Mittellauf des Schwarzwassers, von Wislisau bis Heubach (km 12 bis 16), ist nun klar dem Siedlungsdruck unterworfen. Hochwasserdämme zum Schutze der Strassen prägen den Schwarzwasserverlauf. Trotzdem weist das Gerinne auch auf diesem Abschnitt ein grosses Raumangebot auf. Die durchschnittlich für die Laufentwicklung nutzbare Alluvionsfläche ist etwas schmäler als in der Schluchtstrecke und das mittlere Gefälle erhöht sich ein wenig. Auch auf diesem Abschnitt fällt auf, dass kaum Verklausungen durch Holz vorhanden sind.
Es ist schwierig, sich ein Gewässer ohne menschliche Beeinflussung vorzustellen. Auch beim Schwarzwasser, wo man streckenweise von diesem - aus ökologischer Sicht - idealen Zustand nicht allzu weit entfernt ist, fällt dies nicht leicht. So kann beispielsweise nicht ohne weiteres postuliert werden, dass ein unberührtes Schwarzwasser dank vermehrter Verklausungsstrukturen eine erhöhte Habitatsheterogenität aufweisen würde. Es ist durchaus möglich, dass solche Strukturen mit Geschiebe aufgefüllt (Entstehung von kaskadenartigen, für die freie Fischwanderung hinderlichen Strukturen) oder beim vorhandenen grossen Raumangebot seitlich umflossen würden. Im weiteren konnte beobachtet werden, dass das Schwarzwasser insbesondere dort, wo sein Lauf lateral an die harten Schluchtränder stösst, fischrelevante Strukturen schafft, im Gegensatz zu den Abschnitten, wo das Gerinne mehr oder weniger geradlinig talwärts strömt, ohne mäandrierend an härtere Strukturen (Felsen, Blöcke etc.) zu stossen.

Das Schwarzwasser weist zwar einen hohen Natürlichkeitsgrad auf und die ökologische Funktionsfähigkeit (CHOVANEC et al. 1994) dürfte auch dank der guten Wasserqualität wenig eingeschränkt sein. Trotzdem sind die Habitatseigenschaften für Fische, insbesondere die angelfischereilich beliebten Bachforellen, nicht unbedingt ideal: Pool-Riffle-Elemente sind nur örtlich vorhanden, und oft ist das bei Niedrigwasser benetzte Gerinne so ausgebildet (breit, flach überströmt), dass es für Forellen, mit Ausnahme für den Nahrungserwerb, wenig attraktiv ist. Wichtige Verzahnungselemente Ufer - benetztes Gerinne treten oft vom Niedrigwassergerinne zurück und die Beschattung ist nur auf einzelnen Abschnitten gewährleistet.
Für die Schmerlen und Groppen scheint das Habitatsangebot - zumindest lokal - gut bis sehr gut zu sein. Sowohl von der Substratsortierung her (Kap. 3.3) als auch von der Hochwasserfrequenz (eher seltene Katastrophenereignisse) und den zur Abdämpfung der Auswirkungen günstigen Systemeigenschaften (breites Gerinne) bietet das Schwarzwasser diesen zwei Fischarten wertvollen Lebensraum.

Erwähnenswert ist die Tatsache, dass die Durchgängigkeit des Schwarzwassers für die freie Fischwanderung praktisch durchwegs gegeben ist. Ebenfalls sind die seitlichen Zuflüsse - zumindest im Nahbereich des Schwarzwassers - mehrheitlich ohne Aufstiegshindernisse. Der Trüebbach mit einer kleinen Schwelle (30 cm bei Niedrigwasserstand im Schwarzwasser), der Gambach mit einer Abfolge von für Forellen problemlos überwindbaren Schwellen und der Lindenbach mit einem Migrationshindernis wenige hundert Meter oberhalb der Mündung bilden davon eine Ausnahme.
Weniger gut sieht die Situation für aus der Sense in das Schwarzwasser aufsteigende Fische aus. Die Blockrampe 400 m oberhalb der Mündung stellt dabei kein eigentliches Migrationshindernis für aufsteigende Fische dar (evtl. für Kleinfische: Schmerlen, Groppen, Elritzen), die 100 m weiter oben liegende Sandsteinstruktur unter der alten Schwarzwas-

serbrücke (s. Foto 1.1) ist im heutigen Zustand wohl ein absolutes Aufstiegshindernis für alle Fischarten.

Das Substrat des Schwarzwassers weist einen relativ hohen Feinmaterialanteil (Sand) auf, ist jedoch sehr heterogen, mit vielen groben Fraktionen (Steine, Blöcke). Korngrössen im Bereich 5-20 cm überwiegen im Decksubstrat (vgl. Kap. 3.3); kiesige Fraktionen sind eher selten. Inwieweit selektive Kiesentnahmen (v.a. Feinkies und Kies bis max. Korngrösse 8 cm) für ein Defizit der kiesigen Fraktionen verantwortlich sind, wird im Rahmen des Ingenieurteils der Geschiebehaushaltstudie zu beantworten versucht.



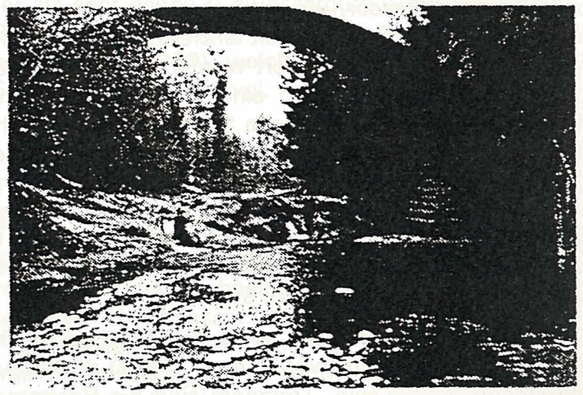


Foto 1.1: Die ausgewaschene Sandsteinsohle von der alten Schwarzwasserbrücke an aufwärts (links) bildet Schussrinnen und einen eigentlichen Überfall unmittelbar unter der Brücke (unten). *Foto: St. Gerster*

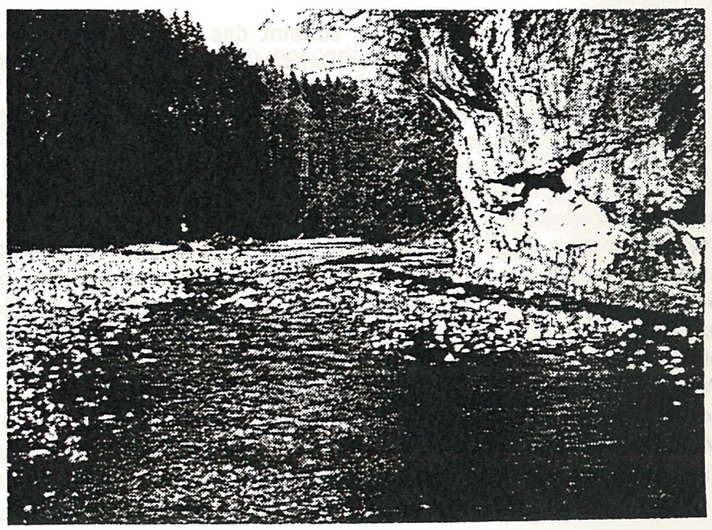


Foto 1.2: Typische Schwarzwasserlandschaft beim km 10,7 im Abschnitt zwischen Rossgrabenbrücke (km 9,3) und Lindenbach (km 12,0). Der relativ breit-flach überströmte benetzte Gerinnebereich stösst ab und zu an die lateralen Gerinnebegrenzungen aus massigem Sandstein. *Foto: St. Gerster*

1.2.4 Fischereiliche Bewirtschaftung

Gewässerabschnitt

Der in der Berner Fangstatistik erfasste Schwarzwasser-Abschnitt erstreckt sich von der Mündung des Wissenbachs (km 16,4) oberhalb Heubach bis zur Mündung des Schwarzwassers in die Sense (km 0). Die umfangreichen Vermessungsarbeiten durch das Fischereiinspektorat ergaben für diese Strecke (inkl. Schonstrecke; s. unten) eine Fläche von rund 18,8 ha, bzw. von cà. 15,8 ha, wenn zur Berechnung der produktiven Fläche die Flussbreiten grösser 8 m nur zur Hälfte berücksichtigt werden. Eine einfache Hochrechnung der in der vorliegenden Arbeit verwendeten Flächen bzw. Strecken der drei Probestellen (Schwa-1 bis Schwa-3; vgl. Kap. 2.2) auf die Gesamtstrecke von 16,4 km ergibt die Gesamtfläche von rund 16,8 ha. Diese Zahl korrespondiert sehr gut mit der Angabe des Kantons. Bei Berücksichtigung der ziemlich variablen Gerinneausbildung, welche sich zusammen mit der jeweiligen Abflusssituation auf die benetzte Wasserfläche auswirkt, sind diese Flächenangaben ohnehin mit einem relativ grossen Streuungsbereich zu versehen.

Schonbestimmungen

Für die Bachforellen des Schwarzwassers gilt das kantonale Fangmindestmass von 24 cm und die Schonzeit dauert vom 1. Oktober bis zum 15. März (inkl.). Auf der rund 1,2 km langen Schonstrecke zwischen Mündung Trüebbach (SW-km 2,2) und Mündung Bütschelbach (SW-km 3,45) ist die Fischerei nicht erlaubt. Dieses Schongebiet wird jedoch mit Inkrafttreten des neuen kantonalen Fischereigesetzes am 1.1.1996 aufgehoben.

Fangstatistik

Seit 1989 erfasst der Kanton Bern die Fangerträge aller Patentgewässer auf Kantonsgebiet. In Tabelle 1.2 sind die Erträge des Schwarzwassers aufgeführt; zusätzlich ist ein Mass für die Befischungsintensität angegeben, welches sich auf die Gesamtzahl der Befischungstage bezieht (Leergänge nicht berücksichtigt!).
Ein Vergleich mit den anderen Fischgewässern des Kantons Bern zeigt, dass das Schwarzwasser nur eine geringe **Befischungsintensität** aufweist. Wird jedoch die Tatsache berücksichtigt, dass die Zugänglichkeit nur punktuell (z.B. Abschnitt Heubach bis Wislisau, Rossgrabenbrücke, Steiglenau [zu Fuss], Schwarzwasserbrücke) gut ist, muss wohl von einer mittleren Befischungsintensität ausgegangen werden.
Die in Tabelle 1.2 aufgeführten Fangerträge zeigen die Dominanz der Bachforellen; die weiteren im Schwarzwasser häufigen Arten (Schmerle, Groppe) sind angelfischereilich nicht interessant. Weiter ist ersichtlich, dass die Fangerträge der Bachforellen in den bisher er-

Tab. 1.2: **Fangerträge im Schwarzwasser in den Jahren 1989-94** (Daten: FI Bern).

	Fangertrag [kg]				Befischungsintensität
Jahr	Bachforelle	Äsche	Übrige	Total	[Tage mit Fang]
1989	235.90	0.28	1.55	237.73	546
1990	163.60	0	5.08	168.68	456
1991	132.00	0	0.44	132.44	286
1992	183.64	0	4.50	188.14	472
1993	288.83	0	0.98	289.81	677
1994	110.11	0	0.76	110.87	326
Mittel	185.68	0.05	2.22	187.95	461
pro ha	**11.72**	**0.00**	**0.14**	**11.87**	**29**

Übrige: Regenbogenforelle, Barbe, Alet

fassten Fangjahren recht stark schwanken (s. auch Abb. 1.4). Aufgrund der kurzen Zeitreihen lassen sich aber noch kaum Aussagen zu zyklischen Bestandsschwankungen machen; auch ist ein Zusammenhang zwischen Elterntierdichte (entsprechend viel oder wenig Ertrag) und den daraus hervorgehenden Besatzfischen (viel oder wenig Elterntiere während Laichfischfang) momentan nicht nachweisbar (s. unten).
Aufgrund der in den Jahren 1989 bis 1994 erzielten Jahreshektarerträge ($\bar{x}$ = 11,9 kg/ha; min. 7,0 kg/ha, max. 18,3 kg/ha) muss das Schwarzwasser als relativ ertragarmes Gewässer bezeichnet werden. Es ist bisher nicht bekannt, inwieweit diese niedrige Produktivität des Schwarzwassers eine Folge der abiotischen Gegebenheiten ist (vgl. Kap. 1.2.3) und wie gross der Erfolg von Bewirtschaftungsmassnahmen demnach überhaupt sein kann (ZALEWSKI & NAIMAN 1984, in PETER 1987).

Besatz

Im Schwarzwasser werden regelmässig Bachforellen eingesetzt, welche in der Regel von Elterntieren aus dem Schwarzwasser abstammen. Das aus Laichfischfängen (vgl. Kap. 3.3) gewonnene Eimaterial wird in den kantonalen Fischzuchten Reutigen bzw. Sangerenboden aufgelegt und zu Brutfischen bzw. Vorsömmerlingen aufgezogen. Ein Teil des Besatzmaterials wird zudem vom SFV Schwarzenburg und Umgebung in ihren Aufzuchtbächen aufgezogen und erst als Sömmerlinge oder Jährlinge ins Schwarzwasser eingesetzt.
Die Zusammenstellung des Bachforellenbesatzes der letzten zehn Jahre (Tab. 1.3) respektive die graphische Darstellung (Abb. 1.4) zeigen einen deutlichen Niveauunterschied zwischen den Besatzjahrgängen vor 1989 und ab 1991. Für diesen Effekt ist einerseits der mangelhafte Erfolg bei den Schwarzwasser-Laichfischfängen der letzten paar Jahre verantwortlich, dann aber auch Besatzplanänderungen mit Verschiebungen von älteren Besatzfischstadien (≥ Sömmerlinge) zu jüngeren (Brut und Vorsömmerlinge).
Die in Abbildung 1.4 gezeichnete Gegenüberstellung von Besatz und Fang bietet aufgrund der kurzen Zeitreihe noch kaum Interpretationsmöglichkeiten. Es wird jedoch postuliert, dass mit dem reduzierten Besatz noch kaum Ertragsrückgänge auftreten werden. Diese These basiert auf den Grundlagen zu den Ertragsberechnungen in ROTH & STAUB (1985),

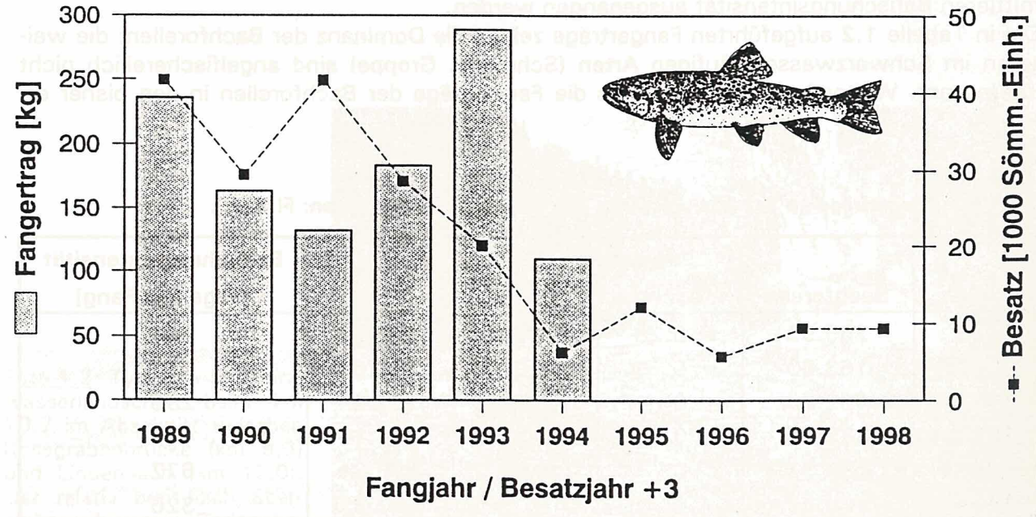


Abb. 1.4: **Besatz mit Bachforellen vs. Fang im Schwarzwasser.** Die Werte des Besatzes sind um drei Jahre verschoben zum Fang aufgetragen unter der bisher nicht verifizierten Annahme, dass der Hauptteil des Fanges aus 3+-Bachforellen besteht.

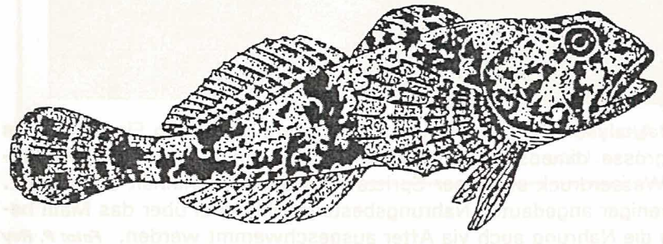
Tab. 1.3: Bachforellen-Besatz im Schwarzwasser in den Jahren 1986-95 (Daten: FI Bern).

Jahr	Anzahl Besatzfische				Total	pro Fläche
	Brut [1)]	Vorsömm. [2)]	Sömm. [3)]	≥ Alter 1+ [3)]	[Sömm.-Einh.]	[Sömm.-Einh./ha]
1986	33000	11000	16498	12076	41575	2625
1987	32500	30000	941	10118	29358	1853
1988	39400	0	22382	10139	41531	2622
1989	39500	10000	5627	10401	28509	1800
1990	50600	10000	11273	239	20022	1264
1991	5000	6000	3612	73	6220	393
1992	23000	10000	6438	0	12068	762
1993	10000	6000	2058	412	5674	358
1994	23000	18000	1045	0	9339	590
1995	20000	16000	1677	209	9319	588
Mittel	27600	11700	7764	4367	20361	1285

Umrechnung in Sömm.-Einheiten:
Brut : x 0.1
Vorsömm. : x 0.33
≥ Alter 1+ : x 1.5

Herkunft des Besatzes:
1) Kantonale Fischzucht Sangerenboden
2) Kantonale Fischzucht Reutigen
3) Eier v. Kanton; Aufzucht durch SFV Schwarzenburg u. Umg. in verschiedenen Aufzuchtbächen in der Region Schwarzenburg-Schwarzwasser.

wo zum Aufbau einer Fischbiomasse von 100 kg/ha unter Annahme von mittlerem Wachstum und Befischungsintensität ein jährlicher Besatz von 1470 Sömm./ha benötigt wird. Bezogen auf die Besatzzahlen im Schwarzwasser ergeben sich (theoretisch) Fischbiomassen von 150 kg/ha für die Besatzjahre 1986-89 bzw. 37 kg/ha für die Jahre 1991-1995. Wird mit der Faustregel von einem Drittel für den Fangertrag verfügbarer Fischbiomasse gerechnet, ergeben sich entsprechende Erträge von 50 kg/ha bzw. 12 kg/ha. Diese Zahlen sind zwar rein theoretisch, vermitteln aber dennoch gewisse Zusammenhänge der Besatzmassnahmen. Im Vergleich mit den in den Kapiteln 3.1.2 und 3.1.3 angestellten Produktivitätsabschätzungen zeigt sich nämlich, dass der reduzierte Besatz seit 1991 in etwa adäquat zu den Produktionsmöglichkeiten des Schwarzwassers ist. Generell darf jedoch nicht vernachlässigt werden, dass auch die Naturverlaichung einen gewissen Beitrag zur produzierten Fischbiomasse leistet.



Groppe (*Cottus gobio*)

2 Untersuchungen

2.1 Untersuchungsprogramm / Methoden

Eine Übersicht zu den Untersuchungsinhalten und den verwendeten Methoden gibt Tabelle 2.1.



Foto: 2.1: **Methode zur quantitativen Bestimmung des Decksubstrats** nach BAIN et al. 1985. Entlang einer quer zur Fliessrichtung exponierten 2 m langen Schnur, welche durch abwechselnde Farbgebung in 10 cm-Abschnitte unterteilt ist, wird für jeden 10 cm-Abschnitt die sich unter der Schnur befindende dominierende Korngrösse notiert. Basierend auf den 20 Messwerten (Codierung s. Tab. 3.4) lassen sich Mittelwert und Streuung der Probestelle berechnen, wobei der Mittelwert einen Anhaltspunkt zur Feinheit des Decksubstrats gibt, die Streuung hingegen zur Homo- bzw. Heterogenität des Substrat an der betreffenden Probestelle.
Diese Methode findet insbesondere auch Anwendung in der Mikrohabitatsanalyse.

Foto: St. Gerster

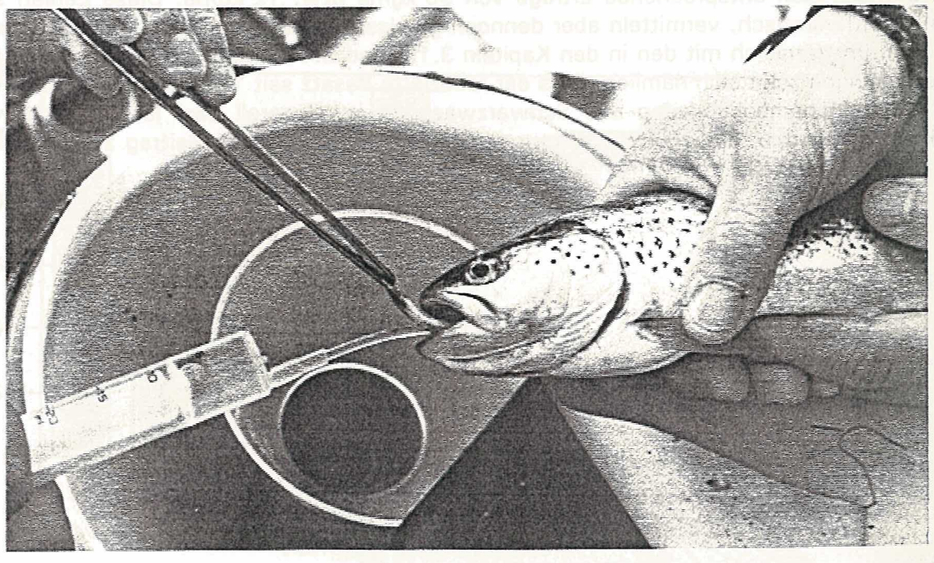


Foto: 2.2: **Schonende Methode zur Analyse des Magen-Darm-Inhalts.** Dem betäubten Fisch wird via Maul ein entsprechend der Fischgrösse dimensioniertes Silikonschläuchlein in den Magen-Darm-Trakt eingeführt. Durch dosierten Wasserdruck aus einer Spritze wird der Mageninhalt ausgespült. Salmoniden geben die mehr oder weniger angedauten Nahrungsbestandteile dabei über das Maul heraus, bei gewissen Cypriniden kann die Nahrung auch via After ausgeschwemmt werden. *Foto: P. Rey*

Tab. 2.1: Inhalte der Felduntersuchungen am Schwarzwasser im Jahre 1995, angewendete Methoden und Datum der Untersuchungen.

Untersuchungsinhalt	Methode	Datum
Morphologie, Substrat		
• Visuelle Beurteilung morphologischer Strukturgegebenheiten.	• Begehung des ganzen Schwarzwassers im Untersuchungsperimeter; Protokolle, Fotodokumentation.	• 6.-9. Nov. 1995 • 30. Nov. 1995
Makrozoobenthos		
• Erfassung der Benthosbesiedlung an den drei Probestellen Schwa-1, Schwa-2 und Schwa-3.	• Quantitative Probenahmen mit Surbersampler; jeweils 2 Teilproben à 0,1 m^2 (repräsentativ für vorhandene Substrat- und Strömungsverhältnisse).	• 11. Okt. 1995
Fischereiliche Bestandsaufnahmen		
• Erfassung der Fischbestände an den Probestellen Schwa-1, Schwa-2 und Schwa-3.	• Elektroabfischungen von ca. 180 m langen Abschnitten mit zwei aufeinanderfolgenden Abfischungsdurchgängen (E-Gerät: Grassl 5 kW, 400/700 V; mit 2 Anoden gefischt).	• 12. Okt. 1995
• Biometrie der erfassten Fische.	• Erfassung der Totallänge [mm] und des Totalgewichts [g] der einzelnen Fische; diese wurden dazu in Phenoxyethanol anästhesiert.	
• Markierung der erfassten Fische (Wiederfangexperiment ⇒ Standorttreue).	• Farbmarken auf verschiedene Flossen mit Hochdruckmarkiergerät (Panjet) und der Farbe Alcianblau.	
• Mageninhaltsanalysen; Erfassung der Nahrungsnutzung.	• Magenspülungen mittels Spritzen und Silikonschläuchlein, welche bei den anästhesierten Fischen durch den Mund in den Magen-Darmtrakt eingeführt werden.	
• Begleitung des Laichfischfangs 1995 zwischen SW-km 9,4 und 14.	• Protokollieren der Anzahl und ungefähren Grössen der elektrofischereilich erfassten Bachforellen.	• 2. Nov. 1995
Forellenlaichgruben-Inventar		
• Erfassung der Bachforellen-Laichgruben.	• Begehung des ganzen Schwarzwassers im Untersuchungsperimeter; Protokolle, Fotodokumentation. • Messen charakterisierender Faktoren: Fliessgeschwindigkeiten (Schiltknecht MiniAir® 2), Wassertiefe, Substrat, Länge-Breite der Gruben; wichtige Umgebungsfaktoren (Unterstände etc.).	• 6.-9. Nov. 1995 • 30. Nov. 1995 (stichprobenartige Nachkontrolle; total 5 km)

2.2 Probenahmestellen

Grundsätzlich sollten die Schwarzwasserprobestellen nach hydraulischen Gesichtspunkten ausgewählt werden, wobei im Vordergrund stand, hydrobiologische Beurteilungen verschiedener Sohlenauflagen bezüglich Lebensraumeigenschaften bzw. Lebensgemeinschaften anstellen zu können. Im Untersuchungsperimeter wurden deshalb folgende drei Probestellen definiert:

Schwa-1: in einem Abschnitt mit **Auflandungstendenz/-erscheinungen** über einen längeren Zeitraum betrachtet);

Schwa-2: in einem Abschnitt, dessen **Sohlenlage** sich **im Gleichgewicht** befindet über einen längeren Zeitraum betrachtet (Umlagerungsstrecke);

Schwa-3: in einem Abschnitt mit **Erosionstendenz/-erscheinungen** über längeren Zeitraum.

Die Auswahl der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Probestellen (vgl. Abb. 1.2) erfolgte mit Hilfe des örtlichen Fischereiaufsehers und gestützt auf eine Feldbegehung. Ist für die Probestelle Schwa-1 das Kriterium der Auflandungsstrecke offensichtlich erfüllt, so sind für die zwei weiteren Probestellen die oben aufgeführten hydraulischen Kriterien nicht ohne weiteres visuell zu beurteilen. Es bleiben daher die Ergebnisse des Ingenieurteils der Geschiebehaushaltstudie abzuwarten, um definitive Aussagen zur Repräsentativität der drei Probestellen machen zu können.

Schwa-1: "auflandender Flussabschnitt" oberhalb Wislisau
Koordinaten der unteren Abfischungsgrenze: 597'675/183'375

Die oberste der drei Schwarzwasser-Probestellen liegt beim km 13,6 (Fliesskilometer bis zur Schwarzwassermündung in die Sense), zwischen Rüschegg-Graben und Wislisau. Der Schwarzwasserlauf macht hier eine leichte Linkskurve; das Flussbett ist 80-85 m breit. Das linke Ufer des Hochwasserbettes ist zum Schutz der Strasse hart verbaut (vermörtelter Blocksatz), am rechten Ufer schliesst sich ein Mischwald unmittelbar an die Uferlinie an.
Das Gelände ist terrassiert und mit kleineren und grösseren "Inseln" mit Weichholzauen (Weiden, Erlen u.a.) durchsetzt. Zwischen weniger als 10% bis maximal 20% der Alluvionsbreite sind bei Niedrigwasser benetzt, wobei geringe Wassertiefen (10-30 cm) vorherrschen. Im mittleren Abschnitt der Abfischungsstrecke (s. Foto 2.3) befindet sich eine Furkation, daran anschliessend folgt ein kleiner Pool. Der benetzte Gerinnebereich wird innerhalb der Abfischungsstrecke nirgends beschattet (→ starker Kieselalgenaufwuchs); grössere Unterstände für Fische (Holz, Blöcke) sind nur spärlich vorhanden.
Das Sohlensubstrat wird von groben Fraktionen dominiert; im benetzten Bereich sind zur Hauptsache Steine und Schotter (Grössenangaben s. Kap. 3.3) vorhanden, in unbenetzten Bereichen sind stellenweise auch grössere Sandbänke vorhanden. Die Kieslückenräume scheinen gut durchströmt zu sein, tritt an der Basis von Gefälletreppen doch Interstitialwasser wieder zutage. Innerhalb der Probestelle sind sowohl turbulente wie auch ruhig fliessende Flussabschnitte vorhanden. Die befischte Wasserfläche, welche an dieser Probestelle recht variabel sein kann, betrug für den Abfischungszeitpunkt rund 1550 m².

Schwa-2: "Flussabschnitt mit Kiessohle im Gleichgewicht" unterhalb Wislisau
Koordinaten der unteren Abfischungsgrenze: 597'600/184'375

Diese Probestelle (km 12,4) befindet sich in einer Linkskurve beim "Eingang" in die Schwarzwasserschlucht, 300 m unterhalb der Strassenbrücke bei Wislisau. Am rechten Ufer erheben sich unmittelbar die mit Bäumen und Sträuchern gut getarnten Sandsteinwände, am linken Ufer ist eine harte Verbauung (Blockwurf, z.T. mit Weiden bestockt, + 2 kleine Buhnen) das prägende Element. Dieser Hochwasserschutz soll das - ehemals zur Alluvionsebene des Schwarzwasser gehörende - angrenzende Kulturland vor Über-



Foto: 2.3: **Luftaufnahme der Probestelle Schwa-1** im Massstab von ca. 1:1500. Eingezeichnet sind die oberen (o) und unteren (u) Begrenzungen der Abfischungsstrecke.

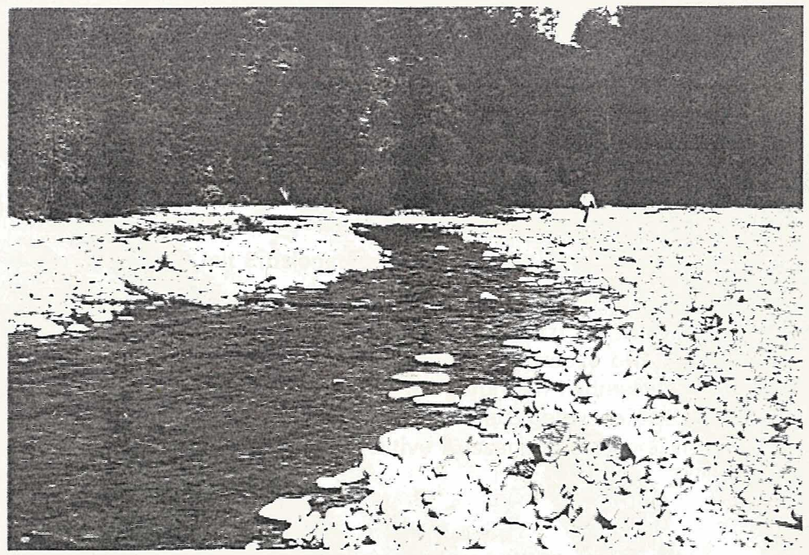


Foto: 2.4: **Probestelle Schwa-1**; Blick flussabwärts von der Mitte der Abfischstrecke aus.
Foto: St. Gerster

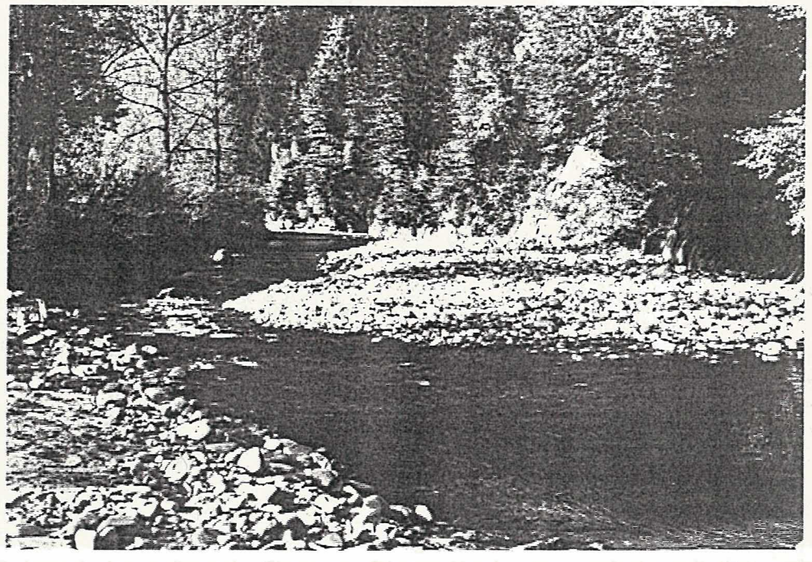


Foto: 2.5: **Probestelle Schwa-2**; Blick flussabwärts in den oberen Teil der Abfischstrecke (obere Abfischgrenze am unteren Bildrand).
Foto: St. Gerster

schwemmungen schützen. Das Gerinne weist Breiten zwischen 22 und 25 m auf, wobei der benetzte Anteil zwischen einem Drittel bis zur ganzen Breite ausmacht. Das gesamte Gefälle der Probestelle ist merklich geringer als in der oberhalb liegenden Probestelle Schwa-1.
Sowohl an der oberen Begrenzung der Abfischungsstrecke (s. Fotos 2.5 und 2.6) wie am unteren Ende befinden sich kleinere Gefälletreppen, bedingt durch lokale Geschiebeanhäufungen. Der untere Riffle-Abschnitt war am Abfischungstag, aufgrund der flachen Überströmung (tiefer Wasserstand!), für mittlere bis grössere Forellen wohl nicht überwindbar (vgl. Kap. 3.1.1). Das Habitatsangebot für Fische scheint in diesem Abschnitt dank der grösseren Gerinneheterogenität (diese Aussage bezieht sich ausdrücklich auf den benetzten Anteil), das heisst Pool-Riffle-Abfolgen, anthropogene Strukturen (Buhnen) und die gegenüber Schwa-1 verbesserte Beschattungssituation recht gut zu sein.
Das Substratangebot weist auch hier eher grobe Fraktionen auf; der Anteil der Schotterfraktion ist gegenüber Schwa-1 etwas erhöht, auch treten gewisse Anteile von Kiesfraktionen auf. Der Sandanteil ist auf diesem Abschnitt vergleichsweise sehr gering. Aufgrund der Substratbeschaffenheit und der Strömungsverhältnisse (ca. 50% der Fläche ruhig-flach überströmt) konnten in dieser Probestrecke Forellenlaichgruben erwartet werden.
Die benetzte Wasserfläche betrug zum Abfischungszeitpunkt rund 1830 m^2; im Gegensatz zu Schwa-1 ist diese Fläche hier weniger variabel und kann sich während Hochwasserbedingungen um maximal 50% erhöhen.

Schwa-3: "erodierender Flussabschnitt" von Mündung Trüebbach aufwärts
Koordinaten der unteren Abfischungsgrenze: 595'625/189'850

Diese unterste Abfischungsstrecke (km 2.3) beginnt wenige Meter oberhalb der Mündung des Trüebbachs, welcher gleichfalls die untere Begrenzung der Schonstrecke (vgl. Kap. 1.2.4) darstellt. Die obere Grenze dieser Probestelle liegt rund 20 m unterhalb des Brückleins bei km 2.44. Dieser Abschnitt hat einerseits prägende Elemente durch die Schluchtsituation, dann aber auch durch den auf den untersten Kilometern des Schwarzwassers sich manifestierenden Siedlungsdruck (vgl. Kap. 1.2.3). Das Gerinne ist - ohne Verwendung unnatürlicher Ufer-Befestigungselemente (!) - auf eine mittlere Breite von rund 15 m fixiert; die ehemalige Alluvionsebene durch eine Agrarlandschaft abgelöst worden.
Der obere Drittel der Abfischungsstrecke ist auf seiner ganzen Breite flach überströmt; das Substrat ist hier - trotz nicht allzu hohem Gefälle - recht grob (Steine dominant) und nur in den obersten 5-10 cm locker (darunter Sandeinlagerungen → Kolmationstendenz). Die Ufer weisen in diesem oberen Teil eine gute Verzahnung auf, die angrenzende Vegetation bietet gute Unterstände im ufernahen Bereich. Das mittlere Drittel der Abfischungsstrecke wird durch eine relativ schmale Riffle-Situation charakterisiert; hier stösst der Fluss in einer Rechtskurve an die linksufrigen Sandsteinwände (Prallhang). Anschliessend an diesen Riffle folgt ein langgezogener Pool (max. 1 m tief), wo sich auf dem blanken Sandsteinfundament Sand ablagert. Im Auslauf des Pools befindet sich ein flach überströmter Abschnitt, wo sich lockere Kies-Schotter-Fraktionen ablagern. Genau vor der Mündung des Trüebbachs (bereits ausserhalb der Abfischungsstrecke) befindet sich somit eine kleinräumig (ca. 20-30 m) geeignete Fläche für Bachforellen-Laichgruben.
Die Beschreibung dieser Abfischungsstrecke zeigt, dass sie bezüglich Gerinnemorphologie die heterogenste der drei Probestellen ist. Insbesondere die Unterstandssituation für Fische ist vergleichsweise gut, nicht nur für Bachforellen (überhängende Ufervegetation, Kolke) sondern auch für Schmerlen und Groppen, welche auf diesem Abschnitt die für sie verbindlichen Substratsortierungen (s. BLESS 1982, 1985) vorfinden und innerhalb der groben - etwas kolmatierten - Substrate im oberen Streckenabschnitt günstige Refugien in Hochwassersituationen besitzen.
Die benetzte Wasserfläche der Abfischungsstrecke betrug zum Abfischungszeitpunkt etwa 2160 m^2 und wird auch hier bei höheren Wasserständen nur um maximal 30-40% vergrössert.

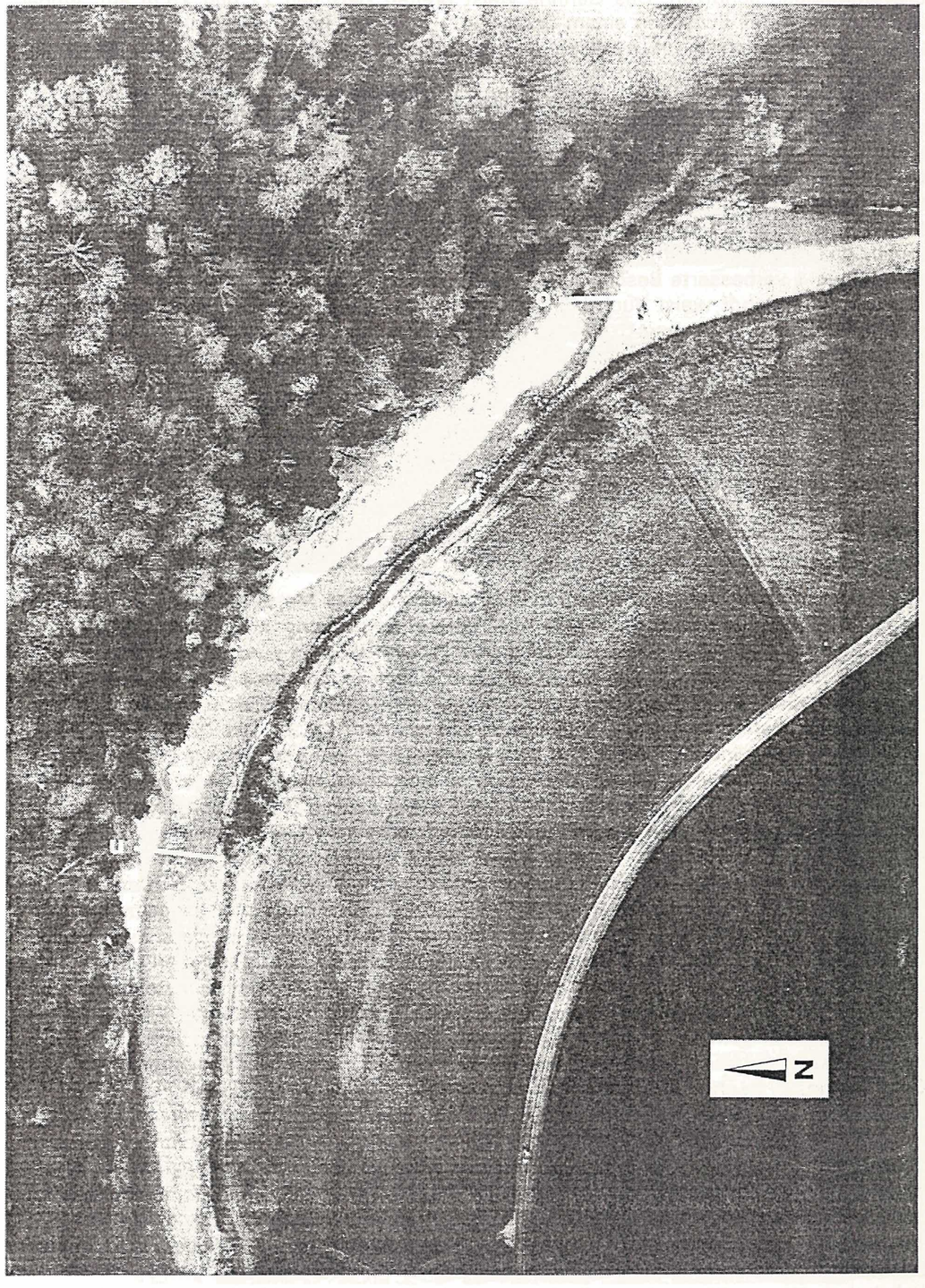


Foto: 2.6: **Luftaufnahme der Probestelle Schwa-2** im Massstab von ca. 1:1500. Eingezeichnet sind die oberen (o) und unteren (u) Begrenzungen der Abfischungsstrecke.

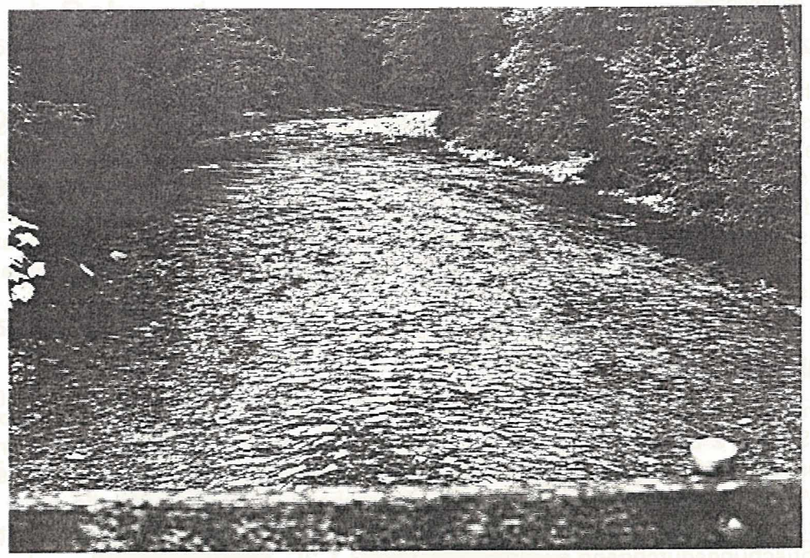


Foto: 2.7: **Probestelle Schwa-3**; Blick vom Brücklein nahe der oberen Abfischgrenze flussabwärts in die Abfischstrecke. *Foto: St. Gerster*

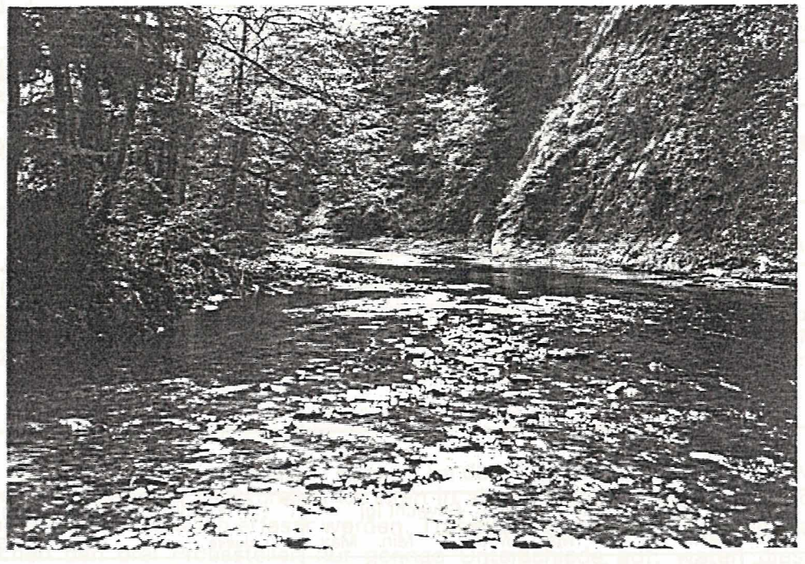


Foto: 2.8: **Probestelle Schwa-3**; Blick flussaufwärts im untersten Drittel der Abfischstrecke. Am rechten Bildrand bildet der Sandsteinfelsen das Prallufer, davor liegt ein langezogener Pool.
Foto: St. Gerster

3 Ergebnisse

3.1 Fischfauna

Die Ausführungen der folgenden Kapitel beziehen sich schwergewichtig auf die Bachforellen. Dies soll jedoch keinesfalls als Geringschätzung der andern bei den Bestandsaufnahmen vorgefundenen Arten verstanden werden. Da jedoch autökologische Aspekte dieser Arten - Groppen und Schmerlen - nur mit spezifischen Methoden untersucht werden können, sind die Aussagemöglichkeiten bei der vorliegenden Arbeit relativ eingeschränkt.
Als zweites muss vorangesetzt werden, dass es sich bei den Ergebnissen der Bachforellenpopulation um einen "Jahresendwert" handelt, der nicht unwesentlich von der vorangegangenen Befischungsperiode beeinflusst wurde.

3.1.1 Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahmen vom 12. Oktober 1995 an den drei Schwarzwasser-Probestellen Schwa-1, Schwa-2 und Schwa-3 (Lage s. Abb. 1.2) konnten unter optimalen Bedingungen (Niedrigwasser, sehr gute Sicht ins Wasser), auch personeller Art (2 Anodenteams gleichzeitig am Werk), durchgeführt werden. Dementsprechend verlässlich sind die dabei erhaltenen Resultate, was sich auch in den starken Abnahmen der Fangzahlen vom ersten zum zweiten Abfischungsdurchgang ausdrückt (s. Kap. 3.1.2).
Eine Gesamtübersicht der Abfischungsresultate an den drei Probestellen gibt Tabelle 3.1; für eine detaillierte Wiedergabe der Abfischungsresultate wird auf die Urlisten im Anhang (A5-12) verwiesen.

Tab. 3.1: **Fischbestandserhebungen an den Schwarzwasserprobestellen Schwa-1 bis Schwa-3 am 12. Oktober 1995**; Zusammenstellung der biometrischen Kenndaten.

Schwa-1 (Abfischstrecke: ca. 180 m, 1'550 m² benetzte Wasserfläche)

		Totallänge [cm]			Gewicht [g]			Konditions-Index (Fulton)			
Fischart	N	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max	Gr.klasse	n	Mittel	Std.abw.
Bachforelle	82	13.4	6.4	24.9	34.1	3	185	16,1-24 cm	22	1.077 ±	0.069
Groppe	2	13.1	11.9	14.2	27.0	21	33	> 10 cm	2	1.199	
Schmerle	13	10.8	4.8	13.0	11.6	1	17	> 10 cm	12	0.861 ±	0.103

Schwa-2 (Abfischstrecke: ca. 180 m, 1'830 m² benetzte Wasserfläche)

		Totallänge [cm]			Gewicht [g]			Konditions-Index (Fulton)			
Fischart	N	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max	Gr.klasse	n	Mittel	Std.abw.
Bachforelle	210	13.7	6.6	27.2	38.4	3	211	16,1-24 cm	67	1.045 ±	0.072
Groppe	1	14.2		-	32.0		-	> 10 cm	1	1.118	
Schmerle	20	10.8	8.6	13.6	10.8	6	24	> 10 cm	15	0.810 ±	0.067

Schwa-3 (Abfischstrecke: ca. 180 m, 2'160 m² benetzte Wasserfläche)

		Totallänge [cm]			Gewicht [g]			Konditions-Index (Fulton)			
Fischart	N	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max	Gr.klasse	n	Mittel	Std.abw.
Bachforelle	56	20.2	10.3	32.1	108.0	10	366	16,1-24 cm	32	1.096 ±	0.074
Groppe	33	12.4	6.5	14.1	27.5	4	48	> 10 cm	32	1.403 ±	0.179
Schmerle	26	9.4	4.3	12.1	7.2	1	15	> 10 cm	5	0.808 ±	0.042

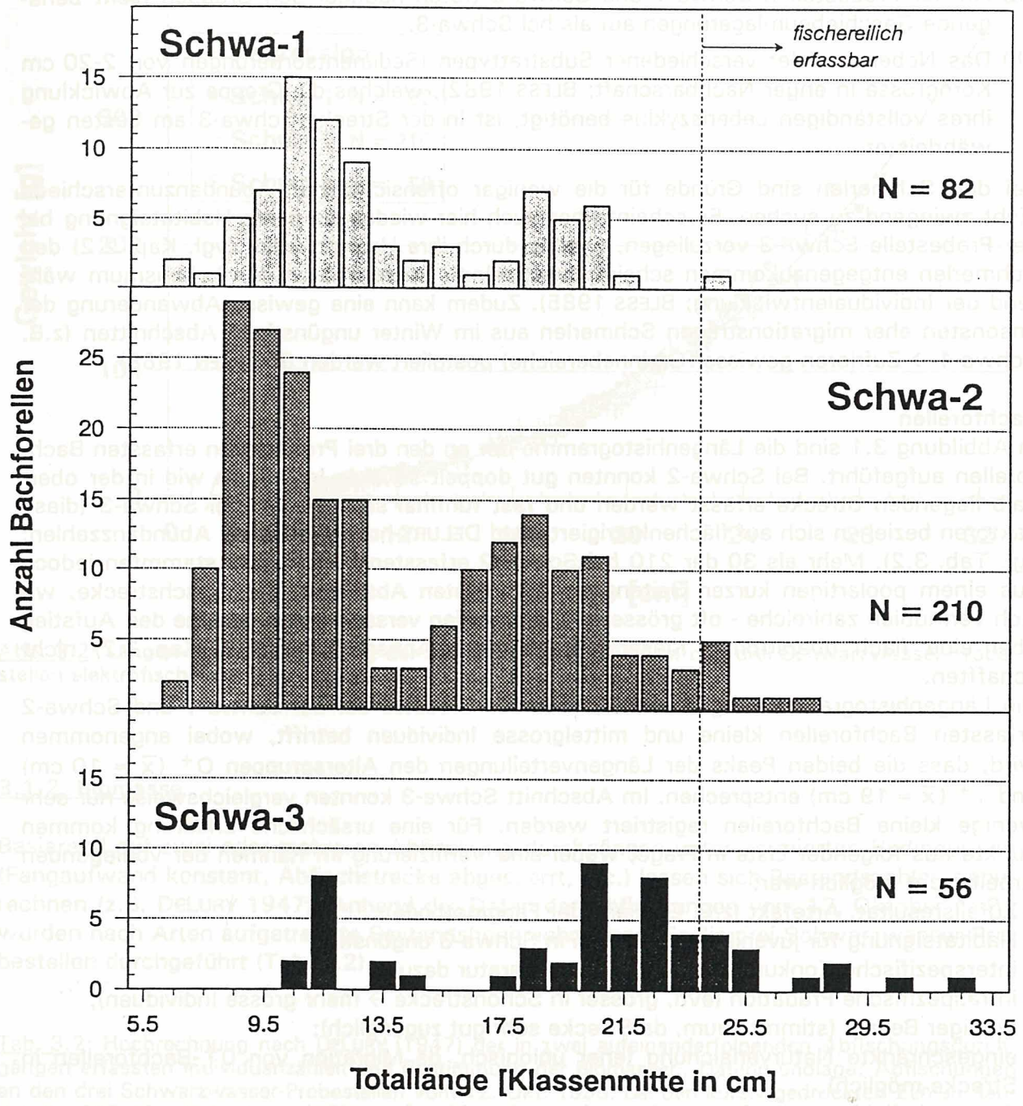


Abb. 3.1: **Längenverteilung der am 12. Oktober 1995 an den drei Schwarzwasserprobestellen elektrofischereilich erfassten Bachforellen.** Die Klassengrenzen sind so gewählt, dass die Klassen mit Längen ≥ 24.5 cm (≙ Klasse mit Totallängen von 24,0 bis 24,9 cm) den angelfischereilich erfassbaren Anteil darstellen (≥ Fangmindestmass).

Nebst den dominierenden Bachforellen konnten in allen Abfischungsstrecken Groppen und Schmerlen elektrofischereilich erfasst werden. Traten bei den Abundanzen der letztgenannten zwischen den drei Probestellen nur geringe Unterschiede auf, waren diese bei den Groppen sehr deutlich: die Probestellen Schwa-1 bzw. Schwa-2 weisen offensichtlich deutlich schlechtere Habitatseigenschaften für Groppen auf als die unterste Probestelle Schwa-3. Ohne entsprechende Untersuchungen durchgeführt zu haben, sind dafür zwei Gründe denkbar:

a) An der Probestellen Schwa-1 und Schwa-2 treten häufiger den Groppen nicht behagende Geschiebeumlagerungen auf als bei Schwa-3.

b) Das Nebeneinander verschiedener Substrattypen (Sedimentsortierungen von 2-20 cm Korngrösse in enger Nachbarschaft; BLESS 1982), welches die Groppe zur Abwicklung ihres vollständigen Lebenszyklus benötigt, ist in der Strecke Schwa-3 am besten gewährleistet.

Bei den Schmerlen sind Gründe für die weniger offensichtlichen Abundanzunterschiede nicht zwingend zu suchen. Es scheint aber auch hier wieder die beste Habitateignung bei der Probestelle Schwa-3 vorzuliegen, welche durch ihre Habitatvielfalt (vgl. Kap. 2.2) den Schmerlen entgegenzukommen scheint (wechselnde Ansprüche an den Lebensraum während der Individualentwicklung; BLESS 1985). Zudem kann eine gewisse Abwanderung der ansonsten eher migrationsträgen Schmerlen aus im Winter ungünstigen Abschnitten (z.B. Schwa-1 → Zufrieren gewisser Gerinnebereiche) postuliert werden (BRUNKEN 1988).

Bachforellen

In Abbildung 3.1 sind die Längenhistogramme der an den drei Probestellen erfassten Bachforellen aufgeführt. Bei Schwa-2 konnten gut doppelt so viele Individuen wie in der oberhalb liegenden Strecke erfasst werden und fast fünfmal so viele wie bei Schwa-3 (diese Faktoren beziehen sich auf flächenkorrigierte und DELURY-hochgerechnete Abundanzzahlen; vgl. Tab. 3.2). Mehr als 30 der 210 bei Schwa-2 erfassten Bachforellen stammten jedoch aus einem poolartigen kurzen Seitenarm im untersten Abschnitt der Abfischstrecke, wo sich vermutlich zahlreiche - oft grössere - Bachforellen versammelten, welche den Aufstieg über eine flach überströmte Kiesschwelle (untere Abfischgrenze; vgl. Kap. 2.2) nicht schafften.

Die Längenhistogramme zeigen weiter, dass der Grossteil der bei Schwa-1 und Schwa-2 erfassten Bachforellen kleine und mittelgrosse Individuen betrifft, wobei angenommen wird, dass die beiden Peaks der Längenverteilungen den Altersgruppen 0^+ ($\bar{x} \approx 10$ cm) und 1^+ ($\bar{x} \approx 19$ cm) entsprechen. Im Abschnitt Schwa-3 konnten vergleichsweise nur sehr wenige kleine Bachforellen registriert werden. Für eine ursächliche Erklärung kommen Punkte aus folgender Liste in Frage, wobei eine Verifizierung im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich war:

- Zufallsresultat, Artefakt (z.B. Effizienz der Fangmethode);
- Habitateignung für juvenile Bachforellen in Schwa-3 ungünstig;
- interspezifische Konkurrenz mit Groppen (Literatur dazu?);
- intraspezifische Prädation (evtl. grösser in Schonstrecke → mehr grosse Individuen);
- weniger Besatz (stimmt kaum, da Strecke sehr gut zugänglich);
- eingeschränkte Naturverlaichung (eher unlogisch, da Migration von 0^+-Bachforellen in Strecke möglich).

Grössere Individuen wurden nur in geringer Anzahl erfasst (Schwa-1: 1 Ex. [1,2% aller erfassten Bachforellen] > Fangmindestmass von 24 cm; Schwa-2: 8 [3,8%], Schwa-3: 12 [21,4%]), wobei die innerhalb der Schonstrecke liegende Probestelle Schwa-3 einen deutlich höheren Anteil von grösseren Bachforellen aufweist.

Die Längen-Gewichtsverteilung der Bachforellen ist, aufgetrennt für die drei Schwarzwasser-Probestellen, in Abbildung 3.2 dargestellt. Eine statistische Analyse (ANOVA; $p \leq 0,05$) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Regressionsgeraden der LN-transformierten Werte für Gewicht und Länge. Dies bedeutet zum einen, dass die Kondition der Bachforellen zum Abfischungszeitpunkt bei den einzelnen Probestellen keine (statistisch nachweisbaren) Unterschiede zeigt. Zum andern konnten aufgrund dieses Befunds die gepoolten Daten zur Bestimmung der Längen-Gewichts-Beziehung ("geometrical-mean"-Regression) verwendet werden; die dazugehörige Formel lautet:

$$\text{Gewicht [g]} = 8{,}26347 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Länge [cm]}^{3{,}08596}$$

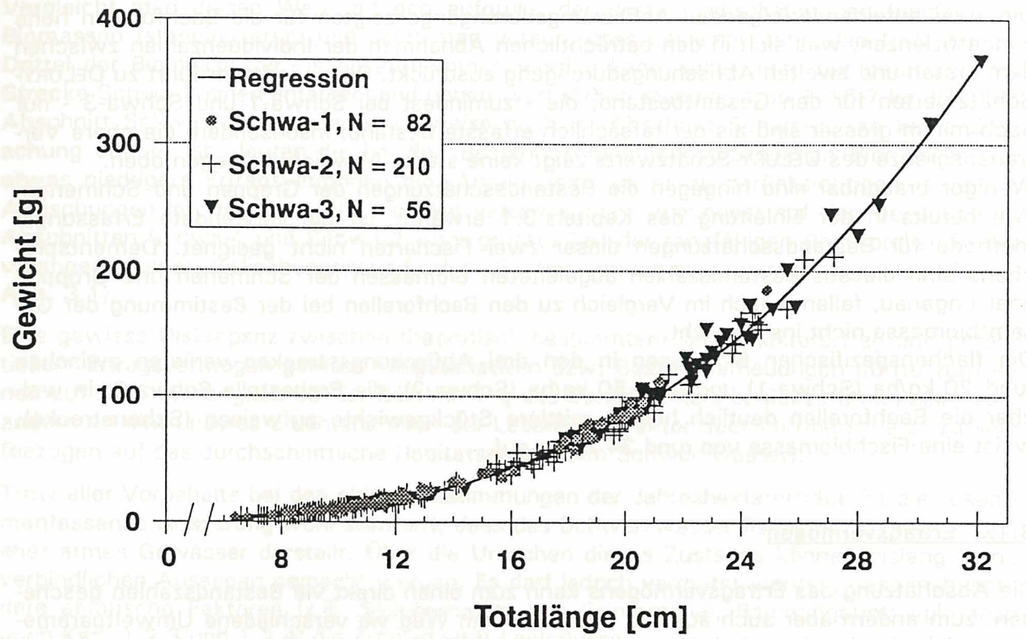


Abb. 3.2: **Längen-Gewichtsverteilung** der am 12. Oktober 1995 an den drei Schwarzwasser-Probestellen elektrofischereilich erfassten Bachforellen.

3.1.2 Biomasse

Basierend auf zwei oder mehreren Abfischungsdurchgängen unter normierten Bedingungen (Fangaufwand konstant, Abfischstrecke abgesperrt, etc.) lassen sich Bestandszahlen hochrechnen (z.B. DELURY 1947). Anhand der Daten der Abfischungen vom 12. Oktober 1995 wurden nach Arten aufgetrennte Bestandshochrechnungen für die drei Schwarzwasser-Probestellen durchgeführt (Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Hochrechnung nach DELURY (1947) der in zwei aufeinanderfolgenden Abfischungsdurchgängen erfassten Individuenzahlen und Bestimmung der Biomassen. Datengrundlage: Abfischungen an den drei Schwarzwasser-Probestellen vom 12. Okt. 1995. Bei den kursiv gedruckten Zahlen handelt es sich um angenommene Schätzwerte.

Probestelle (Fläche)	Fischart	N pro Durchgang 1. Durchgang	2. Durchgang	N Total	mittl. Gewicht [g]	DeLury-Schätzwert (obere Vertr.grenze)	DeLury-Biomasse [g]	Biomasse Total [kg/ha] (obere Vertr.grenze)
Schwa-1	Bachforelle	72	10	82	34.1	83 (86)	2833.1	**19.8**
(0,155 ha)	Groppe	2	0	2	27.0	-	*54.0*	(21.4)
	Schmerle	8	5	13	11.6	16 (28)	185.8	
Schwa-2	Bachforelle	164	46	210	38.4	226 (241)	8687.0	**49.3**
(0,183 ha)	Groppe	1	0	1	32.0	-	*32.0*	(53.8)
	Schmerle	12	8	20	10.8	28 (52)	301.0	
Schwa-3	Bachforelle	50	6	56	108.0	56 (58)	6047.0	**33.6**
(0,216 ha)	Groppe	14	19	33	27.5	-	*1000.0*	(*40.0*)
	Schmerle	13	13	26	7.2	-	*200.0*	

Die zwei aufeinanderfolgenden Abfischungsdurchgänge zeigten für die Bachforellen hohe Fangeffizienzen, was sich in den beträchtlichen Abnahmen der Individuenzahlen zwischen dem ersten und zweiten Abfischungsdurchgang ausdrückt. Dies wiederum führt zu DELURY-Schätzwerten für den Gesamtbestand, die - zumindest bei Schwa-1 und Schwa-3 - nur noch minim grösser sind als der tatsächlich erfasste Bestand; insbesondere die obere Vertrauensgrenze des DELURY-Schätzwerts zeigt keine starke Abweichung gegen oben.
Weniger brauchbar sind hingegen die Bestandsschätzungen der Groppen und Schmerlen. Wie bereits in der Einleitung des Kapitels 3.1 erwähnt, ist die verwendete Erfassungsmethode für Bestandsschätzungen dieser zwei Fischarten nicht geeignet. Dementsprechend sind die aus Bestandszahlen abgeleiteten Biomassen der Schmerlen und Groppen eher ungenau, fallen jedoch im Vergleich zu den Bachforellen bei der Bestimmung der Gesamtbiomasse nicht ins Gewicht.
Die flächenspezifischen Biomassen in den drei Abfischungsstrecken variieren zwischen rund 20 kg/ha (Schwa-1) und rund 50 kg/ha (Schwa-2); die Probestelle Schwa-3, in welcher die Bachforellen deutlich höhere mittlere Stückgewichte aufweisen (Schonstrecke), weist eine Fischbiomasse von rund 34 kg/ha auf.

3.1.3 Ertragsvermögen

Die Abschätzung des Ertragsvermögens kann zum einen direkt via Bestandszahlen geschehen, zum andern aber auch auf rein theoretischem Weg via verschiedene Umweltparameter, welche in eine Formel einfliessen. Eine solche, für Schweizer Fliessgewässer von ROTH (in: ROTH & STAUB 1985) ausgearbeitete Formel, welche sich auf frühere Arbeiten von LEGER (1945), HUET (1964) und LASSLEBEN (1977) stützt, definiert den Jahreshektarertrag (JHE) folgendermassen:

$$JHE\ [kg] = 10 \cdot B \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3$$

B :	**Bonitätsfaktor**	Qualität/Quantität der Fischnährtiere (1-10);
k1 :	**Temperaturkoeffizient**	1,5 für winterwarme Forellenbäche und Bäche der Brachsmenregion; 1 für übrige Gewässer;
k2 :	**Lebensraumkoeffizient**	0,5 für mässige bis 1,5 für gute Raumverhältnisse;
k3 :	**Koeff. der Fischregion**	1 für Forellen- und Äschenregion, 1,5 für Barbenregion, 2 für Brachsmenregion.

Der Lebensraumkoeffizient wird vom Berner Fischereiinspektorat für das Schwarzwasser mit 1,39 angegeben (Bestimmung mit eigens entwickelter Methode). Ein plausibler Bonitätsfaktor dürfte, unter Berücksichtigung der anhand der Oktoberproben rund einen Faktor 2 zu tief bestimmten Biomassen der Fischnährtiere (vgl. Kap. 3.4), im Bereich von 2 bis 4 liegen. Dementsprechend ergibt sich im Schwarzwasser ein theoretisch bestimmter Jahreshektarertrag von 27,8 bis 55,6 kg (k1 und k3 = 1). Mit der etwas verfeinerten Methode von AQUARIUS (1995) verringert sich dieser rechnerisch bestimmte Jahreshektarertrag noch ein wenig, indem der Temperaturkoeffizient k1 mit 0,75 gesetzt wird. Es ergibt sich somit ein rechnerisch bestimmter Jahreshektarertrag von 20,9 bis 41,7 kg.

Basierend auf den in Kapitel 1.2.4 aufgeführten Fangerträgen (Tab. 1.2) wurde für die Jahre 1989-94 ein mittleres Ertragsvermögen im Schwarzwasser von 11,9 kg/ha·a bestimmt. Dieser Wert muss zum Vergleich mit dem aufgrund der Formel von ROTH berechneten Jahreshektarertrag etwas nach oben korrigiert werden, da wegen der mittleren Befischungsintensität nur ein Teil des potentiell möglichen Ertrags geerntet wird. Auch ist die rund 1,2 km lange Schonstrecke in der Bezugsfläche zur Bestimmung des Hektarertrags nicht abgezogen worden, wodurch der Ertrag pro Fläche zu tief (ca. 7%) zu liegen kommt. Unter Berücksichtigung dieser zwei Vorbehalte dürfte ein plausibler Wert für den potentiellen Jahreshektarertrag im Schwarzwasser bei rund **15 kg/ha** liegen.

Vergleicht man diesen Wert mit den aufgrund der Bestandsabschätzungen bestimmten Biomassen (standing crop) und setzt man voraus, dass bei einer optimalen Nutzung ein Drittel der Biomasse der Fische entnommen werden kann, erhält man nur gerade in der Strecke Schwa-2 einen entsprechend hohen Wert (50 kg standing crop → 16,7 kg JHE). Im Abschnitt Schwa-1 und erstaunlicherweise auch im Abschnitt Schwa-3, wo keine Befischung erlaubt ist, deuten die bei den Bestandsaufnahmen vorhandenen Biomassen auf etwas niedrigere Ertragsvermögen hin. Andererseits gilt es zu berücksichtigen, dass die Abfischungen im Oktober 1995 das Bild verzerren, da - zumindest auf den befischbaren Abschnitten Schwa-1 und Schwa-2 - der grösste Teil der fangfähigen Bachforellen in der vorangegangenen Befischungsperiode dem System entnommen wurden (vgl. Kap. 3.1.1, Abb. 3.1).

Eine gewisse Diskrepanz zwischen theoretisch bestimmtem Jahreshektarertrag und potentiellem Ertragsvermögen gemäss Fangstatistiken bzw. Bestandserhebungen dürfte zum einen auf die Schwierigkeit bei der Bestimmung des Bonitätfaktors zurückzuführen sein; zum andern scheint unseres Erachtens auch der Lebensraumfaktor deutlich überschätzt zu sein (bezogen auf das durchschnittliche Habitatsangebot im Schwarzwasser).

Trotz aller Vorbehalte bei den obigen Bestimmungen der Jahreshektarerträge ist die zusammenfassende Äusserung wohl statthaft, dass das Schwarzwasser fischereilich gesehen ein eher armes Gewässer darstellt. Über die Ursachen dieses Zustands können bislang keine verbindlichen Aussagen gemacht werden. Es darf jedoch vermutet werden, dass insbesondere abiotische Faktoren (z.B. Sedimentation von Feinmaterial, Raumangebot; vgl. dazu auch Kap. 1.2.3 und 1.2.4) die Produktivität beeinflussen.

3.2 Forellen-Laichgrubeninventar

Laichverhalten der Bachforellen
Forellen verlassen zur Laichzeit (Oktober bis Januar) ihre Unterstände, um ihre Laichgründe aufzusuchen. Dies sind kiesige, schnell durchströmte Flachwasserstellen, wo das Weibchen (Rogner) mit kräftigen Schwanzschlägen eine Laichgrube formt, in die sie einen Teil ihrer Eier abgibt, die vom (von den) danebenstehenden Männchen (Milchner) besamt werden. Nach einer kurzen Pause beginnt das Weibchen meist direkt oberhalb eine neue Grube zu schlagen und mit dem Aushub die darunterliegende zuzudecken. So werden im Verlaufe einiger Tage ca. 1500 bis 2500 Eier (4,5-5,8 mm) pro kg Körpergewicht abgelegt. Nach 400-500 Tagesgraden Embryonalentwicklung (JUNGWIRTH & WINKLER 1984) schlüpfen die Larven, die im Kieslückensystem verbleiben, bis ihr Dottersack aufgebraucht ist. Während der Embryonal- und Larvalentwicklung ist eine genügende Wasserzufuhr lebenswichtig, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung und den Abtransport von toxischen Stoffwechselprodukten (N-Verbindungen, CO_2) zu gewährleisten (HERMANSEN & KROG 1985). Die Überlebensrate der an die Oberfläche kommenden Brutfische, die sich jetzt aktiv ernähren, hängt zum grossen Teil von der Strukturvielfalt des Biotops ab (ausführliche Angaben dazu in ELLIOTT 1994).
In der Literatur werden von den Bachforellen bevorzugte Substratgrössen von 5-76 mm angegeben. Ein hoher Anteil von Feinstoffen (< 6 mm) erhöht die Mortalität stark (PETER 1987). Bevorzugte Laichplätze befanden sich in Wassertiefen von 6-82 cm (alles kleinere Fliessgewässer) mit Fliessgeschwindigkeiten von 15-75 cm/s wenige Zentimeter über dem Grund gemessen (SHIRVELL & DUNGEY 1983, CRISP & CARLING 1989). Bei Untersuchungen an der Birs (REY et al. 1995) wurde überdies festgestellt, dass die Raumverhältnisse bei der Anlegung von Laichgruben eine entscheidende Rolle spielen: Fertige Laichgruben befanden sich fast ausnahmslos in unmittelbarer Nähe von Unterschlupfmöglichkeiten für den ablaichenden Fisch. Im Schwarzwasser hat sich dieses Kriterium ebenfalls als gültig erwiesen (s. weiter unten). Tabelle 3.3 gibt eine Zusammenfassung der Ansprüche der Bachforellen an ihre Laichgebiete.

Tab. 3.3: **Ansprüche der Bachforellen an Laichplätze** und Faktoren, die diese beeinflussen (diverse Literatur).

Laichsubstrat	Kies bis Grobkies (5-80 mm) möglichst kleiner Feinstoffanteil (<6 mm)
Wassertiefe	eher flach (15 bis maximal 120 cm)
Fliessgeschwindigkeit direkt über Grund	15-75 cm/s (Minimum von 20 cm/s nötig, um Feinstoffablagerungen zu verhindern)
Morphologie des Laichareals	möglichst heterogen strukturiert für bessere Durchströmung des Interstitials und wegen des Territorialverhaltens der Laichtiere; Unterstandsangebot zum Schutz vor (Fress-)Feinden; günstige Stellen befinden sich oft an pool-riffle-Übergängen oder an strömungsumlenkenden Hindernissen (Blöcke, Holz, Brückenpfeiler, Inseln etc.
Wassertemperatur für Embryonalentwicklung	4-9 °C
Hauptursachen für Degradierung der Laichplätze	*kurzfristig*: • Hochwasserereignis; • Austrocknung; • extreme Wassertemperaturen. *langfristig*: • Uferverbauungen: - Verschwinden von ehemals erodierenden Flachufern, - zu grosse Wassertiefen; • Einstau von ehem. Fliesswasserstrecken: - Versandung, - Kolmation; • Inadäquate Kiesentnahmen; • Strukturverarmung durch verschiedene, meist anthropogene Ursachen; • Wasserbauliche Sanierungsmassnahmen bei Bach- und Flussmündungen; • *Sonderfall*: Kieslaichplätze, die nur noch bei alljährlicher Benutzung durch Laichgruben schlagende Fische funktionstüchtig bleiben; Ausfälle von Jahrgängen (Fischsterben) lassen diese dann untauglich werden (Kolmation).

Laichgrubeninventar am Schwarzwasser 1995

Die Laichgrubenkartierung des Schwarzwassers im Untersuchungsperimeter fand zwischen dem 6. und 9. November statt, da angenommen werden konnte, dass die höchste Ablaichaktivität in der ersten Novemberhälfte liegt (pers. Mitt. M. Tschan, kantonale Fischereiaufsicht). Eine Verifizierung des Ablaichfortschritts aufgrund bereits vorhandener Laichgruben am 2. November während des Laichfischfangs war wegen des trüben Wassers (Niederschläge in der Nacht zuvor) nicht möglich. Eine zusätzliche, punktuelle Nachkontrolle der Bachforellenlaichgruben fand am 30. November statt, wobei vorausgeschickt werden muss, dass zwischen diesem Datum und demjenigen der ausgedehnten Begehung stärkere Niederschläge (Nacht vom 16. zum 17. November) das Sohlensubstrat umgeschichtet hatten.

Bei der Begehung vom 6.-9. November wurden sämtliche als Laichgruben identifizierbaren Strukturen (der Strömung zugewandte Vertiefung [= *Grube*] und der Strömung abgewandter *Hügel*; Hellfärbung des umgeschichteten Decksubstrats) kartiert und charakterisierende Kenndaten (s. Tab. 3.5) aufgenommen. Daneben wurde abschnittsweise versucht,

die Eignung als Laichgebiet anhand der Substratverhältnisse und der Habitatsstrukturen zu definieren, wobei der Faktor "Substrat" diesbezüglich eingeschränkt werden muss, als dass keine quantitativen Aufnahmen gemacht werden konnten. Deshalb basiert die vorliegende Bewertung auf Aufnahmen des Decksubstrats (vgl. Foto 2.1) und mehr oder weniger subjektiver Einschätzung der darunter liegenden Substratsortierungen. Auf das Ausheben von Laichgruben zwecks Nachweis von Gelegen wurde verzichtet, da einerseits nur relativ wenige Laichgruben als solche identifiziert werden konnten und andererseits mit dem Nachweis von Gelegen noch nicht von einer **erfolgreichen** Naturverlaichung ausgegangen werden kann (eigentliche Fragestellung; vgl. auch Diskussion weiter unten).

Resultate

Abbildung 3.3 gibt eine Gesamtübersicht des Laichgrubeninventars 1995. Anhang-Tabelle A3 beinhaltet eine Liste aller gefundenen Laichgruben und deren Kenndaten; die Zusammenfassung dieser Kenndaten ist in Tabelle 3.5 aufgeführt.

Insgesamt konnten 23 eindeutig als Laichgruben indentifizierbare Objekte festgestellt werden, 6 davon während der Nachkontrollen (30. Nov.) auf ausgewählten Abschnitten. Weitere 14 (2 davon am 30. Nov.) Strukturen galten als nicht eindeutig einer Laichgrube zuzuordnende Struktur, wovon ein Teil wohl "Testgrabungen" (REY et al. 1995) - in anderer Literatur auch "Spielnester" genannt - darstellen. Die Übersichtskarte macht klar, dass im Gebiet der Steiglenau Laichgruben gehäuft auftreten, was nicht zuletzt auf die in diesem Gebiet, bezogen auf den Untersuchungsperimeter, optimalsten Habitatsstrukturen zurückzuführen ist. Dieses Gebiet konnte der besten Kategorie bezüglich Gesamtbeurteilung "Eignung als Laichgebiet" zugeordnet werden, wobei beachtet werden muss, dass aufgrund der im Schwarzwasser lokal schnell ändernden Bedingungen eine Kategorie *gut/sehr gut* für grössere Gebietsabschnitte nicht in Betracht gezogen wurde. Die weiteren Zuordnungen bezüglich Eignung als Laichgebiet und die in den betreffenden Abschnitten geringe Anzahl identifizierbarer Laichgruben sind wenig aussagekräftig. Insbesondere fällt auf, dass im etwa 1 km langen Abschnitt unterhalb Wislisau, welcher ebenfalls der bestmöglichen Kategorie zugeordnet wurde, keine Laichgruben gefunden wurden. Im obersten Abschnitt, der "als Laichgebiet lokal geeignet" eingestuft wurde, fehlten als Laichgruben in Frage kommende Strukturen weitgehend. Einzig eine am 30. November bei km 15,35 gefundene, im Entstehen begriffene Laichgrube (Forelle von ca. 20-22 cm noch anwesend) konnte auf diesem obersten Abschnitt eindeutig zugordnet werden. Es muss hierbei angefügt werden, dass auf diesem mehr Gefälle aufweisenden Teilstück allfällige Laichgruben möglicherweise nicht mehr als solche erkannt werden, da durch den Übergang zum Gebirgsbach die Laichgruben kleinräumiger strukturiert sind. Die Kenndaten der identifizierten Laichgrube bei km 13,35 (s. Anhang-Tab. A3) bestätigen den veränderten Habitus von Laichgruben unter solchen Verhältnissen (ebenfalls die relativ zahlreichen "Verdachts"-Laichgruben); generelle Erfahrungen diesbezüglich liegen aufgrund der vorliegenden Untersuchungen aber nicht vor.

Die Kenndaten der Laichgruben (Tab. 3.5) bestätigen die gemäss verschiedener Literaturangaben bekannten Tatsachen. Die mittleren Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten stellen in Anbetracht des sehr niedrigen Wasserstands während der Kartierungsarbeiten eher Minimalwerte dar. Das mittlere Decksubstrat in unmittelbarer Nähe von Laichgruben weist eine relativ geringe Heterogenität auf (kleine Standardabweichung) und widerspiegelt

Tab. 3.4: Substratkategorien und deren Codierung; für die Aufnahmen der Schwarzwasser-Decksubstrate verwendete Skala.

Code		Granulometrie	
1	*glatte Oberflächen*		
1	*Sand, Silt*	< 2	mm
2	*Kies*	2 - 20	mm
3	*Schotter*	2 - 6	cm
4	*Steine*	6 - 20	cm
5	*Blöcke*	> 20	cm

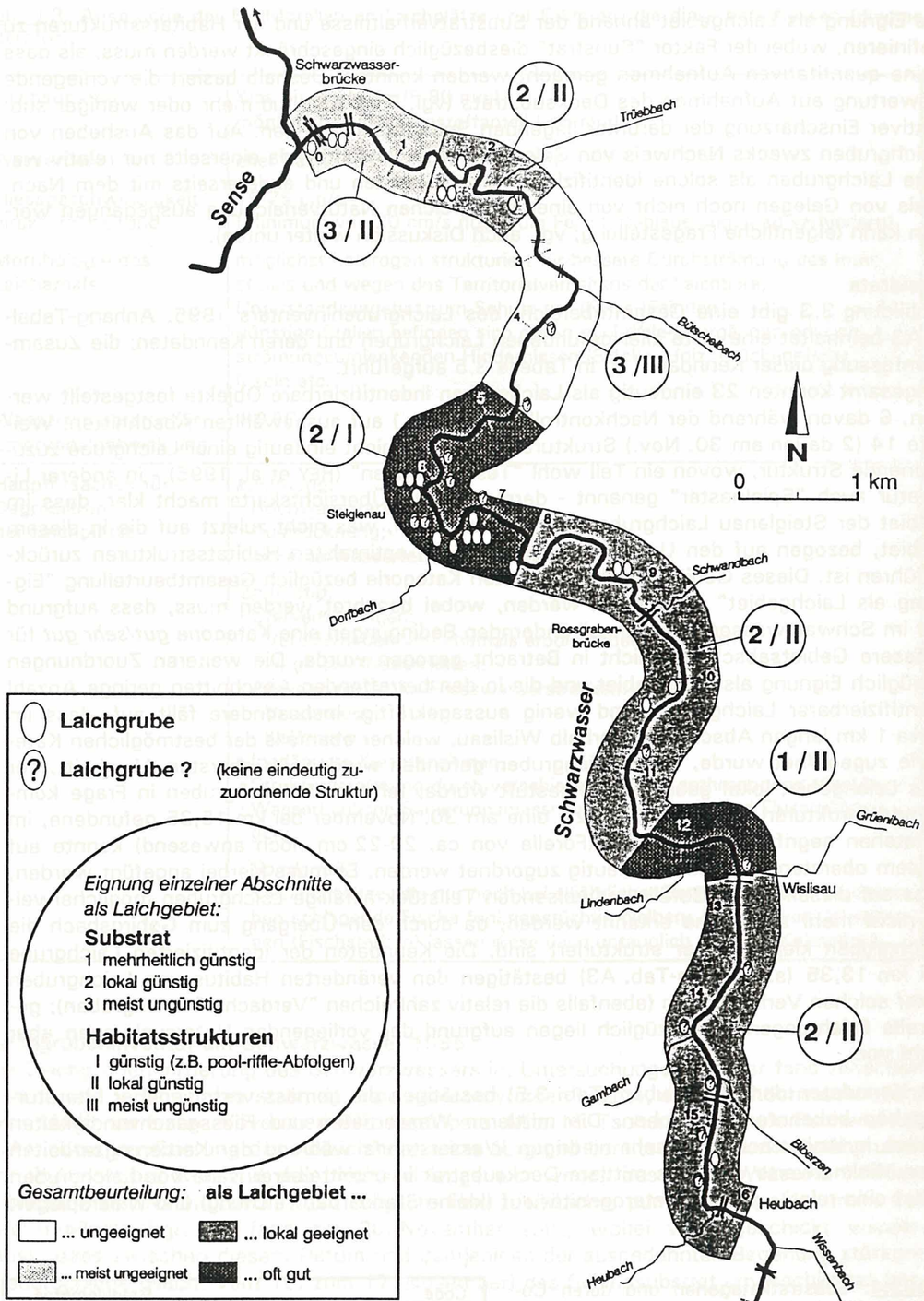


Abb. 3.3: **Kartografische Darstellung des Laichgrubeninventars am Schwarzwasser;** Begehung am 6.-9. November 1995 und Nachkontrolle (nur km 0-0.5, 1.5-2.5, 5.4-6.9, 11.6-12.8 und 14.6-15,5 → Total 5 km) am 30. November 1995. (Grüenibach = Rohrbach).

Tab. 3.5: **Laichgrubenkartierung im Schwarzwasser im November 1995**; Kenndaten der mehr oder weniger eindeutig als Laichgruben bestimmbaren Objekte. Die Fliessgeschwindigkeiten beziehen sich auf eine Niedrigwassersituation (zwischen 0,7 und 1,5 m^3/s Abfluss).

	N	min	max	$\bar{x}$	Std.abw.
mittlere Wassertiefe [cm]	22	12	59	24.1	12.1
Länge der Laichgrube [cm]	23	50	450	167.4	91.5
Breite der Laichgrube [cm]	23	30	150	67.4	25.7
Fliessgeschwindigkeit 5 cm über Grund [m/s]	20	0.20	0.40	0.30	0.07
Fliessgeschw. 5 cm unter Wasseroberfläche [m/s]	20	0.25	0.60	0.46	0.12
mittleres Decksubstrat [Codierung s. Tab. 3.4]	16	2.8	3.45	3.2	0.2

den Bereich der gemäss Literaturangaben bevorzugten Korngrössenzusammensetzung. Das Substrat*angebot*, welches zwar nicht flächendeckend quantifiziert werden konnte, tendiert im überströmten Gerinnebereich des Schwarzwassers gegen gröbere Fraktionen (Durchschnitt eher Steine als Schotter), insbesondere in den recht häufigen Abschnitten mit grösserem Gefälle und wenig mäandrierenden und Furkationen aufweisenden Abflussrinnen. Dementsprechend findet zweifelsohne eine gezielte Auswahl von geeigneten Laichhabitaten statt, wie dies auch an mindestens zwei Fällen eindrücklich demonstriert werden konnte, indem bei den Nachkontrollen vom 30. November an alten Ablaichstellen neue Laichgruben angelegt waren.

Fazit

- Aufgrund des Laichgrubeninventars im November 1995 müsste von einer ziemlich geringen Naturverlaichung im Schwarzwasser ausgegangen werden. Die folgenden drei Punkte relativieren jedoch diese Aussage beziehungsweise stellen die Methodik in Frage:

  - *Zeitpunkt der Begehung*
    Die Anzahl der gefundenen Laichgruben stellt eine Momentaufnahme dar, da, je nach den hydrologischen Verhältnissen und der Intensität des Kieselalgenbewuchses, Laichgruben schon nach kurzer Zeit kaum mehr als solche eindeutig identifizierbar sind. Diese Aussage bestätigte sich bei den Nachkontrollen am 30. November, wo von insgesamt zehn in der Zeit vom 6.-9. November eindeutig bestimmten Laichgruben noch eine einzige wiedergefunden wurde und dies auch nur aufgrund der Kenntnis des genauen Standorts. Zum Verschwinden der ehemals gut sichtbaren Laichgruben haben die heftigen Schauer in der Nacht vom 16. zum 17. November beigetragen, indem Substratumschichtungen stattgefunden haben.
    Ein weiteres Fragezeichen in diesem Zusammenhang muss zum Zeitpunkt der ausführlichen Begehung vom 6.-9. November gesetzt werden: Gemäss Angaben der Fischereiaufsicht waren die während des Laichfischfangs vom 2. November behändigten Bachforellen (s. Kap. 3.3) grösstenteils erst zwischen dem 21. November und dem 12. Dezember streifbar, die letzten Individuen wurden am 9. Januar 1996 gestreift. Der eigentliche Kulminationspunkt der Ablaichfrequenz wäre im Schwarzwasser somit etwa in der Zeit um Ende November/Anfang Dezember gelegen.

  - *Erkennung der Laichgruben im steileren Gelände mit gröberen Decksubstraten*
    Es wird vermutet, dass in gewissen Abschnitten (insbesondere im obersten Schwarzwasser-Teilstück ab km 13) Laichgruben einen Gebirgsbach-Habitus aufweisen, wodurch diese nicht oder kaum erkennbar sind.

  - *Laichfischfang*
    Der Einfluss des Laichfischfangs stellt ein weiteres Fragezeichen im Rahmen des Laichgrubeninventars dar. So kann vermutet werden, dass im Gebiet des 1995 durch-

geführten Laichfischfangs (vgl. Kap. 3.3) ein beträchtlicher Teil der laichreifen Elterntiere entfernt wurde und zum Zeitpunkt der Laichgrubeninventarisierung fehlten. Dies führt zu einer Unterschätzung der Anzahl Laichgruben im Schwarzwasserabschnitt Rossgrabenbrücke bis oberhalb Wislisau (SW-km 9,3-13,5).
Ein Einfluss von Laichfischfängen in vorangegangenen Jahren (bis 1986 jeweils von alter Schwarzwasserbrücke an aufwärts, ab 1987 jeweils alternierend im Bereich des Schongebiets und von der Rossgrabenbrücke an aufwärts) auf die Elterntier-, bzw. Laichgrubenfrequenz ist ebenfalls nicht auszuschliessen.

- Trotz hohem Natürlichkeitsgrad weist das Schwarzwasser streckenweise eher schlechte Voraussetzungen für Bachforellen-Laichhabitate auf. Erosionserscheinungen in den untersten Schwarzwasserabschnitten, Kolmationstendenzen wegen Sand oder groben, mit Algenfilmen überzogenen Decksubstraten (biogene Kolmation), häufig hohe Sandanteile sowie geringe Variabilität des Gerinnequerschnitts sind einschränkende Faktoren.
  Generell hat sich gezeigt, dass in der Nähe von guten Adulttierhabitaten auch geeignete - und zur Abwicklung des Laichgeschäfts mehr oder weniger frequentierte - Laichhabitate angetroffen werden konnten. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass an flussabwärts gelegenen Enden von Pools, die ideale Strukturen von adulten Bachforellen darstellen, in der Regel flach überströmte, mit geeigneten Kiessortierungen versehene Gerinneflächen entstehen. Auch konnte am Schwarzwasser nachgewiesen werden, dass solche kleinräumig idealen Bedingungen vor allem dort vorhanden sind, wo der Fluss laterale Gerinnebegrenzungen anschneidet (s. Foto 3.2).
- Gemäss obigen Ausführungen besteht ein unsicherer Befund bezüglich der Qualität des Schwarzwassers als Laichgewässer für Bachforellen. Die angewandte Methode der Laichgrubeninventarisierung muss deshalb grundsätzlich in Frage gestellt werden. Zwar liefert sie Anhaltspunkte zum Vorhandensein von geeigneten Laichhabitaten, vermag aber diese und die daraus hervorgehenden residenten Bachforellen kaum zu quantifizieren (wäre auch bei mehrfacher Begehung nicht gewährleistet!).



Foto: 3.1: Laichgrube (Pfeil), welche am 7. November 1995 bei SW-km 6,12 kartiert wurde. Sie befindet sich am linken Ufer ausgangs eines kleinen Kolks in unmittelbarer Nähe einer ins Wasser gefallenen Fichte (→ Deckungselement für ablaichende Forelle). *Foto: St. Gerster*

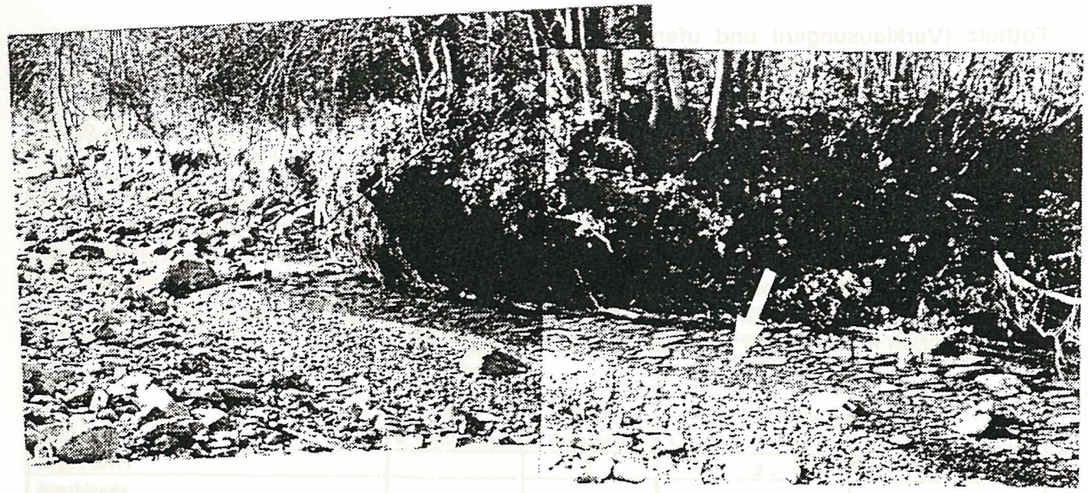


Foto: 3.2: "Verdachtsfläche" mit Laichgrube (Pfeil) zwischen Rütiplötsch und Heubach (SW-km 15,07).

Eine einigermassen gesicherte Aussage zur Qualität und Quantität der Naturverlaichung kann nur auf indirektem Wege erfolgen, indem mit Besatzexperimenten gearbeitet wird. Dazu können entweder ein bzw. mehrere Besatzjahrgänge weggelassen und mittels Bestandserhebungen das Aufkommen residenter Bachforellen kontrolliert werden, oder die Besatzfische werden gruppenmarkiert (z.B. mit Fettflossenschnitt oder coded wire-Tag), um sie von den naturverlaichten Fischen unterscheiden zu können. Der Vorteil der zweiten Variante liegt darin, dass zusätzliche Daten zum Wachstum (anhand der gruppenmarkierten Kohorten bekannten Alters) gewonnen werden können und keine Ertragseinbussen provoziert werden. Andererseits kann intraspezifische Konkurrenz (residente Bachforellen vs. Besatz-Bachforellen) zu einer Verfälschung der Resultate und somit zu Fehlinterpretationen führen.

3.3 Laichfischfang 1995

Am 2. November führte das Fischereiinspektorat des Kantons Bern ihren alljährlichen Bachforellen-Laichfischfang am Schwarzwasser durch. Aufgrund der eher mageren Ausbeute auf dem Abschnitt "Schwarzwasserbrücke aufwärts" in den vorangegangenen Jahren wurde in diesem Jahr die Strecke von der Rossgrabenbrücke an aufwärts elektrisch befischt. Insgesamt wurde ein rund 4,2 km langer Abschnitt (SW-km 9,3-13,5) nach geeigneten Elterntieren abgesucht. Als Resultat dieser Anstrengungen konnten 78 Weibchen und 58 Männchen in die Fischzucht Reutigen überführt werden, wo sie zwischen dem 7. November (erst 3 ♀♀) und dem 9. Januar (letzte 3 von insgesamt 67 bis zu diesem Zeitpunkt streifbaren ♀♀) gestreift wurden; insgesamt konnten davon 32'600 Eier aufgelegt werden. Alle Bachforellen wurden nach dem Abstreifen in das Schwarzwasser zurückversetzt. Gemäss Angaben der örtlichen Fischereiaufsicht waren die beim Laichfischfang erfassten laichreifen Weibchen durchschnittlich eher klein mit einer maximalen Länge von 40 cm; die Männchen hingegen zeigten zum Teil beachtliche Längen mit drei Individuen im Bereich von 50 cm.

Protokollarisch festgehaltene Beobachtungen während des Laichfischfangs ergaben folgendes Bild der Habitatnutzung:

- Ansammlungen von Bachforellen befanden sich in Pools;

- Totholz (Verklausungen) und ufernahe Vegetationsformen (Weiden, Erlen, etc.), aber auch im lateralen Bereich der Alluvionsebene gelegene Anrisse (z.B. entlang von Sandsteinwänden) führen zu von Bachforellen bevorzugten Flusshabitaten im Schwarzwasser;
- im Bereich der Brücke Wislisau erwiesen sich auch anthropogene Strukturen (Kolke entlang von unterspülten Uferverbauungen und bei Buhnen) als günstige Habitate.

Die unter den gegebenen Umständen (keine quantitative Abfischung; trübes Wasser wegen Niederschlägen in der dem Laichfischfang vorangegangenen Nacht) nur bedingt interpretierbare Zählung der elektrofischereilich erfassten Bachforellen ergab die höchste Individuendichte zwischen km 12 und km 13; innerhalb dieses Schwarzwasser-Kilometers liegt die Probestelle Schwa-2, die aufgrund der Bestandserhebungen ebenfalls die grössten Abundanzen aller drei Probestellen aufwies (vgl. Kap. 3.1.1).

3.4 Makrozoobenthos

Bestandsaufnahme

Die Untersuchungen zur Besiedlung der Bachsohle des Schwarzwassers mit Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) fanden am 11. Oktober 1995 statt. Innerhalb jeder der drei Abfischstrecken wurden mit dem Surber-Sampler flächenbezogene Substrat-Mischproben von jeweils 2 x 0,1 m² Projektionsfläche genommen. Die Auswahl der Teilproben erfolgte anhand der für die einzelnen Probestellen charakteristischen Substratzusammensetzungen. Auf diese Weise sollte trotz eines geringen Probenumfangs ein einigermassen gesicherter Überblick über das Arteninventar und die relativen Häufigkeiten der einzelnen Taxa auf den dominierenden Substratkategorien gewonnen werden.

Die Besiedlungsdichten an allen Probestellen waren relativ niedrig, was wohl grösstenteils an den häufigen und grossflächigen Geschiebeumlagerungen liegt, weniger an einem zu geringen Nahrungsangebot (geringe organische Belastung des Schwarzwassers). Wir konnten fast ausschliesslich strömungstolerante Arten nachweisen. Dominierend an allen Stellen waren Eintagsfliegen der Gattungen *Baetis*, *Rhithrogena* und *Ecdyonurus* sowie verschiedene Steinfliegenarten (vgl. Tab. 3.6).
Ebenfalls häufig waren Zuckmückenlarven der Unterfamilien *Orthocladinae* und *Diamesinae*. Auch diese sind häufig Bewohner strömungsexponierter Substrate.
Die Besiedlungsdichte der *Hydropsychiden* zeigte eine Zunahme bachabwärts. *Hydropsychiden* sind köcherlose Köcherfliegen, die ihre Beute mit gesponnenen Netzen einfangen.
Als einzige Nichtinsekten kommen die *Gammariden* (Bachflohkrebse) im Schwarzwasser häufiger vor. Wie die Steinfliegen gehören auch sie zum Ernährungstyp des "Zerkleinerers" (Laub und Pflanzenreste). Dass im Schwarzwasser beide Gruppen nebeneinander vorkommen - allerdings mit einer klaren Dominanz der Steinfliegen - ist ein eher seltener Zustand.

Im Schwarzwasser fanden wir eine für den Mittellauf eines Gebirgsbaches (Metarhithral) typische Zusammensetzung der Wirbellosenfauna. Es dominierten klar die Eintagsfliegen und Steinfliegen (Weidegänger bzw. Zerkleinerer). Für sie bietet das Schwarzwasser ausreichend Nahrung (Kieselalgen, Blätter, Holzreste). Sessile Organismen fehlen ebenso wie alle Stillwasserarten - höchstwahrscheinlich eine Folge der häufigen Geschiebeumlagerung. Halbsessile Filtrierer (z.B. *Hydropsyche*, *Simuliiden*), die ihre Nahrung aus der fliessenden Welle abfangen, sind relativ selten, was einerseits auf eine nur geringe organische Drift aus dem noch weitgehend unbelasteten Einzugsgebiet schliessen lässt, andererseits wohl auch mit der Sohlendynamik zusammenhängt.
Hochwasserereignisse und Geschiebeumlagerungen tragen im Schwarzwasser wahrscheinlich massgeblich dazu bei, die Dominanzverhältnisse zugunsten vagiler (freischwimmender) Wirbelloser zu verschieben. Diese können längere Abdriftstrecken relativ unbeschadet überstehen oder sich in tiefere Bereiche der Steinzwischenräume (Interstitial) zurückziehen. An-

Tab. 3.6: Makroinvertebratenbesiedlung des Schwarzwassers an den Untersuchungsstellen Schwa-1 bis Schwa-3; IBG-Bestimmung nach DETHIER (1993).

Schwarzwasser-Probestellen	Schwa-1 Uferprobe	Schwa-1 Flussmitte	Schwa-2	Schwa-3
Koordinaten (Fluss-km)	597.80/183.35 (13.5)		597.65/184.32 (12.5)	595.75/199.83 (2.3)
Probenahmedatum (Zeit)	11. Okt. 1995 (14^{00})		11. Okt. 1995 (15^{30})	11. Okt. 1995 (11^{30})
Wassertemperatur	13.5 °C		14.1 °C	11.0 °C
Beprobungsaufwand	Surber (flächenbezogen) je 1Teilprobe à 0.1 m²		Surber (flächenbezogen) 2 Teilproben à 0.1 m²	Surber (flächenbezogen) 2 Teilproben à 0.1 m²
Substrat an der Probestelle	Steine mit Algenbewuchs (beschattet) *ca. 5% der Probestelle*	v.a. Steine u. Schotter	20% Kies, je 40% Schotter/Steine	Sand/Schotter/Steine (z.T. Fadenalgenbewuchs)
Strömung	ruhig	turbulent	turbulent / ruhig	turbulent / ruhig
Gerinnestruktur	s. Beschreibung d. Probestellen		s. Beschreib. d. Probestellen	s. Beschreib. d. Probestellen
Oligochaeta		2	2	
Amphipoda				
Gammaridae				
Gammarus fossarum	5		5	8
Ephemeroptera				
Baetidae				
Baetis sp.	20	37	23	87
Cloeon sp.			1	
Heptageniidae				
Rhithrogena sp.		50	19	79
Ecdyonurus sp.	47		37	>450
Leptophlebiidae				
Habroleptoides sp.	2		1	
Plecoptera				
Nemouridae				
Amphinemoura sp.	4	3	2	21
Nemoura sp.	1	3	2	
Leuctridae				
Leuctra sp.	5	54	11	23
Perlodidae				
Isoperla sp.	23	3	16	114
Coleoptera				
Dryopidae				
Dryopidae (Imago)	4		8	
Elmis sp. (Larve)	2	2	11	7
Limnius sp. (Larve)	3			2
Hydraenidae				
Hydraenidae (Larve)		1	1	1
Trichoptera				
Hydropsychidae				
Hydropsyche sp.	8	5	20	75
Odontoceridae				
Odontocerum albicorn	1		1	
Rhyacophilidae				
Rhyacophila sp.	1		8	7
Sericostomatidae				
Sericostoma sp.			1	
Diptera				
Chironomidae				
Orthocladinae / Diamesinae	72	73	266	34
Psychodidae	1			
Simuliidae				
Simulium sp.		11	4	3
Limoniidae				
Dicranota sp.				1
Limoniidae indet.		1	1	
Athericidae				
Atherix marginata	8		1	6
Tipulidae				1
Anzahl IBG-Taxa	18		18	15
IBG	14		14	13
Biomasse [g/m²]	3.9	2.6	2.6	7.2

dererseits können sich im Schwarzwasser wohl kaum höhere Besiedlungsdichten beim Makrozoobenthos etablieren, da der hydraulische Stress dieses noch natürlich abfliessenden Mittelgebirgsbaches hoch ist.

Vergleich der drei Probestellen

Die eindeutigen morphologischen Unterschiede der drei Referenzstrecken (vgl. Kap. 2.2) widerspiegeln sich nicht in gleichem Masse in den Ergebnissen der Benthosproben. Dennoch kann zwischen den Stellen Schwa-1 und Schwa-3 tendenziell eine Zunahme der Besiedlungsdichte bei nahezu gleichbleibendem Arteninventar beobachtet werden.
Bei Schwa-1, der Stelle mit der offensichtlich grössten Geschiebeumlagerung, repräsentiert die Probe den ständig wasserbenetzten Gerinneteil. Da hier der Bachverlauf räumlich und zeitlich alterniert, also mehrere "ephemere" Bacharme existieren (vgl. Foto 2.3), wird die ohnehin geringe Besiedlungsdichte noch überschätzt.

Anders die Verhältnisse bei den Probestellen Schwa-2 und Schwa-3: innerhalb relativ stabiler Bachstrukturen ist der hydraulische Stress für die Benthosorganismen deutlich geringer als bei Schwa-1. Bei Schwa-2 wurde von uns keine höhere Individuendichte als bei Schwa-1 nachgewiesen; bei Schwa-2 ist die Probe jedoch für einen deutlich grösseren Anteil der Gerinnefläche repräsentativ. Bezogen auf den ganzen Bachabschnitt liegt daher die Biomasse der Benthosorganismen bei Schwa-2 sicherlich über derjenigen von Schwa-1.

Die stabilsten Habitatsverhältnisse und eine sichtbar und nachweislich höhere Invertebratenbesiedlung findet man bei Schwa-3. Hier sind allerdings auch die kleinräumig strukturellen Unterschiede am ausgeprägtesten (vgl. Kap. 2.2). Die vorliegende Probe repräsentiert dabei den obersten Abschnitt der Abfischstrecke, der stellenweise sehr dicht besiedelt ist. Weiter flussabwärts, auf Flächen ohne entsprechende Habitatsstrukturen (Sandsteinfels, Sand), ist die Makroinvertebratenbesiedlung extrem niedrig.

IBG

Vom Auftraggeber gewünscht war die Ermittlung des IBG-Wassergüteindex (indice biologique global) gemäss der von DETHIER (1993) beschriebenen Methode. Bewertungsbasis ist die Zahl der nachgewiesenen Organismengruppen (Taxa) einer Probe. Nach einer vorgegebenen Formel errechnet sich ein ganzzahliger Wert, abhängig von Wertigkeiten und Häufigkeiten der einzelnen Taxa. Je höher der IBG-Wert, desto besser ist die biologische Güte der Probe und damit auch der Probestelle. Als sehr gut anzusehen sind dabei Werte ≥17. Für eine kartographische Darstellung der Ergebnisse wird von der französischen "commission de normalisation" folgende Farbcodierung vorgeschlagen (im unteren Teil der Tabelle sind die in etwa entsprechenden Saprobitäts-Güteklassen aufgeführt):

IBG	≥ 17	16 - 13	12 - 9	8 - 5	≤ 4
Farbe	blau	grün	gelb	orange	rot
Güteklasse	I unbelastet	II gering bis mässig belastet	II-III kritisch belastet	III stark verschmutzt	IV übermässig verschmutzt

"Statistische" Voraussetzung zur korrekten Ermittlung des IBG sind eigentlich 8 Teilproben pro Probestelle, was im Rahmen des aktuellen Auftrags nicht bearbeitet werden konnte. Deshalb sind die in Tabelle 3.6 aufgeführten IBG-Werte tendenziell zu niedrig, da sich auf einer grösseren Beprobungsfläche in der Regel auch eine grössere Zahl unterschiedlicher Taxa nachweisen lässt. Teilweise kompensiert wurde dies durch den Einsatz eines Samplers mit 250 µm-Gaze statt der geforderten 500 µm. Auf diese Weise wurden zwar immer noch deutlich weniger Organismen behändigt und auch nicht alle vorhandenen Sub-

stratkategorien erfasst, aber es konnten die zur Probenahmezeit häufigen Frühlarven-Stadien verschiedener Wasserinsekten nachgewiesen werden (vgl. Anhang-Tab. A4).

Die an den drei Probestellen errechneten IBG-Werte liegen dennoch relativ hoch. Es ist davon auszugehen, dass bei Bearbeitung einer regelrechten Probefläche sich an allen drei Stellen ein IBG im Bereich von 17 ergeben würde, also eine sehr gute biologische Gewässergüte.

Biomasse

Die Biomasseberechnung der Makroinvertebraten gibt einen Einblick in die spezifische Produktivität des Gewässers. Da die Kleinlebewesen der Stromsohle die wichtigste Nahrungsquelle für die Fische darstellen, sind sie auch ein zentraler Anhaltspunkt für fischereiwirtschaftliche Überlegungen.
Zum Zeitpunkt der Probenahme bestand ein erheblicher Teil der Makroinvertebratenbesiedlung aus frühen Larvenstadien von Wasserinsekten. Deren Biomasse ist oftmals mehr als zwei Zehnerpotenzen geringer als diejenige der schlupfreifen Tiere (z.B. *Hydropsychiden*). Andererseits erreicht nur ein geringer Teil der frisch geschlüpften Larven auch das letzte

Tab. 3.7: Nahrungsorganismen einiger magengespülter Fische während den Abfischungen am 12.10.1995.

	Bachforellen			Schmerlen	Groppen	
Probestelle	Schwa-1	Schwa-2	Schwa-3	Schwa-1	Schwa-1	Schwa-3
Anzahl gespülte Fische	2	3	5	1	2	2
Nahrungsorganismen						
Gammarus sp.	3	1	3			
Baetis sp.	128	20	339	7	9	33
Baetis Flügelpaare (Larven)				1	16	
Ecdyonurus sp.	4		15			1
Leuctra sp.	1		1			
Coleopterenlarve		2	2			
Hydropsyche sp.			1			
Rhyacophila sp.			1			
Polycentropodidae		1				
Chironomidae	46	3	2	42	2	
Simulium sp.	3	1	40		1	
Muscidae			1			
Dixa sp.		1				
Tipulidae		1				
Dipterenlarve (Teile)					1	
Anflugnahrung[1]**:**						
Baetis-Imago	8	1	51			
Leuctra-Imago	2					
Plecopteren-Imago			2			
div. Imagines (Läuse, Dipteren, etc.)	13	4	7			
terrestrische:						
Baetis-Imago	8	1	51			
Leuctra-Imago	2					
Plecopteren-Imago			2			
kl. Landschnecke			1			
Assel		4				
Tausendfüssler		3	1			
Ameise	1	2				
Spinne	1		3			
Zikade	1		2			
kleine Käfer	3					
div. Larven (Raupen)			5			

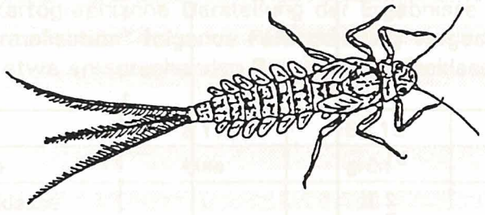
[1] eventuell beim Schlüpfvorgang erwischte Organismen

Stadium. Biomasseberechnung sind daher immer vom Entwicklungsstand der Population abhängig und geben nur einen momentanen Zustand wieder.
Die aus den Schwarzwasserproben errechneten Invertebraten-Biomassen zwischen 2,6 und 7,2 g/m² Nassgewicht sind in jedem Fall als gering anzusehen; das Schwarzwasser muss aufgrund seines Fischnährbestandes als armes Gewässer eingestuft werden (vgl. Tab. 5 in AQUARIUS 1995). Mögliche Gründe für diese geringe Produktivität wurden schon weiter oben angesprochen. Gibt man der natürlichen Feststoffdynamik des Schwarzwassers die "Schuld" daran, so ist die Zusammensetzung und Dichte der Invertebraten-Populationen ein für dieses Gewässer typisches und damit als natürlich anzusehendes biologisches Charakteristikum.

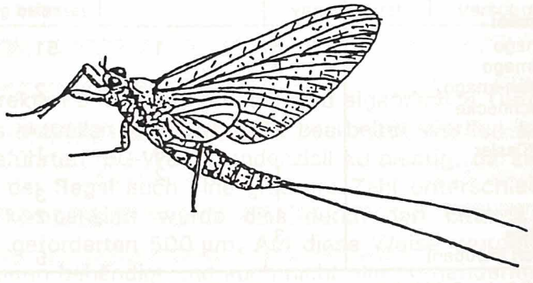
Nahrungsnutzung durch die Fische

Wie aus den obigen Ausführungen zu schliessen ist, mag ein Grund für die eher geringe Fischdichte (vgl. Kap. 3.1) im Schwarzwasser das limitierte Angebot an Fischnährtieren sein. Während der Elektroabfischungen führten wir daher stichprobenartige Magenspülungen an Forellen sowie an einzelnen Schmerlen und Groppen durch. Die Mageninhalte der Tiere wurden mittels Wasserdruck (Silikonschlauch wird betäubtem Fisch eingeführt; vgl. Foto 2.2) ausgespült und später bestimmt (Tab. 3.7).
Die Zusammensetzung der Nahrung der Bachforellen entsprach derjenigen des vorhandenen Angebots an Benthosorganismen (vgl. Tab. 3.6). Ein weiterer, volumenmässig bedeutender Anteil des Mageninhalts bestand aus Anflugnahrung oder terrestrischen Organismen.
Groppen scheinen nährstoffreiche Gammariden zu bevorzugen, während sich die einzige untersuchte Schmerle aufgrund ihrer kleinen, unterständigen Maulöffnung vorwiegend für *Chironomiden* entschied (entspricht den von BLESS 1985 durchgeführten Nahrungsanalysen bei Schmerlen).

Die wenigen Stichproben (relativ viele Bachforellen mit leeren Mägen) lassen noch keine Wertung bezüglich einer Nahrungslimitierung zu. Dennoch scheint dieser Punkt einer der wichtigsten Inhalte weitergehender Überlegungen zu sein und sollte weiterverfolgt werden. Falls sich herausstellt, dass das natürlicherweise geringe Futterangebot im Schwarzwasser keine grössere Forellenpopulation zulässt, müssten sowohl die jährliche Besatzmenge als auch die maximalen Fangquoten neu überdacht werden.



Larve und Imago von *Baetis sp.*



4 Zusammenfassung / Schlussfolgerungen

4.1 Fischbiologischer Ist-Zustand des Schwarzwassers

Im Rahmen der vorliegenden Studie führte die Erfassung, Auswertung und Interpretation von fischbiologisch relevanten Parametern zu einem in folgenden Punkten zusammengefassten Bild des Ist-Zustands des Schwarzwassers. Die Notwendigkeit einer Klassierung (randseitig vermerkt) der Aussagen als "Fakten" (F), "Thesen" (T) und "offene Fragen" (O) ergibt sich zum einen aus der Tatsache, dass erst/nur eine sehr kurze Beobachtungsperiode vorliegt, zum andern aber auch wegen des Zweifels, komplexen ökologischen Systemen mit zur Absolutheit neigenden Aussagen gerecht zu werden.

- Aufgrund der unbeeinflussten Hydrologie, der guten Wasserqualität und der anthropogen eher minim veränderten Struktureigenschaften kann dem Schwarzwasser ein vergleichsweise hoher **Natürlichkeitsgrad** attestiert werden; seine ökologische Funktionsfähigkeit (CHOVANEC et al. 1994) dürfte grösstenteils im Bereich von geringfügig beeinträchtigt bis unbeeinträchtigt liegen. — F
  Anthropogen beeinflusst wird das Schwarzwasser lokal durch Nutzungen von Alluvionsfläche (Landwirtschaft, Strassen, Siedlungen), dann aber auch durch das teilweise Entfernen von Holz (Verklausungen) und die fischereiliche Bewirtschaftung. — F
  Der Freizeitdruck (Baden, Angelfischerei) ist nur lokal und zeitlich eng begrenzt ein Belastungsparameter für das Ökosystem Schwarzwasser. — T

- Das Schwarzwasser weist charakteristische morphologische Eigenschaften der **oberen** (Oberlauf bis Heubach) und **unteren** (Heubach bis Mündung in die Sense) **Forellenregion** auf. Die besatzgestützte Bachforelle (*Salmo trutta fario*) tritt als häufigste Fischart auf. Daneben kommen Schmerlen (*Noemacheilus barbatulus*) und Groppen (*Cottus gobio*) vor; Äschen, Barben und Elritzen sind - eher im Schwarzwasser-Unterlauf - selten angetroffene Irrgäste. — F

- Die **Durchgängigkeit für Fische** ist im Schwarzwasser kaum durch bauliche Hindernisse (z.B. Sohlschwellen) eingeschränkt, trotzdem können örtlich-zeitlich Aufstiegshindernisse auftreten, welche insbesondere die Migrationsbewegungen von Schmerlen und Groppen limitieren. — F
  Als generelles Aufstiegshindernis muss im heutigen Zustand die natürlicherweise entstandene Sandsteinerosions-Stelle unter der alten Schwarzwasserbrücke bezeichnet werden. Die in den engen, in den Sandstein eingefressenen Rinnen gemessenen Fliessgeschwindigkeiten übersteigen auch das Leistungsvermögen von Bachforellen. — T

- Die **an drei ausgewählten Probestellen erfassten Fischbestände** zeigten zum Teil deutliche Unterschiede in den Abundanzen. Diese Unterschiede konnten mehrheitlich mit den entsprechenden Habitateigenschaften erklärt werden, indem beispielsweise für Groppen und Schmerlen das kleinräumige Substratmosaik von grosser Bedeutung ist. Bei den Bachforellen konnten gewisse Unterschiede mit dem morphologischen Angebot in Beziehung gebracht werden, für die geringe Anzahl kleiner Individuen von Bachforellen in der innerhalb der Schonstrecke liegenden Probestelle Schwa-3 liegt bisher keine plausible Erklärung vor. — F
  Generell wird postuliert, dass die Bachforellen die gesamthaft eher seltenen Schwarzwasser-Stellen mit tiefen Kolken, bzw. Pool-Riffle-Abfolgen bevorzugen. — O
  Günstige Strukturen befanden sich oft in Abschnitten mit Totholzan- — F/T

sammlungen (Verklausungen) und ufernahen Vegetationsformen (Weiden, Erlen, etc.); insbesondere im lateralen Bereich der Alluvionsebene gelegene Anrisse (z.B. entlang von Sandsteinwänden) führen zu von Bachforellen bevorzugten Habitaten im Schwarzwasser.
Gesamthaft wurden bei den Abfischungen wenig grössere Bachforellen erfasst, was auf einen relativ hohen Befischungsdruck - zumindest innerhalb der vergleichbar gut zugänglichen Probestellen - schliessen lässt. Dieser Eindruck wird durch die Resultate bei der ein Teil der Schonstrecke darstellenden Probestelle Schwa-3 bestätigt, wo deutlich höhere Anteile von das Fangmindestmass übersteigenden Bachforellen erfasst wurden. F/T

- Die **fischereiliche Produktivität des Schwarzwasser** wird als relativ gering eingeschätzt. Aufgrund verschiedener Ansätze zur Ertragsberechnung kann durchschnittlich mit Jahreshektarerträgen von 15 kg/ha gerechnet werden. F
  Über die Ursachen für die Einschränkung des Ertragsvermögens liegen nur Vermutungen vor. So scheinen die Lebensraumverhältnisse im Schwarzwasser nicht überdurchschnittlich zu sein, indem die oben beschriebenen günstigen Habitatsstrukturen abschnittsweise eher selten auftreten; im weiteren sind die hohen Sandanteile hinderlich bei der Produktion von Nahrungsorganismen für die Fische als auch für das Aufkommen von Bachforellen aus der Naturverlaichung. Ein natürlicherweise geringes Futterangebot infolge hoher Feststoffdynamik (s. unten) sollte bei zukünftigen Produktivitätsbetrachtungen (→ Festlegung der Besatzmengen) im Auge behalten werden. T/O
- Aufgrund eines **Laichgrubeninventars** im Schwarzwasser zwischen Heubach und Mündung in die Sense konnte eine gewisse Aktivität bezüglich Naturverlaichung der Bachforellen festgestellt werden. Aussagen zur effektiven Grösse dieser Laichaktivität sind kaum möglich, da wegen der fehlenden Synchronität (Forellen laichen über 1-3 Monate!) des Ablaichens nur eine Momentaufnahme erfasst werden konnte. Weitere im vorliegenden Bericht ausführlich diskutierte Einschränkungen (Sichtbarkeit der Laichgruben nach Hochwasser, Laichgruben in steileren Abschnitten mit untypischem Habitus, etc.) stellen die Methode der Laichgrubeninventarisierung grundsätzlich in Frage. F
  Es wird deshalb vorgeschlagen, die Qualität des Schwarzwassers als Laichgewässer für Bachforellen (Effizienz der Naturverlaichung) mittels eines Besatzexperiments zu verifizieren. O
- Das Schwarzwasser weist eine für den Mittellauf eines Gebirgsbachs (Metarhithral) typische Zusammensetzung der **Wirbellosenfauna** auf. Es dominieren Eintagsfliegen der Gattungen *Baetis*, *Rhithrogena* und *Ecdyonurus* sowie verschiedene Steinfliegenarten, Köcherfliegenarten (v.a. *Hydropsyche*) und Zuckmückenlarven der Unterfamilien *Orthocladinae* und *Diamesinae*. Sessile Organismen wie auch Stillwasserarten fehlen, was auf die häufigen Geschiebeumlagerungen zurückgeführt wird. Halbsessile Filtrierer (*Hydropsyche*, *Simuliiden*) sind relativ selten, was auf eine geringe organische Drift schliessen lässt, zum andern aber wiederum mit der Sohlendynamik zusammenhängen dürfte. F
  Allgemein wurden niedrige Besiedlungsdichten bzw. Benthos-Biomassen festgestellt; das Schwarzwasser kann demnach als "armes" Gewässer mit niedriger Produktivität bezeichnet werden. Demgegenüber kann, aufgrund der nachgewiesenen Organismengruppen, von einer geringen chemischen Belastung des Schwarzwassers ausgegangen werden: IBG-Werte von mindestens 13 unterstreichen dieses Resultat. F/T

- Zwei wichtige Teilaspekte des Ökosystems Schwarzwasser, die Hydrologie und die Hydraulik, mussten aufgrund fehlender Grundlagen bei der Interpretation wichtiger Lebensraumvorgänge weitgehend ausgeklammert werden. Es wird erwartet, dass diesbezüglich ergänzende Informationen vom in Bearbeitung stehenden Ingenieurteil (Kissling & Zbinden) der Geschiebehaushaltstudie nachgeliefert werden. O
  Speziell interessiert die Frage, inwieweit selektive Kiesentnahmen (v.a. Feinkies und Kies bis max. Korngrösse 8 cm) für ein Defizit der kiesigen Fraktionen im Schwarzwasser verantwortlich sind. Ebenfalls wertvoll wären Erkenntnisse bezüglich der Herkunft der hohen Feinmaterialanteile (Sand).

4.2 Weiteres Vorgehen (Untersuchungsprogramm 1996)

Die Zusammenfassung des fischbiologischen Ist-Zustands und die nach Aussagewert klassierten Schlussfolgerungen im vorangegangen Kapitel zeigen im wesentlichen die Informationsdefizite auf. Besonders der Einflussbereich Hydrologie/Hydraulik konnte bisher nicht in die Diskussion miteinbezogen werden. Dann aber besteht eine grosse Wissenslücke innerhalb einer der Hauptfragestellungen der Untersuchungen 1995: Funktioniert die Naturverlaichung im Schwarzwasser; wie gross ist ihr Beitrag zum Bachforellen-Bestand? Als weiteres sind aufgrund der einmaligen Bestandsaufnahmen erst grobe Kenntnisse der Fisch- und Makrozoobenthospopulationen vorhanden. Für detaillierte Aussagen (z.B. zur Populationsdynamik der Fische bzw. Artenvielfalt des Makrozoobenthos) müssen weitere Probenahmen bewerkstelligt werden, wobei für die Fische mit Vorteil ein erster Termin vor der Fischereieröffnung (16. März) gewählt wird, beim Makrozoobenthos eine Periode mit grösseren Entwicklungsstadien (als bei der Probenahme im Oktober 1995; vgl. Kap. 3.4).
Aufgrund der obigen Aussagen besteht ein Handlungsbedarf für eine Weiterführung der Untersuchungen am Schwarzwasser; ein mögliches Untersuchungsprogramm ist in der Tabelle 4.1 widergegeben. Vorbehalten bleiben muss die Anpassung der Lage der Probestellen aufgrund der Ergebnisse des Ingenieurbüros Kissling & Zbinden AG.

Die Untersuchungen im Jahre 1995 haben gezeigt, dass kaum eine monokausale Beeinflussung der Fischbestände durch Kiesentnahmen am Schwarzwasser nachgewiesen werden kann. Die Komplexität des natürlichen Systems verunmöglicht es offensichtlich, dass anhand punktueller Beprobungsflächen (noch ist nicht einmal eindeutig abgeklärt, ob die untersuchten Probestellen die an sie gestellten Kriterien [unterschiedliche Hydraulik bzw. Sohlenstabilität] erfüllen) ein diesbezüglicher Nachweis erbracht werden kann.
Neue Fragestellungen, wie die Produktivität des Gewässers als solches oder die Eignung für die Naturverlaichung der Bachforellen, rückten ins Zentrum, zumal noch keine Aussagen bezüglich der Feststoffdynamik des Gewässers respektive deren Beeinflussung durch Kiesentnahmen vorhanden sind.
Für die Fortsetzung des Projekts am Schwarzwasser gilt es demnach, einen Grundsatzentscheid zu fällen und ein allfälliges Scheitern bei der Beantwortung der ursprünglichen Fragestellung in Kauf zu nehmen. Es darf davon ausgegangen werden, dass eine Weiterführung der Untersuchungen, wie es in Tabelle 4.1 vorgeschlagen wird, zwar wichtige fischereibiologische Grundlagen zum Schwarzwasser liefern würde, eine gezielte Fortsetzung des biologischen Teils der Geschiebehaushaltstudie aber erst nach der Fertigstellung des Berichtes von Kissling & Zbinden sinnvoll ist (ein zusätzliches Untersuchungsjahr mit Probenahmen erhöht jedoch zweifelsohne die späteren Interpretationsmöglichkeiten).

Tab. 4.1: Vorschlag für Untersuchungsprogramm 1996.

Untersuchungsinhalt	Methode	Termin
Makrozoobenthos • Erfassung der Benthosbesiedlung an den drei Probestellen Schwa-1, Schwa-2 und Schwa-3.	• Quantitative Probenahmen mit Surbersampler; mehrere Teilproben à 0,1 m^2 (repräsentativ für vorhandene Substrat- und Strömungsverhältnisse).	• April/Mai 1996
Fischereiliche Bestandsaufnahmen • Erfassung der Fischbestände an den Probestellen Schwa-1, Schwa-2 und Schwa-3. • Biometrie der erfassten Fische; Wiederfang markierter Fische? • Markierung der erfassten Fische (Wiederfangexperiment ⇒ Standorttreue; Populationsdynamik).	• Elektroabfischungen mit vergleichbarem Fangaufwand wie 1995 (s. Tab. 2.1). • Farbmarken auf verschiedene Flossen mit Hochdruckmarkiergerät (Panjet) und der Farbe Alcianblau.	• ca. 10.-15. März 1996
Besatzexperiment • Gruppenmarkierung des Bachforellen-Besatzjahrgangs 1996. (• alternativ: Aussetzen des Besatzes.)	• Fettflossenschnitt (evtl. coded wire-Tag) bei allen ins Schwarzwasser eingesetzten Besatzfischen; die Markierungsprozedur bedingt eine Mindestgrösse der Besatzfische von 6-8 cm (→ Sömmerlinge). → Bestandserhebungen mittels Elektrofischerei zur Kontrolle des Anteils naturverlaichter (unmarkierter) Bachforellen.	• Sommer 1996 • Sommer/Herbst 1996 (1997/1998)

5 Literaturverzeichnis

AquaPlus, 1994. Beurteilung der Gewässergüte und der Ökomorphologie in der Sense, im Schwarzwasser und in der Saane unterhalb von Laupen. Auftrag zHv GSA des Kantons Bern im Rahmen des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS), 2 Bände.

Aquarius, 1995. Erarbeiten einer Methode zur Ermittlung des fischereilichen Ertragsvermögens. Auftragsarbeit zHv Fischereininspektorat des Kanton Bern, 63 S. + Anhang.

Aschwanden, H. und R. Weingartner, 1985. Die Abflussregimes der Schweiz. Publ. Gewässerkunde Nr 76. Geographisches Inst. Univ. Bern.

Bach, E., 1980. Ein chemischer Index zur Überwachung der Wasserqualität von Fliessgewässern. DGM 24(4/5): 102-106.

Bain, M.B., Finn, J.T. and H.E. Booke, 1985. Quantifying Stream Substrate for Habitat Analysis Studies. N. Am. J. Fish. Management 5: 499-500.

Bless, R., 1982. Untersuchungen zur Substratpräferenz der Groppe, *Cottus gobio* L. Senckenbergiana biol. 63(3/4): 161-165.

Bless, R., 1985. Zur Regeneration von Bächen der Agrarlandschaft; eine ichthyologische Fallstudie. Schriftenr. f. Landschaftspflege und Naturschutz 26, Bonn-Bad Godesberg, ISBN 3-7843-2026-0, 80 S.

Brunken, H., 1988. Ausbreitungsdynamik von *Noemacheilus barbatulus* L. Dissertation Techn. Univ. Carolo-Wilhelmina, Braunschweig, Naturwiss. Fak.

Chovanec, A., Heger, H., Koller-Kreimel, V., Moog, O., Spindler, T. und H. Waidbacher, 1994. Anforderungen an die Erhebung und Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Fliessgewässern - eine Diskussionsgrundlage. Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft 46(11/12): 257-264.

Crisp, D.T. and P.A. Carling, 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. J. Fish Biol. 34: 119-134.

De Lury, D.B., 1947. On the estimation of biological population. Biometrics 3: 145-167.

EDI, 1982. Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer (Stand 1982). Eidg. Departement des Innern, Bern.

Elliott, J.M., 1994. Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford University Press, 286 p.

Hermansen, H. and C. Krog, 1985. A review of brown trout (*Salmo trutta*) spawning beds, indicating methods for their re-establishment in Danish lowland rivers. In: Alabaster J.S. (Ed.): Habitat Modification and Freshwater Fisheries; Butterworths London: 116-123.

Huet, M., 1959. Profiles and biology of Western European Streams as related to fish management. Trans. Am. Fish. Soc. 88/3: 155-163.

Huet, M., 1964. The evaluation of the fish productivity in fresh waters (the coefficient of productivity k). Verh. Intern. Verein. Limnol. 15: 524-528.

Jungwirth, M. and H. Winkler, 1984. The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta fario*). Aquaculture 38: 315-327.

Lassleben, P., 1977. Das Schätzverfahren für Fischgewässer nach Léger und Huet. Österr. Fischerei 28/4: 53-64.

Léger, L., 1945. Economie biologique et productivité de nos rivières à cyprinides. Bull. Français de pisciculture No. 139.

LH, 1992. Hydrologischer Atlas der Schweiz. Landeshydrologie und -geologie der Schweiz, Bern.

Marrer, H., 1984. Ausbau des Kraftwerk Reckingen; Bericht über die fischereibiologischen Auswirkungen. UVP im Auftrag des Baudepartements des Kantons Aargau.

Ochsenbein, U. und Mitarbeiter, 1994. Wasserqualität bernischer Fliessgewässer; Untersuchungsergebnisse 1987-92. GSA, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, 200 S.

Peter, A.J., 1987. Untersuchungen über die Populationsdynamik der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) im System der Wigger, mit besonderer Berücksichtigung der Besatzproblematik. Dissertation, ETH Zürich, 246 S.

Rey, P., Ortlepp, J., Maurer, V. und St. Gerster, 1995. Rückkehr der Lachse in Wiese, Birs und Ergolz; Programm "Lachs 2000" der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR), BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 258.

Roth, H. und E. Staub, 1985. Berechnung der Schäden bei Fischsterben in Fliessgewässern. Schriftenr. Fischerei Nr. 44, 62 S.

Rutsch, R.F., 1967. Geologischer Atlas der Schweiz; Erläuterungen zum Atlasblatt 26.

Shirvell, C.S. and R.G. Dungey, 1983. Microhabitats Chosen by Brown Trout for Feeding and Spawning in Rivers. Trans. Am. Fish. Soc. 112: 355-367.

Dank

Der Auftraggeber dieser Studie, das Fischereiinspektorat des Kantons Bern, hat uns mit Rat und Tat unterstützt. Insbesondere Dr. Th. Vuille und den Fischereiaufsehern M. Flück, M. Tschan und H. Walther möchten wir an dieser Stelle herzlich für Ihre Unterstützung danken. Ein grosses Dankeschön geht ebenfalls an die freiwilligen Helfer des SFV Schwarzenburg und Umgebung, die bei den Abfischungen im Einsatz standen. Herrn J. Pieren, Kissling & Zbinden AG, danken wir für das Überlassen von Kartenmaterial.

Anhang

Seite

Wasserqualität A2

Laichgruben-Parameter A3

Makroinvertebraten-Probenahmen A4

Urlisten der Abfischungen 1995

Schwa-1 (12.10.1995) A5

Schwa-2 (12.10.1995) A7

Schwa-3 (12.10.1995) A11

Abkürzungen der Fischnamen in den Urlisten (Anhang A5 - A12):

Abkürzung	**Name**	***wissenschaftlich***
Bafo	Bachforelle	*Salmo trutta fario*
Grop	Groppe	*Cottus gobio*
Schme	Schmerle	*Noemacheilus barbatulus*

Tab. A1: **Chemisch-physikalische Kenndaten des Schwarzwassers für das Jahr 1992.** Aufnahmen durch das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern. Bestimmung des Chemical Index (CI) nach BACH (1980) durch das Büro HYDRA.

Probestelle: Wislisau (Koord. 597.700/184.120)

Datum	Temp. [°C]	pH	O_2-Sätt. [%]	DOC [mg C/l]	NH_4-N [mg/l]	NO_2-N [mg/l]	NO_3-N [mg/l]	Chlorid [mg/l]	PO_4-P [mg/l]	P_{tot} [mg/l]	Ges.härte [mVal/l]	el. Leitf. [µS/cm]	CI [Bach 1980] (ohne BSB5)
16.01.92	0.4	7.90	94.6	1.0	0.012	0.003	1.90	6.1	0.021	0.019		372	94.91
17.02.92	0.9	7.85	98.2	3.9	0.063	0.004	1.50	5.6	0.016	0.083	3.2	276	96.60
17.03.92	6.8	8.51	96.8	4.3	0.054	0.004	1.30	4.1	0.013	0.029		257	91.80
15.04.92	5.4	8.91	111.6	3.4	0.029	0.007	0.90	3.4	- [1]	0.037	2.8	239	86.83
21.05.92	16.3	8.20	109.5	2.0	0.036	0.011	1.20	4.6	0.016	0.032		324	92.75
15.06.92	18.2	8.08	110.4	2.6	0.030	0.007	1.10	3.3	0.019	0.038	3.9	347	92.75
14.07.92	11.9	8.43	99.3	4.0	0.035	0.003	1.00	2.4	0.016	0.036		309	92.17
12.08.92	20.5	8.40	111.9	1.3	0.014	0.005	1.60	4.9	0.016	0.031	4.2	360	87.51
10.09.92	12.9	8.09	103.7	4.5	0.036	0.004	0.80	2.5	0.013	0.036		283	95.18
12.10.92	11.0	8.16	103.2	3.4	0.020	0.005	1.00	3.2	0.014	0.030	3.8	330	94.12
10.11.92	8.5	8.10	104.7	2.3	0.044	0.006	1.80	3.9	0.015	0.036		348	94.06
9.12.92	3.5	8.50	102.0	3.0	0.030	0.004	1.20	3.4	- [1]	0.026	3.6	304	91.56
arith. Mittel	9.7	8.26	103.8	3.0	0.034	0.005	1.28	4.0	0.013	0.036	3.6	312	93.45
Std.abw.	6.6	0.30	6.0	1.2	0.015	0.002	0.35	1.2	0.006	0.016	0.5	42	2.92
geom. Mittel	6.3	8.26	103.7	2.7	0.030	0.005	1.23	3.8	0.010	0.034	3.6	310	93.54

- [1] : Messwert kleiner als Bestimmungsgrenze

Probestelle: Schwarzwasserbrücke (Koord. 594.400/190.370)

Datum	Temp. [°C]	pH	O_2-Sätt. [%]	DOC [mg C/l]	NH_4-N [mg/l]	NO_2-N [mg/l]	NO_3-N [mg/l]	Chlorid [mg/l]	PO_4-P [mg/l]	P_{tot} [mg/l]	Ges.härte [mVal/l]	el. Leitf. [µS/cm]	CI [Bach 1980] (ohne BSB5)
16.01.92	0.6	8.00	99.7	1.0	0.014	- [1]	2.90	7.6	0.018	0.036		408	93.47
17.02.92	0.8	7.85	98.0	3.3	0.046	0.006	2.60	6.4	0.030	1.300	3.9	330	95.60
17.03.92	5.3	8.64	92.6	3.7	0.032	0.004	2.10	5.7	0.017	0.037		307	89.06
15.04.92	5.9	8.85	110.4	3.0	0.047	0.007	1.90	5.2	0.010	0.036	3.6	298	86.98
21.05.92	16.5	8.20	119.3	2.0	0.025	0.012	1.90	6.8	- [1]	0.023		317	90.98
15.06.92	16.9	7.88	110.3	2.7	0.086	0.007	1.90	5.3	0.021	0.052	4.5	403	93.51
14.07.92	12.4	8.58	100.0	2.9	0.030	0.003	2.10	4.4	0.021	0.058		380	89.56
12.08.92	18.0	8.40	108.2	1.3	0.022	0.007	2.20	6.7	- [1]	0.015	3.8	322	90.57
10.09.92	13.8	8.23	108.4	3.2	0.028	0.005	1.60	4.3	0.013	0.037		327	93.01
12.10.92	11.4	8.61	107.5	2.5	0.026	0.004	1.80	5.1	0.009	0.021	4.2	344	89.61
10.11.92	8.6	8.10	108.0	2.5	0.029	0.004	2.90	5.9	0.044	0.081		378	92.85
9.12.92	4.2	8.60	104.8	2.5	0.024	0.004	2.60	6.0	0.012	0.095	4.4	368	89.36
arith. Mittel	9.5	8.33	105.6	2.6	0.034	0.006	2.21	5.8	0.020	0.149	4.1	349	92.16
Std.abw.	6.2	0.33	7.1	0.8	0.019	0.003	0.44	1.0	0.011	0.363	0.4	38	2.47
geom. Mittel	6.5	8.32	105.4	2.4	0.031	0.005	2.17	5.7	0.011	0.052	4.1	347	92.26

- [1] : Messwert kleiner als Bestimmungsgrenze

Tab. A2: Messungen chemisch-physikalischer Parameter an den Probestellen Schwa-1 bis Schwa-3 während den Makrozoobenthos-Probenahmen am 11.10.1995. Feldgeräte: WTW (Weilheim) pH196T, Lf196, Oxi196.

Probestelle	Temp. [°C]	pH	O_2-Sätt. [%]	el. Leitf. [µS/cm]
Schwa-1	13.5	8.15	84	417
Schwa-2	14.1	8.30	87	440
Schwa-3	11.0	8.35	88	443

Tab. A3: Laichgrubenkartierung im Schwarzwasser vom 6.-9. und 30. (kursive Schrift in Tabelle) November 1995.

Aufnahme durch: HYDRA Bern, St. Gerster

Gewässer: Schwarzwasser | Projekt: Geschiebehaushaltstudie (Phase 1995)

Datum: 6./9./30.11.95 | Wetter: schön | Sicht ins Wasser: sehr gut

SW-km	Wassertiefe [cm] Grube	Hügel	LG-Vermessung [cm] Länge	Breite	Fliessgeschw. [m/s] V_{U+5}	V_{O5}	Substrataufnahme nach BAIN et al. (1985) dominantes Substrat [s. Codierung unten] 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\bar{x}$	s	Untergrund (Sand, etc)	Kolmation [s. unten]	Bemerkungen (Aufwuchs, etc.)
0.13	*45*		*100*	*50*	-	-	*keine Angaben*																							
0.30	15	10	140	45	0.2	0.35	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10	0.31			
0.30	*17*	*12*	*80*	*50*	-	-	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	3.30	0.73			
1.72	30	15	350	150	0.25	0.45	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3.30	0.47	viel Sand	(+/-)	Mitte; evtl. 2-3 Übergrabungen
1.73	20	10	140	80	0.3	0.6	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3.30	0.47	viel Sand	(+/-)	linkes Ufer
1.87	15		300	70	0.4	0.6	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3.45	0.60			
2.44	-	-	*100*	*50*	*gering l*		*keine Angaben*																						*viel Sand*		
3.93	15		80	50	hoch		*keine Angaben*																						evtl. Testgrabung		
4.63	20	15	200	60	0.3	0.5	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3.25	0.72	turbulent; evtl. Testgrabung	(+/-)	
5.72	*40*	*32*	*180*	*55*	*0.35*	*0.45*	*grob (4 und 5)*																						*"alte" LG ?*		
5.94	*50*		*100*	*50*	*0.45*	*0.65*	*3 / 4 (5)*																						*LG ?; Auslauf v. Riffle*		
6.02	20		200	50	0.3	0.5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.20	0.41	1 / 2 / 3	-	
6.03	25	20	160	70	0.4	0.5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3.20	0.41	1 / 2 / 3	-	"alte" LG; Kieselalgenbewuchs
6.03	*25*		*450*	*100*	*0.38*	*0.55*	*keine Angaben*																						*2-3 LG übergr.*		
6.12	42	38	150	50	0.2	0.35	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3.10	0.85	1 / 2 / 3	-	überhängende Äste am Ufer
6.42	28	17	110	60	0.4	0.6	2	4	2	4	3	4	2	4	3	3	1	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3.15	0.67	Sand	-	evtl. 2 LG übergraben
6.48	*15-25*		*150*	*100*	*0.25*	*0.4*	*keine Angaben*																								
6.57	65	53	90	60	0.2	0.3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3.35	0.67	1 / 2	-	
6.61	17	10	110	60	0.25	0.4	3	2	5	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.35	0.67			
6.79	22	13	110	50	0.25	0.25	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.80	0.62			
7.64	36	24	130	60	0.3	0.45	*keine Angaben*																								
8.84	38	31	190	80	0.3	0.6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.10	0.31		-	2-3 Leich-
8.84	22	16	190	100	0.3	0.6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.10	0.31		-	gruben
8.86							*keine Angaben*																								
10.10	22	11	170	70	0.4	0.5	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.40	0.50		-	bei Bäumen im Wasser
10.50							*keine Angaben*																								
15.35	*15*	*9*	*50*	*30*	*0.2*	*0.25*	*2 dominant (rel. grosser Sandanteil)*																								

Fliessgeschwindigkeiten

V_{U+5} : Fl. geschw. 5 cm über Grund

V_{O5} : Fl. geschw. 5 cm unter Oberfläche

Kolmation (Codierung)

Code	
-	*keine* (lockeres Substrat, gebirgsbachähnliche Verhältnisse)
+/-	*Kolmationstendenz* (Versandung, Steine wenig "klebend")
+	*kolmatiert / zementiert* (deutliche Kolmationserscheinungen)

Substratkategorien (Codierung)

Code	Granulometrie	
1	*glatte Oberflächen*	
1	*Sand, Silt*	< 2 mm
2	*Kies*	2 - 20 mm
3	*Schotter*	2 - 6 cm
4	*Steine*	6 - 20 cm
5	*Blöcke*	> 20 cm

Makroinvertebraten-Probenahmen

Auszähltabelle mit Entwicklungsstadien

Arten		SCHWA-1 Ufe	SCHWA-1Mitte	SCHWA-2	SCHWA-3
PLECOPTERA					
Leuctridae					
Leuctra spec.	juv	5	54	11	23
Nemouridae					
Amphinemura spec.	juv	4	3	2	21
Nemoura spec.	juv	1	3	2	
Perlodidae					
Isoperla spec.	juv	23	3	15	72
	adult			1	42
TRICHOPTERA					
Hydropsychidae					
Hydropsyche spec.	juv	1	2	20	63
	mittel	7	3		12
Odontoceridae					
Odontocerum albicorn	adult	1		1	
Rhyacophilidae					
Rhyacophila spec.	juv			5	2
	mittel	1		3	5
Sericostomatidae					
Sericostoma spec.	adult			1	
EPHEMEROPTERA					
Baetidae					
Baetis spec.	juv	17	20	5	34
	adult	3	17	18	53
Cloeon spec.	adult			1	
Heptageniidae					
Ecdyonurus spec.	juv	20		16	>300
	mittel	27		21	132
Rhitrogena spec.	juv		37	12	67
	mittel		13	7	12
Leptophlebiidae					
Habroleptoides spec.	mittel	2		1	
COLEOPTERA					
Elmidae					
Elmidae Imago		4		8	
Elmis spec.-Larve		2	2	11	7
Limnius spec..-Larve		3			2
Hydraenidae					
Hydraenidae -Larve			1	1	1
DIPTERA					
Athericidae					
Atherix marginata	adult	8		1	6
Chironomidae		72	73	266	34
Psychodidae		1			
Limoniidae					
Limoniidae indet.	adult		1	1	
Dicranota spec.					1
Simuliidae					
Simulium spec.	juv		6	1	3
	mittel/adult		5	3	
Tipulidae	adult				1
AMPHIPODA					
Gammaridae					
Gammarus fossarum	juv	3		4	6
	mittel	2		1	2
OLIGOCHAETA			2	2	

Urlisten der Abfischungen vom 12. Oktober 1995

(sortiert nach Abfischstrecken, Fischarten und Fischlängen)

Objekt: Schwarzwasser (Kanton Bern)
Projekt: Geschiebehaushaltstudie Schwarzwasser
(Auftraggeber: Fischereiinspektorat des Kantons Bern)

Probestelle: **Schwa-1** (zwischen Wislisau und Rüschegg-Graben)

Koordinaten der unteren Grenze der Abfischungsstrecke: 597'675/183'375
Abfischungsstrecke ca. 180 m (flussaufwärts abgefischt)
benetzte Wasserfläche während Abfischung: ca. 1550 m^2
mit 1 E-Gerät (Grassl 5,0 kW; 400/700 V) und 2 Anoden gefischt

Datum: 12. Oktober 1995	Zeit: 8.00 - 9.25 Uhr
	Leitf.: 420 µS
Wetter: sonnig	Wassertemp.: ca. 12 °C

Markierung FANG: Panjet an Schwanzflosse oben

1. Durchgang (8.00 - 8.50 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	7.7	5	1.095	
Bafo	8.1	7	1.317	
Bafo	8.3	6	1.049	
Bafo	8.4	6	1.012	
Bafo	8.4	6	1.012	
Bafo	8.8	9	1.321	
Bafo	9.1	8	1.062	
Bafo	9.4	9	1.084	
Bafo	9.5	10	1.166	
Bafo	9.5	9	1.050	
Bafo	9.7	10	1.096	
Bafo	9.7	11	1.205	
Bafo	9.9	8	0.824	
Bafo	10.0	11	1.100	
Bafo	10.2	12	1.131	
Bafo	10.2	10	0.942	
Bafo	10.2	10	0.942	
Bafo	10.2	10	0.942	
Bafo	10.3	11	1.007	
Bafo	10.3	11	1.007	
Bafo	10.3	11	1.007	
Bafo	10.5	11	0.950	
Bafo	10.5	13	1.123	
Bafo	10.7	12	0.980	
Bafo	10.7	13	1.061	
Bafo	10.7	14	1.143	
Bafo	10.8	15	1.191	
Bafo	10.9	15	1.158	
Bafo	11.1	13	0.951	
Bafo	11.2	13	0.925	
Bafo	11.3	16	1.109	
Bafo	11.4	14	0.945	
Bafo	11.6	14	0.897	
Bafo	11.6	17	1.089	
Bafo	11.8	19	1.156	
Bafo	11.9	18	1.068	
Bafo	11.9	18	1.068	
Bafo	12.3	20	1.075	
Bafo	12.3	20	1.075	
Bafo	12.3	23	1.236	
Bafo	12.5	18	0.922	

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	12.9	22	1.025	
Bafo	12.9	23	1.071	
Bafo	12.9	27	1.258	
Bafo	13.1	24	1.068	
Bafo	13.2	25	1.087	
Bafo	14.0	32	1.166	
Bafo	14.3	31	1.060	
Bafo	15.0	38	1.126	
Bafo	15.2	40	1.139	
Bafo	15.7	35	0.904	
Bafo	16.1	40	0.958	
Bafo	17.7	59	1.064	
Bafo	17.9	65	1.133	
Bafo	18.2	57	0.945	
Bafo	18.6	75	1.166	
Bafo	18.7	68	1.040	
Bafo	18.7	78	1.193	
Bafo	18.8	68	1.023	
Bafo	18.9	66	0.978	
Bafo	19.2	79	1.116	
Bafo	19.2	80	1.130	
Bafo	19.6	83	1.102	
Bafo	19.9	85	1.079	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	20.0	83	1.038	
Bafo	20.2	87	1.056	
Bafo	20.2	95	1.153	
Bafo	20.2	87	1.056	
Bafo	20.5	87	1.010	
Bafo	20.6	95	1.087	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	21.2	112	1.175	
Bafo	24.9	185	1.198	
Grop	11.9	21	1.246	Magenspülung (Sammelprobe)
Grop	14.2	33	1.153	Magenspülung (Sammelprobe)
Schme	4.8	1	0.904	
Schme	10.2	10	0.942	
Schme	10.5	11	0.950	
Schme	11.0	11	0.826	
Schme	11.8	13	0.791	
Schme	12.0	15	0.868	
Schme	12.2	15	0.826	
Schme	13.0	17	0.774	

Total: 72 Bachforellen
2 Groppen
8 Schmerlen

2. Durchgang (9.00 - 9.25 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	6.4	3	1.144	
Bafo	6.8	3	0.954	
Bafo	11.0	16	1.202	
Bafo	11.0	14	1.052	
Bafo	11.6	18	1.153	
Bafo	12.1	20	1.129	
Bafo	12.2	18	0.991	
Bafo	13.2	26	1.130	
Bafo	18.3	66	1.077	
Bafo	19.1	78	1.119	
Schme	10.5	10	0.864	
Schme	10.7	10	0.816	Schwfl. o fehlt, Magenspülung (Sammelprobe)
Schme	11.0	10	0.751	
Schme	11.1	13	0.951	
Schme	11.7	17	1.061	

Total: 10 Bachforellen
5 Schmerlen

Probestelle: **Schwa-2** (ca. 200 m uh. Wislisau-Brücke)

Koordinaten der unteren Grenze der Abfischungsstrecke: 597'600/184'375
Abfischungsstrecke ca. 180 m (flussaufwärts abgefischt)
benetzte Wasserfläche während Abfischung: ca. 1830 m^2
mit 1 E-Gerät (Grassl 5,0 kW; 400/700 V) und 2 Anoden gefischt

Datum: 12. Oktober 1995	Zeit: 10.35 - 12.00 Uhr
	Leitf.: 440 µS
Wetter: sonnig	Wassertemp.: ca. 13 °C

Markierung FANG: Panjet an Schwanzflosse unten

1. Durchgang (10.35 - 11.20 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	6.6	4	1.391	
Bafo	7.2	5	1.340	
Bafo	7.2	5	1.340	
Bafo	7.4	4	0.987	
Bafo	7.5	4	0.948	
Bafo	7.5	4	0.948	
Bafo	7.8	5	1.054	
Bafo	7.8	6	1.264	
Bafo	7.9	5	1.014	
Bafo	8.0	4	0.781	
Bafo	8.1	6	1.129	
Bafo	8.2	4	0.725	
Bafo	8.3	5	0.874	
Bafo	8.4	5	0.844	
Bafo	8.4	5	0.844	
Bafo	8.5	6	0.977	
Bafo	8.5	6	0.977	
Bafo	8.6	7	1.101	
Bafo	8.7	6	0.911	
Bafo	8.7	8	1.215	
Bafo	8.7	7	1.063	
Bafo	8.7	6	0.911	
Bafo	8.8	7	1.027	
Bafo	8.8	7	1.027	
Bafo	8.9	7	0.993	
Bafo	8.9	6	0.851	
Bafo	8.9	8	1.135	
Bafo	8.9	6	0.851	
Bafo	9.1	9	1.194	
Bafo	9.1	7	0.929	
Bafo	9.1	8	1.062	
Bafo	9.1	7	0.929	
Bafo	9.1	7	0.929	
Bafo	9.1	7	0.929	
Bafo	9.2	8	1.027	
Bafo	9.2	7	0.899	
Bafo	9.2	7	0.899	
Bafo	9.3	9	1.119	
Bafo	9.3	9	1.119	
Bafo	9.3	8	0.995	
Bafo	9.4	8	0.963	
Bafo	9.4	11	1.324	
Bafo	9.4	11	1.324	
Bafo	9.4	9	1.084	
Bafo	9.4	8	0.963	
Bafo	9.5	8	0.933	
Bafo	9.7	9	0.986	
Bafo	9.8	10	1.062	
Bafo	9.9	9	0.928	
Bafo	10.0	9	0.900	
Bafo	10.0	10	1.000	
Bafo	10.0	9	0.900	
Bafo	10.0	12	1.200	
Bafo	10.1	12	1.165	
Bafo	10.1	10	0.971	

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions- Faktor	Bemerkungen
Bafo	10.2	11	1.037	
Bafo	10.2	11	1.037	
Bafo	10.2	12	1.131	
Bafo	10.3	11	1.007	
Bafo	10.5	11	0.950	
Bafo	10.5	11	0.950	
Bafo	10.6	11	0.924	
Bafo	10.6	13	1.092	
Bafo	10.6	10	0.840	
Bafo	10.8	11	0.873	
Bafo	10.8	11	0.873	
Bafo	11.2	12	0.854	
Bafo	11.2	14	0.996	
Bafo	11.3	16	1.109	
Bafo	11.4	16	1.080	
Bafo	11.5	17	1.118	
Bafo	11.6	17	1.089	
Bafo	11.6	19	1.217	
Bafo	11.6	15	0.961	
Bafo	11.6	15	0.961	
Bafo	11.7	14	0.874	
Bafo	11.9	15	0.890	
Bafo	12.0	18	1.042	
Bafo	12.0	18	1.042	
Bafo	12.0	16	0.926	
Bafo	12.1	14	0.790	
Bafo	12.2	20	1.101	
Bafo	12.3	17	0.914	
Bafo	12.4	23	1.206	
Bafo	12.5	18	0.922	
Bafo	12.5	18	0.922	
Bafo	12.8	21	1.001	
Bafo	12.8	24	1.144	
Bafo	12.9	19	0.885	
Bafo	12.9	23	1.071	
Bafo	13.7	25	0.972	
Bafo	14.1	32	1.142	
Bafo	14.1	29	1.035	
Bafo	14.2	30	1.048	
Bafo	15.2	42	1.196	
Bafo	15.3	40	1.117	
Bafo	15.5	46	1.235	
Bafo	15.5	37	0.994	
Bafo	15.6	42	1.106	
Bafo	15.8	42	1.065	
Bafo	16.0	37	0.903	
Bafo	16.1	44	1.054	
Bafo	16.1	44	1.054	
Bafo	16.2	48	1.129	
Bafo	16.2	55	1.294	
Bafo	16.3	44	1.016	
Bafo	16.7	46	0.988	
Bafo	16.8	42	0.886	
Bafo	17.0	50	1.018	
Bafo	17.1	51	1.020	
Bafo	17.3	57	1.101	verletzt am linken Opercula
Bafo	17.3	52	1.004	
Bafo	17.5	48	0.896	
Bafo	17.6	56	1.027	
Bafo	17.7	64	1.154	
Bafo	17.9	65	1.133	
Bafo	17.9	56	0.976	
Bafo	18.1	59	0.995	
Bafo	18.1	65	1.096	
Bafo	18.1	58	0.978	
Bafo	18.2	61	1.012	
Bafo	18.4	63	1.011	
Bafo	18.5	62	0.979	
Bafo	18.5	63	0.995	
Bafo	18.5	65	1.027	
Bafo	18.8	75	1.129	
Bafo	18.9	72	1.066	

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions- Faktor	Bemerkungen
Bafo	19.1	73	1.048	
Bafo	19.1	74	1.062	
Bafo	19.2	74	1.046	
Bafo	19.3	72	1.002	
Bafo	19.4	78	1.068	
Bafo	19.6	69	0.916	
Bafo	19.8	74	0.953	
Bafo	19.8	72	0.928	
Bafo	19.9	82	1.041	
Bafo	19.9	91	1.155	
Bafo	20.0	86	1.075	
Bafo	20.0	79	0.988	
Bafo	20.1	82	1.010	
Bafo	20.3	89	1.064	
Bafo	20.3	84	1.004	
Bafo	20.4	93	1.095	
Bafo	20.5	99	1.149	
Bafo	20.5	87	1.010	
Bafo	20.5	88	1.021	
Bafo	20.8	93	1.033	
Bafo	21.0	87	0.939	
Bafo	21.0	92	0.993	
Bafo	21.3	105	1.087	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	22.2	109	0.996	
Bafo	22.3	110	0.992	
Bafo	22.8	126	1.063	
Bafo	23.7	135	1.014	
Bafo	23.7	143	1.074	
Bafo	23.8	142	1.053	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	24.0	161	1.165	
Bafo	24.4	167	1.150	
Bafo	24.5	160	1.088	
Bafo	24.6	158	1.061	
Bafo	24.7	154	1.022	
Bafo	25.6	170	1.013	
Bafo	26.2	209	1.162	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	27.2	211	1.049	
Grop	14.2	32	1.118	
Schme	8.6	6	0.943	
Schme	8.8	6	0.880	
Schme	9.9	8	0.824	
Schme	10.1	8	0.776	
Schme	10.6	9	0.756	
Schme	10.8	11	0.873	
Schme	10.9	10	0.772	
Schme	11.0	10	0.751	
Schme	11.1	11	0.804	
Schme	11.4	12	0.810	
Schme	11.8	14	0.852	
Schme	13.6	24	0.954	

Total: 164 Bachforellen
2 Groppen
12 Schmerlen

2. Durchgang (11.30 - 12.00 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions- Faktor	Bemerkungen
Bafo	6.8	3	0.954	
Bafo	7.3	4	1.028	
Bafo	7.8	4	0.843	
Bafo	8.2	6	1.088	
Bafo	8.2	5	0.907	
Bafo	8.4	5	0.844	
Bafo	8.4	5	0.844	
Bafo	8.5	5	0.814	
Bafo	8.6	5	0.786	
Bafo	8.7	6	0.911	
Bafo	8.8	6	0.880	
Bafo	8.8	6	0.880	

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	8.9	8	1.135	
Bafo	9.0	8	1.097	
Bafo	9.0	6	0.823	
Bafo	9.2	8	1.027	
Bafo	9.4	7	0.843	
Bafo	9.5	8	0.933	
Bafo	9.7	8	0.877	
Bafo	10.0	9	0.900	
Bafo	10.1	10	0.971	
Bafo	10.3	11	1.007	
Bafo	10.5	9	0.777	
Bafo	10.6	10	0.840	
Bafo	10.8	12	0.953	
Bafo	10.9	15	1.158	
Bafo	11.0	13	0.977	
Bafo	11.3	15	1.040	
Bafo	11.4	18	1.215	
Bafo	11.6	16	1.025	
Bafo	12.1	21	1.185	
Bafo	12.9	22	1.025	
Bafo	13.0	18	0.819	
Bafo	13.2	24	1.043	
Bafo	16.0	42	1.025	
Bafo	16.9	55	1.139	
Bafo	17.1	53	1.060	
Bafo	17.5	55	1.026	
Bafo	17.7	58	1.046	
Bafo	18.1	68	1.147	
Bafo	18.2	65	1.078	
Bafo	18.3	62	1.012	
Bafo	18.4	70	1.124	
Bafo	20.3	85	1.016	
Bafo	21.5	118	1.187	
Bafo	22.5	122	1.071	
Schme	8.7	6	0.911	
Schme	9.3	6	0.746	Markierung Fang: Schfl. o/u
Schme	10.3	9	0.824	
Schme	10.7	10	0.816	
Schme	11.0	9	0.676	
Schme	11.0	12	0.902	
Schme	12.2	14	0.771	
Schme	13.5	20	0.813	

Total: 46 Bachforellen
8 Schmerlen

Probestelle: **Schwa-3** (Trüebbach-Mdg. aufwärts)

Koordinaten der unteren Grenze der Abfischungsstrecke: 595'625/189'850
Abfischungsstrecke ca. 180 m (flussaufwärts abgefischt)
benetzte Wasserfläche während Abfischung: ca. 2160 m^2
mit 1 E-Gerät (Grassl 5,0 kW; 400/700 V) und 2 Anoden gefischt

Datum: 12. Oktober 1995	Zeit: 14.20 - 15.35 Uhr
	Leitf.: 440 µS
Wetter: sonnig	Wassertemp.: ca. 13 °C

Markierung FANG: Panjet an Afterflosse (Groppen u. Schmerlen z.T. an linker Brustflosse)

1. Durchgang (14.20 - 14.55 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	10.3	10	0.915	
Bafo	10.5	15	1.296	
Bafo	11.3	13	0.901	
Bafo	11.5	16	1.052	
Bafo	11.7	17	1.061	
Bafo	11.7	14	0.874	
Bafo	11.8	18	1.096	
Bafo	11.9	16	0.949	
Bafo	13.1	21	0.934	
Bafo	13.3	23	0.978	
Bafo	14.4	26	0.871	
Bafo	17.9	66	1.151	
Bafo	18.2	68	1.128	
Bafo	18.4	58	0.931	
Bafo	18.9	75	1.111	
Bafo	19.1	70	1.005	
Bafo	19.8	84	1.082	
Bafo	20.1	86	1.059	
Bafo	20.2	91	1.104	
Bafo	20.2	81	0.983	
Bafo	20.6	92	1.052	
Bafo	20.6	103	1.178	
Bafo	20.6	106	1.213	
Bafo	21.1	102	1.086	
Bafo	21.2	98	1.029	
Bafo	21.2	107	1.123	
Bafo	21.3	108	1.118	
Bafo	22.1	131	1.214	
Bafo	22.2	123	1.124	
Bafo	22.3	112	1.010	
Bafo	22.3	118	1.064	
Bafo	22.5	126	1.106	
Bafo	22.8	130	1.097	
Bafo	22.8	120	1.012	
Bafo	23.0	136	1.118	
Bafo	23.1	132	1.071	
Bafo	23.3	144	1.138	untere Schfl. defekt
Bafo	23.5	150	1.156	
Bafo	24.0	158	1.143	
Bafo	24.2	148	1.044	
Bafo	24.3	173	1.206	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	24.4	146	1.005	
Bafo	25.1	170	1.075	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	25.6	201	1.198	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	25.9	172	0.990	
Bafo	27.1	244	1.226	
Bafo	28.0	228	1.039	
Bafo	28.7	252	1.066	Magenspülung (Sammelprobe)
Bafo	30.4	316	1.125	
Bafo	32.1	366	1.107	Magenspülung (Sammelprobe)
Grop	6.5	4	1.457	keine Markierung Fang
Grop	11.0	24	1.803	
Grop	11.2	18	1.281	
Grop	11.3	27	1.871	
Grop	11.6	18	1.153	Markierung Fang: Br.fl. rechts

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Grop	11.6	21	1.345	
Grop	12.0	22	1.273	
Grop	12.3	26	1.397	
Grop	12.7	28	1.367	
Grop	12.8	28	1.335	
Grop	12.8	30	1.431	
Grop	13.3	36	1.530	
Grop	13.5	35	1.423	
Grop	14.1	30	1.070	
Schme	4.3	1	1.258	keine Markierung Fang
Schme	7.3	4	1.028	keine Markierung Fang
Schme	8.0	4	0.781	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	8.4	6	1.012	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	8.9	5	0.709	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	9.2	6	0.771	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	9.3	6	0.746	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	9.4	7	0.843	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	9.6	7	0.791	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	9.8	7	0.744	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	10.2	8	0.754	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	11.7	13	0.812	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	12.0	15	0.868	

Total: 50 Bachforellen
14 Groppen
13 Schmerlen

2. Durchgang (15.05 - 15.35 Uhr)

Fischart	Länge [cm]	Gewicht [g]	Konditions-Faktor	Bemerkungen
Bafo	11.3	15	1.040	
Bafo	11.8	17	1.035	
Bafo	20.4	90	1.060	
Bafo	20.7	90	1.015	
Bafo	20.9	101	1.106	
Bafo	22.8	154	1.299	
Grop	11.5	18	1.184	keine Markierung Fang
Grop	11.7	22	1.374	keine Markierung Fang
Grop	11.8	23	1.400	keine Markierung Fang
Grop	12.1	23	1.298	keine Markierung Fang
Grop	12.1	25	1.411	keine Markierung Fang
Grop	12.1	22	1.242	keine Markierung Fang
Grop	12.4	24	1.259	keine Markierung Fang
Grop	12.4	28	1.469	keine Markierung Fang
Grop	12.4	29	1.521	keine Markierung Fang
Grop	12.4	25	1.311	keine Markierung Fang
Grop	12.8	30	1.431	Markierung Fang: Br.fl. rechts
Grop	12.8	26	1.240	keine Markierung Fang
Grop	13.1	34	1.512	Markierung Fang: Br.fl. links
Grop	13.3	30	1.275	keine Markierung Fang
Grop	13.4	40	1.662	Markierung Fang: Br.fl. links
Grop	13.5	35	1.423	Markierung Fang; Br.fl. links; Magenspülung (Sammelprobe)
Grop	13.7	40	1.556	keine Markierung Fang
Grop	14.0	37	1.348	keine Markierung Fang
Grop	14.1	48	1.712	Markierung Fang; Br.fl. links; Magenspülung (Sammelprobe)
Schme	8.7	5	0.759	keine Markierung Fang
Schme	8.8	6	0.880	keine Markierung Fang
Schme	9.2	5	0.642	keine Markierung Fang
Schme	9.2	8	1.027	keine Markierung Fang
Schme	9.3	6	0.746	keine Markierung Fang
Schme	9.4	6	0.722	keine Markierung Fang
Schme	9.4	7	0.843	keine Markierung Fang
Schme	9.5	6	0.700	keine Markierung Fang
Schme	9.8	10	1.062	keine Markierung Fang
Schme	9.9	8	0.824	keine Markierung Fang
Schme	10.0	7	0.700	keine Markierung Fang
Schme	10.7	10	0.816	Markierung Fang: Br.fl. links
Schme	12.1	14	0.790	keine Markierung Fang

Total: 6 Bachforellen
19 Groppen
13 Schmerlen