

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

158. Heft

1987

**UNTERSUCHUNG UND BEURTEILUNG VON BAUWEISEN DER
WILDBACHVERBAUUNG IN IHRER AUSWIRKUNG AUF
DIE FISCHPOPULATION**

DARGESTELLT AM DEXELBACH - EINEM FLYSCHWILDBACH

ODC 384.3:147:157:(436)

Abdruck der am 25.Okt. 84 approbierten Dissertation

Ingo E. Merwald

**Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien**

C o p y r i g h t b y
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1 1 3 1 W i e n

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

P r i n t e d i n A u s t r i a

ISBN 3-7040-0880-x

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1 1 3 1 W i e n

Verfasser: *Univ.-Lektor*
Dipl.Ing. Dr. nat. techn. Ingo E. MERWALD
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Wildbachkunde
A-1131 Wien, Tirolergarten

Wir haben unsere Erde nicht von unseren Eltern geerbt,
sondern von unseren Kindern geliehen.

J. Nyerere

Man muß handeln, um ärgere Dinge zu verhindern.

T. Livius

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Teil

VORWORT UND DANKSAGUNG	9
I. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	13
II. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN	18
1. ENTWICKLUNG UND HEUTIGER ZUSTAND DER FLIESSGEWÄSSER IN ÖSTERREICH	18
2. BESCHREIBUNG DES DEXELBACHES	27
2.1 Orographie des Dixelbaches	27
2.2 Geologische Verhältnisse des Einzugsgebietes	30
2.3 Klima	33
2.3.1 Temperatur	35
2.3.2 Niederschlag	37
2.4 Regionales Gewässersystem	42
2.5 Charakteristik der Bachabschnitte und der morpho- metrischen Verhältnisse	42
2.6 Chemische Untersuchungsergebnisse	54
2.7 Technische Daten der Projekte und der Schutzbauten	55
2.8 Wildbachchronik	61
2.8.1 Besiedlung des Einzugsgebietes	61
2.8.2 Einflüsse des Fremdenverkehrs	62
2.8.3 Hochwasserchronik	64
3. ABFLUSS	67
3.1 Methodik	67
3.2 Ergebnisse	69
3.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	72
4. TEMPERATUR DES GEWÄSSERS	75
4.1 Methodik	76
4.2 Ergebnisse	80
4.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	87
5. BENTHOS UND BENTHOSBIOMASSEN	95
5.1 Tier- und Pflanzenwelt des Benthos	95
5.2 Methodik	106
5.3 Ergebnisse	108

	Seite
5.4 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	115
6. ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER FISCHE, SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT UND FLIESSGEWÄSSEREINTEILUNG	117
6.1 Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Fische	117
6.2 Systematische Übersicht	118
6.3 Fließgewässereinteilung	121
7. BIOLOGIE DER HAUPTFISCHARTEN DES DEXELBACHES, SEINE FISCHPOPULATION UND DIE FISCHEREILICHEN VERHÄLTNISSE	125
7.1 Die Bachforelle	125
7.1.1 Merkmale	127
7.1.2 Laichaufstieg und Laichzeit	127
7.1.3 Laichplatzwahl, Ablaichen und Entwicklung der Eier	131
7.1.4 Nahrung	140
7.1.5 Wirtschaftliche Bedeutung	141
7.2 Die Regenbogenforelle	142
7.2.1 Merkmale	142
7.2.2 Laichaufstieg und Laichzeit	143
7.2.3 Laichplatzwahl, Ablaichen und Entwicklung der Eier	144
7.2.4 Nahrung	144
7.2.5 Wirtschaftliche Bedeutung	145
7.3 Der Bachsaibling	146
7.3.1 Merkmale	146
7.3.2 Laichaufstieg und Laichzeit	147
7.3.3 Laichplatzwahl, Ablaichen und Entwicklung der Eier	147
7.3.4 Nahrung	148
7.3.5 Wirtschaftliche Bedeutung	148
7.4 Fischpopulation des Dixelbaches	149
7.4.1 Methodik der Bestandsaufnahme	149
7.4.2 Ergebnisse und Vergleiche	150
7.4.2.1 Längen-Frequenzdiagramme	158
7.4.2.2 Alter und Wachstum der Bachforelle	164
7.4.2.3 Ermittlung der Biomassen mit Hilfe der Längen- Gewichtsregression	168
7.4.2.4 Kolktiefe und Strukturierung der Bachsohle	169
7.5 Fischereiliche Verhältnisse	179
7.5.1 Fischeinstände und Fangmöglichkeiten	179

	Seite
7.5.2 Fischbiomasse, Ertrag und Besatz	185
7.5.3 Praktische Ratschläge für Fischer	186
7.6 Zusammenfassung, Diskussion und Schlußfolgerungen	187

2. Teil

8. MARKIERUNG DER FISCHE DES DEXELBACHES ALS GRUNDLAGE FÜR WIEDERFÄNGE	205
8.1. Allgemeines	205
8.2 Verschiedene Markiermethoden	205
8.3 Auswahl der für den Dixelbach anwendbaren Markier- methoden	206
8.3.1 Markierung nach der Dennisonmethode	206
8.3.2 Farbmarkiermethode mit der Panjet-Pistole	208
8.4 Narkotikum	211
8.5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	214
9. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS WANDERVERHALTEN DER FISCHE DES DEXELBACHES	215
9.1 Einteilung der Wanderungen	215
9.2 Auslösemechanismen	216
9.3 Beobachtungen und Untersuchungen der Laichwanderungen, der Jahres- und Tagesaufstiegszeiten sowie der einzel- nen Steighöhen	218
9.3.1 Auswahlkriterien für die Versuchssperren	218
9.3.2 Technische Beschreibung der untersten Staffelung	219
9.3.3 Ermittlung der Jahres- und Tagesaufstiegszeiten sowie der Steighöhen durch Zählung, Höhenschätzung und fotografische Dokumentation	221
9.3.3.1 Allgemeines	221
9.3.3.2 Versuchsablauf am Dixelbach im Jahr 1981	221
9.3.3.2.1 Grundschwelle (Sperre) 8	221
9.3.3.2.2 Grundschwelle 7	223

	Seite
9.3.3.3 Versuchsablauf am Dixelbach im Jahr 1982	223
9.3.3.3.1 Grundschwelle 10	223
9.3.3.3.2 Lichtenbuchinger Graben	224
9.3.3.4 Beobachtung des Laichaufstieges im Stockwinkler Bach 1982	225
9.3.3.5 Versuchsablauf am Dixelbach im Jahr 1983	226
9.3.3.5.1 Grundschwelle (Sperre) 8	226
9.3.3.6 Beobachtung des Laichaufstieges im Stockwinkler Bach 1983	230
9.3.3.7 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	231
9.3.4 Ermittlung des jahreszeitlichen Aufstiegs und der Steighöhen mittels markierter Bachforellen	234
9.3.4.1 Methodik	234
9.3.4.2 Ergebnisse	235
9.3.4.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	237
9.3.5 Ermittlung der Steigzeiten und Steighöhen mittels Elektro-Befischung	239
9.3.5.1 Methodik	239
9.3.5.2 Ergebnisse	240
9.3.5.2.1 E-Befischung von Grundschwelle 6	240
9.3.5.2.2 E-Befischung von Grundschwelle 7	241
9.3.5.2.3 E-Befischung von Sperre 8	241
9.3.5.2.4 E-Befischung von Grundschwelle 9	243
9.3.5.2.5 E-Befischung der Grundschwelle 10	244
9.3.5.2.6 E-Befischung der Grundschwelle 11	244
9.3.5.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	245
9.3.6 Ermittlung der Steigzeiten und Steighöhen durch Versuche mit veränderlicher Abflußsektion und Kolkttiefe	245
9.3.6.1 Methodik	245
9.3.6.2 Ergebnisse	246
9.3.6.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	247
9.4 Abdrift und Kompensationswanderung	248
9.4.1 Methodik	248
9.4.2 Ergebnisse	249
9.4.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	252

	Seite
9.5 Wanderungen zur Futterplatzsuche	254
9.6 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse aus der Untersuchung über das Wanderverhalten der Fische	254
10. UNTERSUCHUNGEN DER LAICHPLÄTZE UND DER LAICHZEIT	259
10.1 Anzahl, Form, Größe und Tiefe	259
10.2 Substrat	262
10.2.1 Korngrößenschätzung	263
10.2.2 Sieblinienauswertung	264
10.3 Strömungsgeschwindigkeit am Laichplatz und Unter- suchungen über das Einstürmen in das Laichsubstrat	273
10.4 Laichzeit	280
10.5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	281
11. BEURTEILUNG VON VERBAUUNGSMETHODEN UND BAUTYPEN DER WILDBACHVERBAUUNG HINSICHTLICH DER MÖGLICHKEITEN DES ERHALTENS UND ANHEBENS DER FISCHPOPULATION BEI WAHRUNG DER SCHUTZFUNKTION.	285
11.1 Verbauungsmethoden	285
11.2 Querwerke	291
11.2.1 Konsolidierungswerke	292
11.2.1.1 Stütz- und Sohlgurten	292
11.2.1.2 Grund- und Sohlwellen	292
11.2.1.3 Konsolidierungssperren	295
11.2.1.4 Sinoidalschwellen	301
11.2.1.5 Sohlrampen	302
11.2.1.6 Spezielle Fischunterstandsbautypen	302
11.2.2 Rückhalte- und Retentionssperren	306
11.2.3 Dosiersperren	307
11.2.4 Sortiersperren	307
11.3 Längswerke	309
11.3.1 Leitwerke	309
11.3.1.1 Ufermauern	309
11.3.1.2 Uferdeckwerke	310
11.3.1.3 Steinwürfe und Steinschlichtungen	311
11.3.2 Schalen und Künetten	313
11.3.3 Bühnen	316

	Seite
11.4 Gegenüberstellung und Beurteilung von Verbauungen und Verbauungstypen aus hydrobiologischer Sicht an Hand von Fotobeispielen	316
11.4.1 Verbauungen und Verbauungstypen, die aus hydro- biologischer Sicht abzulehnen sind	316
11.4.2 Verbauungen und Verbauungstypen, die aus hydro- biologischer Sicht erwünscht sind	320
11.5 Beurteilung der Funktion von Verbauungstypen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fisch- population	324
12. HYDROBIOLOGISCHER ZEITPLAN FÜR BAUEINGRIFFE IN WILD- BÄCHE, WILDFLÜSSE UND ANDERE KLEINGEWÄSSER	325
13. HYDROBIOLOGISCH-TECHNISCHE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN	326
14. ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND VOR- SCHLÄGE FÜR DIE PRAXIS	327
III. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	331
IV. FACHWÖRTERVERZEICHNIS	332
V. LITERATURVERZEICHNIS	337
VI. ANHANG	344
VII. PLÄNE	

VORWORT UND DANKSAGUNG

Diese Dissertation wurde unter Leitung des Vorstandes des Institutes für Wildbach- und Lawinenverbauung an der Universität für Bodenkultur, Herrn Professor Dipl.-Ing.Dr. H. Aulitzky, und unter dem Leiter der Abteilung für Hydrobiologie und Fischereiwirtschaft am Institut für Wasserwirtschaft, Herrn Doz.Dr. M. Jungwirth, im Jahr 1979 mit den ersten Erhebungen und Versuchen im Dixelbach begonnen, 1984 abgefaßt und zur Approbation eingereicht.

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis und meine Verpflichtung, den beiden Begutachtern der Dissertation für ihren stets bewährten Rat und die freundliche Unterstützung bei dem Bearbeiten des sehr weit gestreuten und interdisziplinären Themenkreises hier meinen Dank zu sagen.

Weiters danke ich noch den Begutachtern meiner Dissertation für die Unterstützung mit Meß- und Arbeitsgeräten.

Mein weiterer Dank gilt der Mayr-Melnhof'schen Forstdirektion als Eigentümer und Verpächter der Fischgewässer Dixel- und Stockwinkler Bach, vertreten durch Herrn Ofm.Dipl.-Ing. Dr. G. Jäger als Nachfolger des verstorbenen Forstdirektors Dipl.-Ing. Zmolnig, die meine Arbeiten von Anfang an unterstützt haben.

Dem Gebietsbauleiter Herrn OR Dipl.-Ing. M. Keiler und OR Dipl.-Ing. A. Baumgartinger mit ihren Mitarbeitern Kapeller, Hemetsberger, Zoister, Achleitner und anderen von der Gebietsbauleitung Attergau und Innviertel möchte ich für ihre Unterstützung meiner Versuche am Dixelbach herzlichen Dank aussprechen.

Herrn Dr. O. Moog, Seeforschungslabor Weyregg, der die Auswertung der Benthosproben übernommen hatte, sei auch für seine fachliche Beratung gedankt.

Herrn Dr. A. Jagsch vom Institut für Fischereiwirtschaft und Gewässerforschung in Scharfling sowie Herrn Broschek von der Österreichischen Fischereigesellschaft danke ich für das

mehrmalige leihweise Überlassen des Elektro-Aggregates und einer Panjet-Markierpistole.

Herrn Dr. Hehenwarter von der Oberösterreichischen Kraftwerke AG und seinem Mitarbeiter Herrn Kölblinger möchte ich für das mehrmalige Beistellen von Arbeitern für die E-Befischungen danken.

Große Hilfe leistete mir Herr M. Schweighart, Hörer der Studienrichtung Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, der mir bei den Vermessungsarbeiten, bei den E-Befischungen und dem Markieren mit sehr viel Ausdauer, Energie und fachlichem Wissen seit Beginn der Arbeiten zur Hand ging. Er unterstützte mich abwechselnd mit seinen Studienkollegen Böbl, Wagner und Mag. H. Redl.

Bei zahlreichen E-Befischungen, Fischmarkierungen und bei einigen Auswertungen war mir Herr Ofö. L. Buder ein stets wertvoller Helfer.

Für die Beratung, das Computer-Programm und das Durchrechnen bedanke ich mich bei Herrn AR O. Krippel sowie bei Herrn OR Dr. K. Johann von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.

Frau H. Klimt sei für die langwierigen Schreibarbeiten aufrichtig gedankt.

Frau R. Krippel und meinem Bruder O. Merwald danke ich für Lesung und Korrektur des umfangreichen Manuskriptes.

Bei Frau S. Kubicek von der Lichtbildstelle der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bedanke ich mich für das schnelle und gute Ausarbeiten eines Teiles des Bildmaterials.

Abschließend möchte ich noch erwähnen, daß meine Familie viele Einschränkungen während meiner Arbeiten auf sich nehmen mußte und beim Markieren der Fische mithalf. Besonders unterstützte mich meine Tochter Ulla sowohl bei der E-Fischerei als auch beim Auswerten der Diagrammstreifen des Temperaturodruckers.

Nicht vergessen möchte ich noch meinen Schwager Herrn F. Hofer, der mein erster Lehrmeister im Fliegenfischen war; später erhielt ich noch manchen guten Tip von Gen. a.D. H.

Obermaier. Ohne diesen frühzeitigen Anstoß zur Fischerei wäre ich vermutlich nie für dieses Fachgebiet interessiert worden.

Die Gesamtkosten für die Dissertation betrugen S 162.000,--. Der Großteil dieses Betrages entfiel auf die umfangreichen Beobachtungs-, Markier-, Kontroll- und Meßarbeiten sowie die Mithilfe der Studenten beim Vermessen, bei der E-Fischerei, dem Auswerten der Benthosbiomassen etc. und auf Fahrtkosten.

Für die großzügige finanzielle Unterstützung bedanke ich mich beim Österreichischen Nationalkomitee der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, vor allem bei den Leitern der Fachausschüsse Herrn Doz.Dr. G. Bretschko und Doz.Dr. M. Jungwirth sowie der Schriftführerin Frau Dr. F. Zibuschka. Ohne diese finanzielle Hilfe hätte ich viele kostenaufwendige Untersuchungen nicht durchführen können.

Zum Abschluß sei noch Herrn HR Dr. Wögerbauer gedankt, der beim Landesfischereirat für OÖ einen jährlichen kleinen Unkostenbeitrag zur Unterstützung meiner Arbeiten durchgesetzt hat.

Wien, Oktober 1984

Von der Kulturabteilung des Amtes der OÖ Landesregierung wurde mir nach der Approbation meiner Dissertation noch ein kleiner Zuschuß zur Abdeckung meiner hohen Ausgaben aus Mitteln der Landesbeihilfe zur Verfügung gestellt.

Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft möchte ich meinen besonderen Dank für die am 15. Juli 1985 erfolgte Publikationsgenehmigung zum Druck der vollständigen Dissertation aussprechen. Dasselbe gilt auch für die Forstliche Bundesversuchsanstalt, die freundlicherweise die nochmals überarbeitete Dissertation zum Druck übernommen und als zweiteiligen Mitteilungsband veröffentlicht hat.

I. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Zur Schaffung von weiterem kostbarem Kulturland und durch die Expansion der Siedlungstätigkeit, der Industrie, der Landwirtschaft und dgl., wurden die Eingriffe des Schutzwasserbaues auf immer kleinere Gewässer ausgedehnt und diese in ihrem ursprünglichen Bett mehr und mehr eingeengt.

Die Wildbachverbauung, die auf Grund einer sehr schweren Hochwasserkatastrophe im Jahr 1884 mit ihrem Aufgabenbereich "betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgs- wässern" ins Leben gerufen wurde, plante und errichtete ihre Verbauungen zum Schutz der Menschen und ihrer Sachwerte.

Heute noch werden Wildbachverbauungen fast ausschließlich unter Beachtung der Schutzfunktion und der Kosten geplant und errichtet, da die Gemeinden als Antragsteller den höchsten Sicherheitsgrad mit den geringsten Kostenbeiträgen erreichen wollen, selbst wenn die Wildbachverbauung einer ökologischen und kostengünstigen Variante den Vorzug gäbe. Ungeachtet dessen ist zu prüfen, ob etwa bei gleichem Schutzeffekt eine weniger fischgünstige Bauweise gegen eine fischfreundlichere ersetzt werden kann, wenn die Kosten für den Bau gleichbleiben oder sich nur geringfügig erhöhen.

Es liegen zwar zahlreiche Untersuchungen über die ökologischen Auswirkungen von Kraftwerksbauten vor, so zum Beispiel von EINSELE (1957), MARRER (1980) und BLASCHKE et. al. (1982); über Flußregulierungen dagegen sind bedeutend weniger Studien vorhanden, die außerdem erst in den letzten Jahren veröffentlicht wurden. Es fehlt vor allem an quantitativen Untersuchungsergebnissen, die eine präzise Vorhersage der Folgewirkungen bei Flußregulierungen ermöglichen würden. Hier sind STALLMANN (1980) mit "Limnologische Untersuchungen zum naturnahen Wasserbau", JUNGWIRTH (1981) mit "Auswirkungen von Fließgewässerregulierungen auf Fischbestände", BRETSCHKO (1983) mit "Die Biozönosen der Bettsedimente von Fließgewässern - ein Beitrag der Limnologie zur naturnahen Gewässerregulierung" und ZIBUSCHKA (1983) mit "Untersuchungen zur bakteriellen

Besiedlung in Fließgewässern" als österreichische Beiträge zu nennen.

Von wissenschaftlichen Untersuchungen bezüglich der Wildbachverbauungen in hydrobiologischer Sicht liegt nur eine einzige Veröffentlichung "Der Dixelbach - zur Limnologie eines Flysch-wildbaches" von MOOG, MERWALD und JUNGWIRTH (1981) vor.

Von einigen Wildbachverbauern wurden in letzter Zeit folgende Berichte mit Erfahrungen aus der Praxis sowie Vorschlägen zu naturnahen Verbauungen veröffentlicht:

LEYS (1977) "Landschaftsgestaltung durch die Wildbachverbauung - Vorschlag für einen Naturbau - Index"; HEUMADER (1979) "Wildbachverbauung, Gewässerschutz und Fischerei" sowie (1980) "Planung und Ausführung von Wildbachverbauungen"; FORSTNER (1981) "Gedanken und Anregungen zum ökogerechten Arbeiten und Handeln in Wildbachgebieten"; MERWALD (1983) "Naturnaher Wasserbau - Grenzen und Möglichkeiten" und TIPPELREITER im gleichen Jahr "Sechzehn Jahre naturnahe Regulierungen im Oberen Murtal".

Diese Veröffentlichungen bringen sehr konstruktive Vorschläge und Erfahrungswerte für eine naturnahe und daher fischfreundliche Wildbachverbauung, jedoch fehlen ihnen die wissenschaftlichen Grundlagen, um eine fundierte und präzise Aussage für die Praxis machen zu können.

Um die anstehenden Fragen zu klären, wurde ein kleiner Wildbach ausgewählt, für dessen Untersuchung sowohl der Personalaufwand als auch die Kosten in Grenzen bleiben, ohne jedoch die Aussagekraft der Ergebnisse zu beeinträchtigen. Aus verschiedenen Gründen, die anschließend noch näher erläutert werden, fiel die Wahl auf den Dixelbach, einen Voralpenwildbach der Flyschzone, der einen Altschuttwildbach nach der Wildbachklassifikation von STINY (1922) darstellt.

Durch die Untersuchungen des Fischbestandes, dessen Leitfisch die Bachforelle ist, sollen sowohl die bestehenden Wildbachverbauungen als auch einzelne Bautypen bezüglich ihrer Fischfreundlichkeit kritisch untersucht und beurteilt werden.

Selbstverständlich wird man sich in dieser Arbeit auf einige Werkstypen beschränken müssen, vor allem auf solche, die sich

von Konsolidierungssperren ableiten lassen. Nicht in die Untersuchungen einbezogen wurden dagegen konventionelle Geschiebestausperren, da diese im Dixelbach in keiner Weise für einen Fischaufstieg in Frage kommen und wegen ihrer Höhe ohne künstlichen Fischweg nicht zu Überwinden sind. Sortiersperren fehlen im Dixelbach, da keine größeren Geschiebestauräume zur Verfügung stehen. Es finden sich hauptsächlich Konsolidierungssperren mit kleineren Überfällen und in verschiedenster Ausführung sowohl von der Type als auch vom Material her. Ebenfalls von den Untersuchungen ausgeschlossen wurden Fischleitern und künstlich angelegte Fischwege, da sie für diesen Bach zu kostenaufwendig sind und überdies einen zu großen Wasserdurchfluß benötigen. Ziel dieser Arbeit ist es, an Hand von fischereibiologischen Kriterien die "Fischfreundlichkeit" von Bauwerken zu beurteilen, um dann die positiv bewerteten Bauformen, wenn die Schutzfunktion gegeben und die Kostenfrage gelöst ist, in der Praxis anzuwenden. Zu diesen fischereibiologischen Kriterien zählen die Untersuchungen über Steighöhen, Benthos, Laichplätze, Laichzeiten und dgl. Mit Hilfe von zwei Gesamtelektrobefischungen und mehrerer abschnittsweiser wurde es erst möglich, zahlreiche zusätzliche Beurteilungskriterien zu erhalten. So konnte beispielsweise das Wanderverhalten von drei Salmonidenarten unter besonderer Berücksichtigung der Steighöhen für ergänzende Untersuchungen herangezogen werden. Fischdichte und Biomassen, Altersklassenverteilung als Ersatz für die Fischartendiversität zur Beurteilung der Auswirkungen der Tiefen- und Breitenvarianz verbauter und unverbauter Bachabschnitte waren weitere wichtige Beurteilungskriterien. Für die Auswahl des Dixelbaches sprachen sehr viele positive Aspekte, die die wenigen Nachteile bei weitem überwogen. So ist dieser kleine Voralpenwildbach durch seine geringe Einzugsgebietsgröße von nur 5,2 km² und einer Länge des Hauptbaches von 4,6 km für die Untersuchungen in seiner gesamten Ausdehnung noch zu bewältigen und kann gleichzeitig wie ein

Naturlabor im natürlichen Maßstab verwendet werden.

Der Dixelbach ist ein altbekannter Wildbach, der durch seine zahlreichen Ausuferungen zu verschiedensten Zeiten der Bevölkerung an Hab und Gut schwere Einbußen brachte. Die ersten Verbauungen wurden im Jahr 1920 begonnen, nachdem die Gemeinde Nußdorf a. Attersee bereits seit 1897 Ansuchen um Verbauungen gestellt hatte. Seine zahlreichen Ausuferungsrinnen am Schwemmkegel sprechen heute noch deutlich von der Gefährlichkeit dieses Wildbaches.

Da ich seit 1972 einen Fischereipachtvertrag für den Dixel- und Stockwinkler Bach habe und dort häufig fische, kenne ich diese beiden Bäche sehr genau. So führe ich von diesem Jahr an genaue Aufzeichnungen über Jahresfänge, Besatz, Längen und Gewichte der gefangenen Fische, über Niederschläge, Hochwässer, Trockenzeiten sowie über die Bautätigkeit der Wildbachverbauung. Mehrere Gutachten aus dem Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling am Mondsee, die als Unterlagen für die Abgeltung von Entschädigungen für Baueingriffe der Wildbachverbauung Verwendung fanden, sind noch vorhanden. Seitens des Verpächters, der Mayr-Melnhof'schen Forstverwaltung lagen für die Untersuchungsarbeiten, insbesondere für die Elektro-Befischung, für die eine zusätzliche Bewilligung des Landesfischereirates von Oberösterreich eingeholt werden mußte, keine Einschränkungen vor. Interesse an dieser Forschungsarbeit bekundete nicht nur ein Vertreter des oben erwähnten Bundesinstitutes, sondern auch der Landesfischereirat für Oberösterreich selbst, der das Projekt auch finanziell förderte, ebenso wie dies das österreichische Nationalkomitee der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung tat.

Die Nähe der Gebietsbauleitung (Gbltg.) Attergau und Innviertel in Seewalchen brachte bei kleineren Arbeiten, die am Bauhof durchgeführt werden konnten, nicht zu übersehende Vorteile, die auch in den kurzfristigen Bereitstellungen von Arbeitskräften oder Transporthilfen zum Ausdruck kamen. Für den Verfasser war es aus Kostengründen nur möglich, die Ar-

beiten am Dexelbach durchzuführen, da das Quartier vorhanden war, und hier überdies zahlreiche Helfer kostenlos untergebracht werden konnten.

Der Dexelbach liegt in der Flyschzone und weist daher alle Eigenschaften solcher Wildbäche auf, die durch die verdichtete Bodenstruktur unterhalb der Bachsohle hervorgerufen werden. Damit diese Einschränkung aufgehoben werden kann, wird zusätzlich ein relativer Bezug zu anderen Wildbachtypen hergestellt.

II. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN

1. ENTWICKLUNG UND HEUTIGER ZUSTAND DER FLIESSGEWÄSSER IN ÖSTERREICH

ALLGEMEINES ÜBER ÖSTERREICHS OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Österreich ist besonders reich an Oberflächengewässern. Es besitzt rund 9.000 natürliche oder künstliche stehende Gewässer und etwas mehr als 100.000 km an Fließgewässern (LÜFFLER, 1979). Davon entfallen 12.300 km auf Wildbäche, an denen Österreich mit 2.800 km beteiligt ist (GÜNTSCHL, 1970). Die Gesamtstreckenlänge der Wildbäche in Österreich ergibt sich aus 4.198 Gewässerstrecken, wovon 1.189 auf Oberösterreich entfallen (AULITZKY, 1983), wie Tabelle 1 zeigt.

Tab. 1: Verteilung der Wildbäche auf die Bundesländer

Land	W i l d b ä c h e		Gesamt- summe
	Anzahl d. verbauten u. teilw. verbauten	Anzahl d. unverbauten	
Österreich	2.467	1.731	4.198
Niederösterreich u. Wien	323 u. 2	171 u. 2	494 u. 4
Oberösterreich	695	494	1.189
Burgenland	4	19	23
Salzburg	374	284	658
Steiermark	252	249	501
Kärnten	208	184	392
Tirol	409	119	528
Vorarlberg	200	209	409

Zum Vergleich: In Frankreich werden 1.900, in den bayerischen Alpen 241 und in den slowenischen 700 Wildbäche von den amtlichen Stellen angegeben.

Die Mannigfaltigkeit der Gewässer Österreichs reicht vom milchigen Gletscherbach und stürzenden Wasserfall über den tosenden Wildbach und vom sprudelnden Wiesenbach bis zum träge

dahinströmenden Fluß. Neben der großen Zahl ist aber besonders die Vielfalt unserer Gewässer so auffallend. Entsprechend diesen verschiedenen Gewässerbiotopen finden sich unzählige, verschiedenartige Biozönosen. Dementsprechend sind natürlich die fischereilichen Verhältnisse sehr unterschiedlich.

ANTHROPOGENE EINGRIFFE IN UNSERE FLIESSGEWÄSSER

Naturnahe Bäche und Flüsse sind heute kaum mehr anzutreffen, da sich durch die zahlreichen Regulierungsmaßnahmen, Kraftwerksbauten, Abwasserbelastungen u.s.w. der Zustand unserer Fließgewässer qualitativ bereits sehr stark verschlechtert hat.

Viele Bäche bestehen gar nicht mehr, manche Bäche und Flüsse sind abschnittsweise oder zur Gänze abgeleitet oder besitzen eine niedrige Wasserdotation, da ihr Wasser zur Füllung von Stauseen für Speicherkraftwerke, für Laufkraftwerke, für Industrieanlagen, für gewerbliche und häusliche Zwecke und dgl. verwendet wird, sodaß in einem derart veränderten Biotop von einer Biozönose im ursprünglichen Sinn nicht mehr gesprochen werden kann. Besonders katastrophale Folgen weisen Speichersaue mit Schwellbetrieb für die im Seichtwasser lebenden Fische, aber noch mehr für ihre Eier auf, da diese durch die dauernden Wasserspiegelschwankungen vernichtet werden. Vom fischereilichen Standpunkt und vom Naturschutzaspekt prinzipiell gegen die Wasserkraft zu protestieren hätte keinen Sinn, da sie für uns alle notwendig ist. Jedoch gegen viele unnötige Bauvorhaben oder Einbeziehung von Bächen, Wasserfällen und Feuchtbiotopen, die als Naturschönheiten bekannt und geschätzt sind, muß man mit gut untermauerten Gutachten und Argumenten einschreiten, da bei allen diesen Baumaßnahmen sowie jenen der "harten" Verbauungen eine spätere Revitalisierung schwer möglich ist.

Leichter sind die Schädigungen bei Abwasser- und Wärmebelastungen von Gewässern rückgängig zu machen, da sich die ursprünglichen Biozönosen bald nach Abstellung der Eingriffe wieder regenerieren.

REGULIERUNGSMASSNAHMEN

Die Verbauungstätigkeit hat an unseren Fließgewässern in den letzten 100 Jahren sehr stark zugenommen, besonders aber seit dem Einsatz von Großgeräten, der erst durch den technischen Fortschritt ermöglicht wurde und heute von keiner Baustelle mehr wegzudenken ist. In diesem Zeitraum wurden ca. 30.000 km Bach- und Flußregulierungen (KAUPA, 1982) ausgeführt, die rund 33% des gesamten Fließwassersystems unseres Landes ausmachen, wenn die Gesamtfließgewässerstrecke, wie bereits vorher erwähnt, mit etwas mehr als 100.000 km ermittelt wurde.

Da die wichtigsten österreichischen Flüsse bezüglich Hochwasserschutz an den Hauptgefahrenherden ausreichend verbaut wurden, werden vom Schutzwasserbau immer kleinere Gewässer in Angriff genommen. Hier sind vor allem die "harten" Regulierungen mit ihrer unnatürlichen Linienführung, der dadurch bedingten Eintiefung der Sohle, der monotonen Profilausgestaltung über weite Verbauungsabschnitte, der Abpflasterung der Sohle, den meistens sogar beidufzig gemauerten Leitwerken und dgl. vom Standpunkt der Limnologen, Fischereibiologen und allen umweltbewußten Menschen abzulehnen. Jene Bauabschnitte, die unbedingt "hart" verbaut werden mußten, wie Ortsregulierungen, Eisenbahn- und Straßensicherungen bei fehlender Talbreite, zu schützende Objekte, Anlagen und dgl. sind längst durchgeführt. Bei neu zu errichtenden Bauwerken kann sehr oft bereits durch die Wahl der Situierung, durch strikte Einhaltung der Zonenpläne oder einmal auch durch die Erteilung eines Bauverbotes von der "harten" Verbauung Abstand genommen werden (MERWALD, 1983).

"Hart" verbaute Gerinne bilden extreme Biotope. Dies bedeutet, daß diese Gewässerabschnitte nur mehr von wenigen Arten besiedelt werden. Diese kommen aber dafür unter anderem infolge des fehlenden Konkurrenzdruckes in größerer Masse vor, als sie in der ursprünglichen Biozönose vertreten waren (JUNGWIRTH, 1979). Somit ist erwiesen, daß "harte" Verbauungen eine starke Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften in

Fließgewässern darstellen und häufig eine drastische Reduktion des Fischbestandes in qualitativer und quantitativer Hinsicht sowie der Biomassen im Vergleich zu unverbauten Gewässerabschnitten zur Folge haben (DUDLEY u. KARR, 1979; SCHOOF, 1980; MOOG, MERWALD u. JUNGWIRTH, 1981; JUNGWIRTH, 1981).

Die im Zuge von durchgeführten Wasserbaumaßnahmen - auch wenn die Sohle nicht gepflastert wird - abnehmende Anzahl und Vielfalt an Kleinbiotopen, und die steigende Erosion und Verfrachtung, bedingt durch Räumgeräteeinsatz, beeinflussen in abträglichem Maß sehr stark die Brut und das Benthos. Als Benthos bezeichnet man alle Tiere, die am Bachsubstrat und im Interstitial, das ist der Schotterlückenraum, leben. Das Interstitial, das bei derartigen Baumaßnahmen stark in Mitleidenschaft gezogen wird, ist nicht nur an seiner Oberfläche der Lebensraum der Benthosorganismen, sondern auch deren Zufluchtstätte bei Trockenheit und Hochwasser. Ebenso ist dieser Schotterlückenraum, der auch als Hyporheon bezeichnet wird, für die Ausreifung der Fischeier und als Unterschlupf für die Brütlinge von großer Bedeutung.

Alle diese negativen Veränderungen sind an den Fischbeständen, die als Zeiger verwendbar sind, zu erkennen. Regulierungsmaßnahmen stellen in Folge ihrer Dauerwirkung auf die Fließgewässerbiozöosen einen besonders schwerwiegenden Eingriff dar, da sie meist ohne ökologische Grundsätze geplant und für lange Zeiträume gebaut werden, wodurch dieser Zustand sozusagen "einzementiert" wird.

Die aquatischen Biozöosen dieser Biotope weisen außer der reduzierten Bestandesdichte und Biomasse eine geringe Diversität auf; alles schwerwiegende Nachteile für die Sportfischerei.

Sind in Gewässern variable Tiefen- und wechselnde Breiten-, Strömungs- und Substratverhältnisse vorhanden, so weisen die Fischbestände eine hohe Diversität auf. Dies konnte an Untersuchungen amerikanischer Flüsse nachgewiesen werden (GORMAN u. KARR, 1978). An Hand der Verteilung unterschiedlich großer

Bachforellen wurde im Dixelbach festgestellt, daß tiefen Gumpen oder Sperrenkolken als auch Flachstrecken eine große Bedeutung für die Altersklassenverteilung zukommt und daß die Maximaltiefe eines Gewässers ein signifikanter Parameter für die Fischgröße ist (Jungwirth, 1981 u. 1982).

Im Epi- und Metarhithral, das ist die Zone des Gebirgsbaches, also jene Fließwasserregion, der die meisten Wildbäche zugeordnet werden, lassen sich die Folgen von wasserbaulichen Eingriffen ebenfalls gut an Hand der Fischdichte und der Biomasse belegen. Die Fischartendiversität ist hier jedoch als Beurteilungskriterium wegen der geringen Artenzahl nicht verwendbar; sie kann aber durch die Altersklassenverteilung dominierender Arten, z. B. der Bachforelle, ersetzt werden.

Regulierungsbauten sind zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Sachwerte unbedingt notwendig, sie wurden daher auch in erster Linie nach diesen Gesichtspunkten und jenen der Kostenfrage verwirklicht. Erst in jüngster Zeit kann hier vom Beginn eines Umdenkens einzelner Ingenieure und von einer Zusammenarbeit mit Limnologen und Ichthyologen gesprochen werden; man erinnert sich wieder an fast vergessene und früher mit-leidig belächelte Verfechter eines naturnahen Wasserbaues.

Die ersten Anfänge eines naturnahen Wasserbaues sind vermutlich bereits in der Jungsteinzeit zu suchen. Etwa 7.000 v. Chr. hatte die Stadt Catal Hüyük, die auf der fruchtbaren Ebene von Konya am Fluß Carsamba lag, bereits einen Hochwasserschutz und umfangreiche Bewässerungsanlagen (MELLAART, 1982). Zu erwähnen wären noch die Hochkultur von Ur um 4.000 v. Chr. und Mari am Euphrat. Ihnen folgte Babylon, das gleichfalls vom Euphrat und zahlreichen Kanälen durchflossen war. Hammurabi (1792-1750 v. Chr.) schuf in seinen Mauern sein uns überlie-ertes Gesetzeswerk, das heute noch als das berühmteste der vor-römischen Antike gilt. Dieses enthielt bereits Anweisungen über die Erhaltung der Dämme und Kanäle und drohte mit schwer-sten Strafen bei Nichtbefolgung.

Weiters sind noch zu nennen Ninive am Tigris und am Nil die Städte Memphis, Theben, Sakkara und Amarna, die nicht nur wegen

ihrer Pyramiden und Nekropolen berühmt geworden sind, sondern bereits durch beachtliche Hochwasserschutzbauten vor den Überschwemmungen des Nils gesichert waren. Da der Nil alljährlich mehrere Monate über die Ufer trat und dabei den für die Landwirtschaft so wichtigen Schlamm ablagerte, mußten die Fellenen einfache und natürliche Hochwasserschutzmaßnahmen treffen, um ihr Leben, sowie Hab und Gut vor den Wasser- und Schlammmassen zu schützen.

Die Römer waren nicht nur gute Straßenbauer, sondern verstanden sich auch im Wasserbau vortrefflich. Die römische Stadtgründung Lugdunum, das heutige Lyon, das im Jahre 43 v. Chr. an der Einmündung der Saône in die Rhone erbaut wurde, ist in dieser Hinsicht erwähnenswert.

Nicht zu übersehen sind auf dem amerikanischen Kontinent die Meisterleistungen auf dem Gebiet des Wasserschutz- und Bewässerungsbaues. Als wahre Meister im Wasserbau erwiesen sich hier die Azteken, die ihre Hauptstadt Tenochtitlan um 1325 bis 1345 n. Chr. inmitten des Texcoco-Sees errichtet hatten. Erwähnenswert sind noch die Bauten der Anasazi und der Hopis in Neumexico.

In Europa brachte erst die Renaissance eine Wiederbelebung des Wasserbaues. LEONARDO DA VINCI (1452 - 1519) erwähnt sogar ausführlich die Verwendung von Weiden zur Böschungssanierung bei Kanälen (KEMMERLING, 1982).

In Österreich wurden Anfang des 18. Jahrhunderts von SCHEMERL bei der Verbauung von Drau und Save die natürlichen Verbauungsmethoden angewandt und weiterentwickelt.

Gemäß den sogenannten "Archordnungen" wurden in vielen ländlichen Gemeinden Hochwasserschutzbauten in naturnaher Bauweise errichtet. Diese Funktionen wurden in späterer Zeit vom staatlichen Schutzwasserbau übernommen.

SECKENDORFF versuchte mit seinem Werk "Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Bepflanzung der Gebirgsgründe", das 1884 veröffentlicht wurde, eine Abkehr vom reinen Sperrerbau zu erreichen, was ihm aber leider nicht gelang. Ihm folgten HÄRTEL (1934 u. 1950), WINTER (1934) und STRELE (1950), die

als Wildbachverbauer erstmals Fischeinstände, Fischleitern und Fischwege kurz erwähnen.

In der Steiermark verwirklichte KELLER (1937 und 1938) eine sehr naturnahe und damit fischfreundliche Ennsverbauung unter weitgehender Verwendung der Lebendverbauung.

In Oberösterreich war es WALTL (1948 und 1950) der sich mit seinem Wissen dem naturnahen Flußbau verschrieb. Ihm folgte SCHAUBERGER (1957), der mit seinen fischfreundlichen Blocksteinsohlrampen in verschiedensten Flüssen Oberösterreichs einer neuen Bauform zum Durchbruch verhalf, die auch heute noch von seinen ehemaligen Mitarbeitern wie ROSSOLL (1980) u. a. weiter verwendet wird.

PRÜCKNER (1951 und 1965) befaßte sich ebenfalls sehr kreativ und intensiv mit der Technik der Lebendverbauung, wobei er auch auf die Fischerei Bedacht nahm. Er schrieb in "Lebendverbauung und Fischerei" ausführlich darüber.

In Tirol war es HASSENTEUFEL (1952 und 1955), der die biologische Wildbachverbauung anwandte. SCHIECHTL führte sie weiter und nannte sie Ingenieurbiologie, spezialisierte sich aber besonders auf Begrünung von Bläiken, Böschungen und sterilen Böden, wodurch er weltweite Anerkennung erzielte. Bereits im Jahre 1891 war vom ACKERBAUMINISTERIUM eine sehr interessante Broschüre über den Bau von Fischwegen erschienen. Zu erwähnen wäre noch die Dissertationsarbeit von WAGNER (1944) "Fischwege in den Fließgewässern des Gebirges und des Hügellandes".

Ein schwerwiegender Nachteil des naturnahen Wasserbaues sind die meist wesentlich höheren Kosten, die durch die Arbeitsintensität hervorgerufen werden, die später eintretende Schutzwirkung und der wesentlich größere Flächenbedarf; alles Gesichtspunkte, die von Anrainern und den Zahlungspflichtigen meist nicht in Kauf genommen werden wollen. So besteht oft nur die einzige Möglichkeit, in der Art der Baumethoden Kompromisse zu schließen, wie dies in Oberösterreich gehandhabt wird (ROSSOLL, 1980).

RECHTSGRUNDLAGEN

Unser Reichtum und die Vielfalt an Gewässern waren möglicherweise die Ursache, daß dem naturnahen Wasserbau und dem Gewässerschutz sowohl von gesetzlicher als auch von verbauungstechnischer Seite in der Vergangenheit zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Auf fischereiliche Aspekte wurde überhaupt keine Rücksicht genommen. Die Eingriffe in die Fischereirechte sind im Wasserrechtsgesetz aus dem Jahr 1959 im § 15 geregelt, der mit "Einschränkungen der Wasserbenutzungen zugunsten der Fischerei" überschrieben ist. Der § 15 (1) in Kurzfassung: Fischereiberechtigte können gegen die Bewilligung von Wasserbenutzungsrechten solche Einwände erheben, daß die Eingriffe in einer tunlichst unschädlichen Weise erfolgen. Diesen Einwendungen ist aber nur Rechnung zu tragen, wenn hierdurch der anderweitigen Wasserbenutzung kein unverhältnismäßiges Erschwernis (keine unverhältnismäßige Erschwernis, Anm. da weibl.) verursacht wird. Andernfalls gebührt dem Fischereiberechtigten bloß eine angemessene Entschädigung (§ 117) für die entstehenden vermögensrechtlichen Nachteile. Der § 15 regelt weiters noch die Laichschonstätten und die Winterlager der Fische, wobei die zum Schutz der Fische erlassenen Verbote lt. § 15 (7) durch die Wasserrechtsbehörde in Ausnahmefällen wieder aufgehoben werden können. § 26 regelt unter anderem auch die Schäden an Fischereirechten, wenn sie unvorhersehbar gewesen sind. § 41 sieht eine mündliche Verhandlung dann vor, wenn bei Schutzwasserbauten, die vom Bund finanziell unterstützt werden, keine Einigung mit Anrainern oder Fischereiberechtigten über die Entschädigung erzielt werden kann. Im § 102 wird zwar jedem Fischereiberechtigten eine Parteienstellung zuerkannt, doch wird diese durch den § 15 so beschnitten, da bauverhindernde Einsprüche nicht geltend gemacht werden können und Änderungswünsche und Beeinträchtigungen letzten Endes im Entschädigungsweg abgegolten werden, daß von einer Parteienstellung im eigentlichen Sinn nicht mehr gesprochen werden kann. Die Parteienstellung bedarf somit dringend einer

besseren gesetzlichen Verankerung. Der § 117 regelt noch die Entschädigungsfrage.

Anders ist die Rechtslage in der Schweiz, wo seit dem Jahr 1976 ein Bundesgesetz über die Fischerei in Kraft getreten ist. Dieses Gesetz nennt die Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung sowie den Schutz der Fischgewässer vor schädlichen Einflüssen als erstes und zugleich wichtigstes Ziel. Danach dürfen Gewässer oder ihr Wasserhaushalt nur mit besonderer Bewilligung der für die Fischerei zuständigen Behörde verändert werden (MARRER, 1981).

Die Vorschriften über die Ausübung der Fischerei sind in Österreich durch Landesfischereigesetze geregelt.

In Oberösterreich war bis 1983 das alte Fischereigesetz in Kraft. Nach diesem war es zum Beispiel möglich, daß von einem beeideten Fischereiaufsichtsorgan bei einer Anzeige wegen einer nicht wasserrechtlich genehmigten Wasserableitung von der zuständigen Bezirkshauptmannschaft zuerst abgewogen wurde, ob hier öffentliches oder privates Interesse überwiegt. Da die Entscheidung auf letzteres fiel, wurde vom anzeigenden Fischereiorgan eine Stempelgebühr verlangt.

Diese Beispiel soll aufzeigen, daß es in Österreich mit dem Gewässerschutz nicht zum allerbesten steht und daß eine Wasserrechtsnovelle mit einem nach Schweizer Vorbild überarbeiteten § 15 dringend nötig wäre.

2. BESCHREIBUNG DES DEXELBACHES

2.1 OROGRAPHIE DES DEXELBACHES

Das Einzugsgebiet des Dexelbaches befindet sich östlich von Greenwich zwischen $13^{\circ}28'20''$ und $13^{\circ}31'45''$ östlicher Länge und entlang $47^{\circ}51'30''$ nördlicher Breite. Politisch gehört der Dexelbach zur Bezirkshauptmannschaft Vöcklabruck in Oberösterreich, der größte Teil seines Einzugsgebietes zur Gemeinde Nußdorf a. Attersee, während nur ein kleiner Anteil des obersten Bereiches davon, der im äußersten Südwesten liegt, zur Gemeinde Oberwang zu zählen ist (Abb.2).

Der Dexelbach liegt im südlichsten Teil des Alpenvorlandes, in der Flyschzone. Er ist zwischen den runden Kuppen und Rücken des Mittelgebirges, die zum Attersee hin abfallen, und dem See eingebettet.

Neben dem Attersee-Mühlbach, dem Ackerling- und Parschallensbach sowie dem Stockwinkler Bach (Urfangbach) ist der Dexelbach einer der Hauptzubringer im westlichen Einzugsgebiet des Attersees. Er entwässert ein Gebiet von $5,17 \text{ km}^2$, das südwestlich von Nußdorf am Attersee zwischen den Höhen Roßmoos (1015 m), Zwergbühel (934 m) und Reitergupf (943 m) liegt. Der Dexelbach weist einen 4,6 km langen Hauptgraben auf; dieser entspringt in 940 m Seehöhe. (Abb. 1)

Sein Hauptzubringer ist der Lichtenbuchinger Graben oder Schwarzenbach. Sein linker Arm entspringt südlich des Zwergbühels in 900 m Seehöhe, der rechte Arm westlich von Lichtenbuch in 870 m Seehöhe. Er entwässert die Hochfläche zuerst nach Osten und dreht sich dann nach Norden, wobei er in diesem Abschnitt vom Güterweg Nußdorf - Oberaschau dreimal gekreuzt wird. Die beiden Arme des Lichtenbuchinger Grabens vereinigen sich dann wenige Meter unterhalb des erwähnten Güterweges nach 1.800 m bzw. 2.300 m Lauflänge zum eigentlichen Lichtenbuchinger Graben, der nach einer kurzen Laufstrecke von nur 360 m bei Hektometer (hm) 24,30 rechtsufrig (r. ufr.) in den Hauptgraben mündet.

In der Schluchtstrecke sind nur Quellaustritte als kleine Wasserzubringer vorhanden.

Im Bereich der Sperre 22 bei hm 16,98 mündet l.ufr. unter der langen Flügeleinbindung ein kleines Sinterbächlein.

Der Dixelbach nimmt nach dem Verlassen der eigentlichen Schluchtstrecke ein weiteres Sinterbächlein l.ufr. auf. Dieses kleine Waldbächlein mit nur 40 cm Breite und einer sehr konstanten Schüttung von knapp 2 Liter pro sec. mündet bei hm 14,70, wenige Meter oberhalb der Grundschwelle 17.

Das Aubacherl hat bei hm 13,20, knapp oberhalb der Grundschwelle 11, dem Einlaufbauwerk der untersten Staffelstrecke, seine r.ufr. Einmündung. Es entspringt östlich der Anwesen von Schwarzenbach, und da es vernäßtes Terrain entwässert und beschattet im Bestand verläuft, weist es eine sehr beständige Wasserführung auf. Im Mündungsbereich hat es eine Breite von 2,5 m und im Sommer eine durchschnittliche Wasserführung von 4 bis 6 Liter pro sec.

Das Quellbacherl mündet bei hm 9,32 in den Hauptbach. Es entwässert die Wiesen und Äcker von der südlichen Begrenzung des Einzugsgebietes her und nimmt das Überwasser von zwei Quelfassungen auf. Die Einmündung liegt bei der untersten Sohlschwelle im Bereich der Steinschlichtung, die im Jahr 1976 dort verlegt wurde. Das Quellbacherl ist wegen seiner beständigen Wasserführung sowohl bei Hochwasser als auch in Trockenperioden ein guter Fischeinstand, besonders für Jungfische.

Der Dixelbach wird bei hm 3,47 von der Attersee Bundesstraße 151 mit einer 6 m breiten Stahlbetonbrücke überquert, nimmt dann noch r. ufr. einen kleinen Entwässerungsgraben auf, der leider seit Bestehen des Campingplatzes stark mit Detergentien belastet ist, und mündet nördlich der Ortschaft Dixelbach in einer Seehöhe von 469 m in den Attersee.

Das gesamte Bachregime des Dixelbaches hat eine West-Ost-Erstreckung und gliedert sich in drei morphologische Abschnitte: 1. das oberste Einzugsgebiet mit geschlossenen Hochwaldbeständen und einer landwirtschaftlich genutzten Hochfläche zwischen 700 und 800 m Seehöhe,

2. den schluchtartigen Mittellauf und

3. den Auflandungsbereich bzw. den Schwemmkegel.

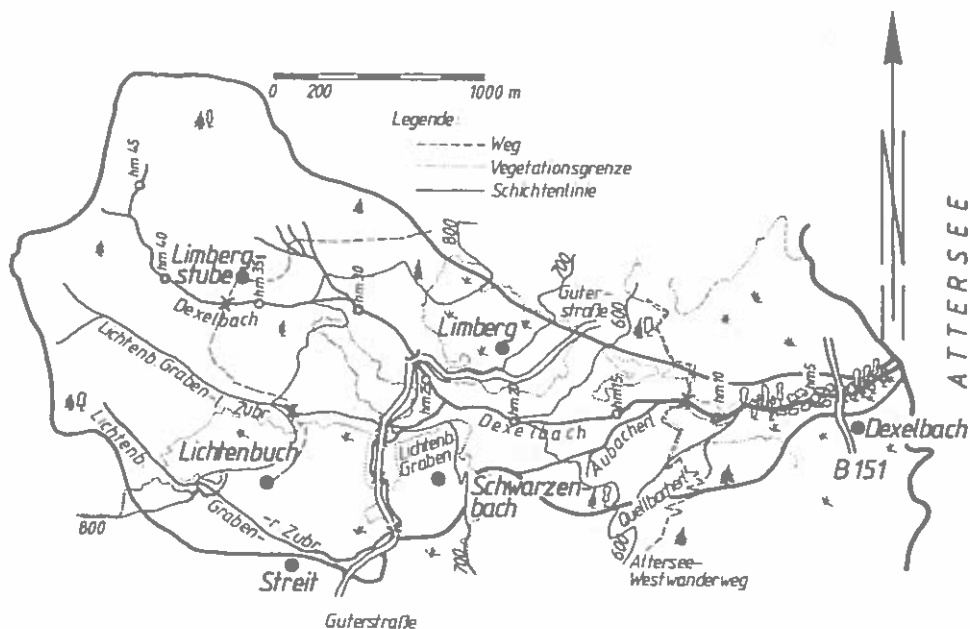
Diese Bachunterteilung ist für alle das Hochplateau im SW des Attersees entwässernden Wildbäche typisch. Der flächenmäßig größte Gebietsanteil dieser Hochfläche, die gegen Westen abfällt, entwässert über die Wangauer Ache zum Mondsee.

Das Einzugsgebiet ist nach TSCHERMAK (1953) und der FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT (1956) dem Wuchsgebiet IV 3 mit reichlichem Buchenvorkommen und Fehlen der Lärche zuzuordnen, nach MAYR (1974) dem Wuchsgebiet 5.1.

Der Wald ist gut bestockt und der standortgemäße Buchen-Tannenwald ist in einen Fichten-Buchen-Tannenwald bester Bonität durch wirtschaftliche Eingriffe übergeführt worden. Der Tannenanteil ist noch gut erhalten und mit einigen Prachtexemplaren vertreten.

Kulturartenverteilung im Einzugsgebiet:

Grünland	1,20 km ²	23,2 %
Ackerland	0,20 km ²	3,9 %
Wald	3,77 km ²	72,9 %
Gesamteinzugsgebietsfläche	5,17 km ²	100,0 %



2.2 GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE DES EINZUGSGEBIETES

Der Dixelbach liegt mit seinem gesamten Einzugsgebiet im oberösterreichischen Teil der Flyschzone. Sie liegt den nord-östlichen Kalkalpen vorgelagert, erstreckt sich in einem zunächst etwa 20 km breiten Streifen im Bereich des Attersees, verengt sich östlich des Traunsees auf nur mehr 5 km Breite und zieht weiter in östlicher Richtung. Der Attersee ist vollständig in diese Flyschzone eingebettet, nur im Süden und äußersten Südosten treten die Kalkvoralpen Salzburgs und des Salzkammergutes bis an seine Ufer heran. Die höchste Erhebung der Flyschzone ist die Hochplettspitze mit 1134 m, die im Südwesten des Attersees liegt.

Im Einzugsgebiet des Dixelbaches treten vor allem Flyschgesteine der Unterkreide und quartäre Ablagerungen auf. Laut STURM (1968) finden sich folgende Flyschserien der Unterkreide:

Neokom: harte, splittrige Kalksandsteine und Mergelkalke, die in einzelnen Bänken eine Mächtigkeit von 20 bis 200 cm erreichen. Dunkelgraue, weiche Mergelschichten sind diesen Bänken zwischengelagert, die bei langanhaltender Durchfeuchtung eine gute Gleitschicht abgeben.

Gault: harte, glaukonitreiche, grünliche Sandsteine, die grobkörniger und karbonatärmer als im Neokom sind. Die Mächtigkeit dieser Bänke kann bis 130 cm betragen. Ihnen sind ebenfalls schwarze Mergelschichten zwischengelagert, die gefährliche Gleitflächen bei Durchfeuchtung bilden.

Die Hauptstreichrichtung der Flyschgesteine ist O - W, wobei S - Fallen der Bänke überwiegt. In der Schluchtstrecke sind im r. ufr. Teil oft Falten und Bankverbiegungen zu erkennen, die auf einen Schuppenbau hinweisen. In zwei Abschnitten der Schluchtstrecke bildet der Dixelbach die Trennungslinie zwischen den anstehenden, bankigen Flyschablagerungen im Süden, die am r. Ufer liegen, und den quartären Ablagerungen der Limbergmoräne aus der Würmeiszeit im Norden, die am l. Ufer auftreten. Diese beiden Bachabschnitte befinden sich zwischen hm 20,40 und hm 20,90 und von hm 22,25 bis

hm 23,20; letzterer liegt ungefähr 100 m unterhalb der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens. (Siehe Abb. 1 und Situationsplan im Anhang)

Die Bohrungen, die von CZERMAK (1938) entlang der alten Reichsautobahn-Achse im Bereich von hm 20,62 durchgeführt worden waren, ergaben, daß am linken Ufer die Flyschsandsteinbänke bis maximal 4 m Höhe und bis 60 m Breite von den quartären Moränenablagerungen überlagert sind. Erst in 20 m Höhe und in einem Abstand von 60 m von der Schluchtmitte konnte eine Klippe von Flyschsandstein festgestellt werden, die die Moränenablagerungen unterbricht. Am r. Ufer dagegen wird das anstehende Flyschgestein ab einer Höhe von 5 m von Flyschverwitterungsmaterial und Moränenschotter überdeckt. Wenn auch die überwiegend im r.ufr. Bereich des Dixelbaches auftretenden Flyschgesteine verhältnismäßig hart und widerstandsfähig gegenüber der Verwitterung sind, so können sie zu beachtlichen Blaikenanbrüchen führen, da die zwischengelagerten tonigen Schichten bei ergiebigen Niederschlägen und Hochwasserereignissen sehr günstige Gleithorizonte abgeben.

Durch die physikalische Verwitterung brechen nur kleine Schieferplättchen ab, die manchmal sogar Abdrücke von Farnpflanzen enthalten.

Bei nicht anstehendem Flysch ist der Dixelbach in mächtige quartäre Ablagerungen eingeschnitten, deren Schotter mit zum Teil feinsandigen Anteilen, überwiegend Komponenten aus Flyschgestein enthält. Erwähnenswert sind noch die deutlichen Seitenmoränenreste des Attersee-Gletschers, die besonders gut in der Limbergmoräne ausgebildet sind. Diese tritt im l.ufr. Teil des Dixelbaches von der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens bei hm 24,30 abwärts bis etwa hm 20,30 deutlich zutage und ist an ihren großen Findlingsblöcken leicht erkennbar.

Moränenreste treten auch am r. Ufer des Lichtenbuchinger Grabens etwa von hm 0,50 bis knapp zum Zusammenfluß mit dem l.ufr. Zubringer unterhalb des Güterweges auf und brin-

gen dort bei Lateralschurf enorme Blaikenanbrüche, die zahlreiche Konsolidierungssperren erfordern, um diese Hänge zu stabilisieren. Der Schluchtboden ist auf eine Breite von 20 m und eine Tiefe von 2,5 m im Bereich des CZERMAK-Profiles bei hm 20,62 von mächtigem Blockgeröll überlagert. Wenige Meter bachaufwärts steigt die Blocküberlagerung bis auf 5 m Höhe an. Hier liegt Geschiebepotential in der Größenordnung von 2.500 - 3.000 m³. An den Stellen der Schluchstrecke, die von Blockmaterial so stark überlagert sind, tritt bei starkem Hochwasser eine bedeutende Geschiebeumlagerung an den Tag, die sehr häufig zum völligen Verwerfen des Bachlaufes führt. Im CZERMAK-Profil aus dem Jahr 1938 ist am r. Rand der Schlucht das wasserführende Bachbett eingezeichnet, am linken Begrenzungsrand der 20 m breiten Schluchstrecke ein trockenes Bachbett, das höhenmäßig um 1,8 m höher liegt als das wasserführende.



Foto 1: Bei hm 20,65 im Schluchtbereich lagert Geschiebepotential in der Größenordnung von 2.500 - 3.000 m³.

Dieser Zustand ist bis heute erhalten geblieben, denn während meiner rund 14-jährigen Beobachtungszeit hat sich das Bachbett hier dreimal verlagert, wodurch natürlich auch Fischverluste aufgetreten sind, die aber trotz der bedeutenden Umlagerungen in Grenzen blieben.

Diese Blockmaterialüberlagerungen, die bachabwärts in Geschiebeüberlagerungen übergehen, sind häufig die Ursache für das Trockenfallen von Kolken, da das Wasser erst unter diesem Überlagerungsmaterial auf dem dichten Grundgestein abfließt.

2.3 KLIMA

Das Klima in Oberösterreich kann als Übergangsklima zwischen dem feuchten, vom Atlantik geprägten Westen, und dem kontinentalen Osten bezeichnet werden. Das Gebiet um den Attersee stellt ein besonderes Kleinklima dar, das durch die Einwirkung des Sees entsteht (siehe Abb. 1 + 2).

Innerhalb des Untersuchungsgebietes befinden sich nur vier Wetterstationen, die seit längerer Zeit in Betrieb stehen. Es sind dies Weyregg, Thalham, Attersee und Weißenbach, wobei aber Temperaturmessungen lediglich von den beiden ersten durchgeführt werden. Die Wetterstation Seewalchen hat leider erst seit April 1983 ihre Tätigkeit aufgenommen.

Nach der thermisch - hygri-schen Klimaklassifikation von KÜPPEN (1954) gehört das Atterseegebiet dem warmgemäßigten Regen- oder Buchenklima an, das mit C f b nach seiner genauen Unterteilung gekennzeichnet wird. In dieser Zone liegen die Mitteltemperaturen des kältesten Monats über -3°C und unter $+18^{\circ}\text{C}$. Die dem C, das für Buchenklima steht, beigefügten Buchstaben f und b haben folgende Bedeutung: f ist signifikant für das Fehlen einer Trockenzeit, daher sind ganzjährig schwankende Niederschläge möglich. b bedeutet, daß die Temperatur des wärmsten Monats über 22°C liegt, aber noch mindestens 4 Monate über 10°C vorhanden sein müssen.

Dies trifft nicht nur für das unmittelbare Atterseegebiet, sondern auch für höher und weiter entfernt gelegene Gebiete zu, wie dies durch die 24 km westlich vom Attersee situierte Wetterstation Thalham bewiesen wird, die einen Jännermittelwert von $-2,9^{\circ}\text{C}$ liefert, obwohl sie in einer Seehöhe von 539 m liegt.

Durch die Temperaturmilderung des Sees im Winter, muß hinsichtlich der vertikalen Begrenzung des Buchenklimas, die KÖPPEN mit 460 m Seehöhe angibt, eine Korrektur nach oben erfolgen, da der Attersee selbst bereits 469 m hoch liegt (FLÖGL, 1970; SCHINDLBAUER, 1981).

Für das Mikroklima am Dixelbach tritt eine zusätzliche Differenzierung durch das Expositionsklima auf, das durch die West - Osterstreckung des Bachregimes hervorgerufen wird und das die mildernde Wirkung des Attersees noch durch die frontale Sonneneinwirkung verstärkt (AULITZKY, 1983).

Die Hauptwinde wehen im Herbst aus West, während der übrigen Jahreszeiten aus NW (SCHMEISS, 1980). Die seitliche Bewindung dieser Täler führt zu einem früheren Ausapern der Hänge. Diese Begünstigung im Klima wird überdies noch durch die tägliche Advektion von Land- und Seewind erhöht, die von anderen Winden unabhängig ist (AULITZKY, 1983).

Die Höhengrenze für die Buchenklimate im Bereich des Attersees würde ich daher vornehmlich im Einzugsgebiet des Dixelbaches auf rund 600 m Seehöhe verlegen, da dieses nach Osten zum Attersee vollkommen offen ist und somit diesen Einflüssen völlig unterliegt.

Dies ergab sich auch aus den eigenen Messungen, die bei der Meßstelle am Dixelbach bei hm 13,72 und in einer Seehöhe von 540 m mittels eines POLY-COMB- Druckers über den Zeitraum von 2 Jahren durchgeführt wurden. Die Mittelwerte lagen für Dezember 1981 bei $+0,77^{\circ}\text{C}$, für Dezember 1982 bei $+0,19^{\circ}\text{C}$ und für Jänner 1983 bei $+1,9^{\circ}\text{C}$.

Für den oberen Teil der Schluchtstrecke und das darüber liegende Einzugsgebiet ergibt sich eine Zuordnung zum Eichenklima nach KÖPPEN mit der Kennzeichnung D f b.

Die aus dem Klimadiagramm-Weltatlas von WALTER u. LIETH (1960) zum Vergleich herangezogenen Daten der benachbarten und lagemäßig vergleichbaren Stationen Mondsee (Nr. 395, 488 m, 1622 mm JN.) und Gmunden (Nr. 400, 448 m, 1234 mm JN.) zeigen ebenfalls deutlich das Niederschlagsmaximum im Sommer und einen trockenen Herbst. Die Jahrestemperaturwerte betragen 7,9°C und 8,3°C.

2.3.1 Temperatur

Attersee und Mondsee sind bezüglich der Temperaturen sehr begünstigt; die mittlere Jahrestemperatur (1901 - 1950) überschreitet in diesen Gebieten die 8°C. Die Jännertemperaturen erreichen im Seengebiet, da von diesen hier richtige Wärmeinseln gebildet werden, Temperaturmittel von mehr als -2°C; dagegen ist die anschließende Vöckla-Ager-Furche, bedingt durch häufige Nebelbildung, relativ kälter. In Frankenmarkt liegt das Jännermittel beispielsweise bei -3,2°C, in Vöcklabruck bei -2,6°C, während in Wolfsegg am Hausruck, das sich bereits nördlich dieser Furche befindet, infolge von Temperaturumkehr nur -2,3°C ermittelt wurden.

Bei den Monatsmitteln im Juli schneidet das Hausruckgebiet mit Werten zwischen 14 und 16°C gegenüber der Vöckla-Ager-Furche ungünstig ab, da dort die Temperaturen knapp unter 18°C liegen. Das Atterseegebiet erreicht diese Temperaturen von knapp 18°C nicht ganz, da doch ein gewisser Abkühlungseffekt dem See zugeschrieben wird. Der mildernde Einfluß des Attersees kommt noch in den mittleren Jahrestemperaturen zum Ausdruck, obwohl der erwähnte Abkühlungseffekt im Sommer vorhanden ist.

Tab. 2: Die mittleren Monatstemperaturen und mittleren Jahrestemperaturen in °C (HYDROGRAPHISCHES ZENTRAL-BÜRO, 1952 u. 1980).

Monat	Stationen und ihre Höhenlagen			
	Vöcklabruck	Thalham	Weyregg	Meßst.Dexelbach
	430 m	539 m	470 m	540 m
	(1901-1950)	(1961-1971)	(1975-1980)	(1982) *
Jänner	-2,7	-2,9	-0,4	0,8
Februar	-1,2	-0,8	-0,1	-
März	3,3	2,0	3,8	2,2
April	7,8	6,9	6,3	4,8
Mai	12,9	11,5	12,0	-
Juni	15,8	14,9	15,6	-
Juli	17,5	16,4	16,8	16,2
August	16,5	15,8	15,6	15,6
September	12,9	12,3	13,1	15,5
Oktober	7,6	7,5	8,3	8,2
November	2,7	2,6	3,3	3,9
Dezember	-0,9	-1,8	-0,3	0,2
Jahresmittel	7,7	7,0	7,9	

*Diese Werte wurden mit dem Polycombdruker ermittelt.

Quellen: Hydrographische Jahrbücher, Klimabüßen der Station Weyregg und eigene Meßdaten.

Der Winter (Zeit mit Mitteltemperaturen unter 5°C) dauert in den Tallagen durchschnittlich 4,5 Monate, in Lagen um 750 bis 850 m, das ist gleichzeitig die Obergrenze des Dauersiedlungsraumes, verlängert sich die vegetationslose Zeit um zirka 3 Wochen. Temperaturen unter -10°C Tagesmittel treten in dieser Zeit an durchschnittlich 4 Tagen in ufernahen und an bis zu 8 Tagen in uferfernen Gebieten auf. Demnach ist der Winter relativ mild.

Der Frühling (Mitteltemperaturen von 5°C bis 10°C) bringt eine rasche Erwärmung der Luftmassen. Zwischen Mitte und Ende April wird die 10° Grenze in den Tallagen erreicht, Spätfröste sind jedoch bis Mitte Mai möglich.

Im Sommer (Mitteltemperaturen über 10°C) erreichen die mittleren Tagestemperaturen gelegentlich Werte über 26°C, das Julimittel liegt im Bereich des Einzugsgebietes des Dixelbaches in Durchschnittsjahren zwischen 17 und 18°C, nur in den Jahren 1982 und 1983 wurden höhere Monatsmitteltemperaturen verzeichnet.

Der Herbst (Absinken der Mitteltemperaturen von 10°C auf 5°C) beginnt in der zweiten Septemberhälfte und gilt als die schönste und beständigste Jahreszeit in dieser Gegend. Die Jahresamplitude beträgt in Weyregg 17,2°C, in den uferfernen Lagen wie in Thalham oder Vöcklabruck rund 20°C.

2.3.2 Niederschlag

Die Niederschläge im Atterseegebiet gehören zu den höchsten in Oberösterreich. Die allgemein hohen Jahresniederschläge dieses Raumes zeigen eine signifikante Zunahme nach Süden und überdies ein deutlich ausgeprägtes Sommermaximum.

Die Tabelle 3 bringt die Monatsniederschläge der Stationen Weißenbach, Attersee und Vöcklabruck sowie deren Jahresniederschlagssummen. Sehr gut ersichtlich ist aus ihr die bereits erwähnte Zunahme der Niederschläge von Norden nach Süden, die nicht nur in der Jahressumme der einzelnen Meßstationen deutlich zunimmt, sondern auch in sämtlichen Monaten. Vöcklabruck hat eine Jahresniederschlagssumme von 1049 mm, Attersee eine von 1246 mm und in Weißenbach, der südlichsten Meßstation, wurden bereits 1628 mm Jahresniederschlag gemessen.

Tab. 3: mittlere Monats- und Jahresniederschläge in
Millimetern (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1952)

Stationen und ihre Höhenlagen			
Monat	Weißbach (475m) (1901 - 1950)	Attersee (480m) (1926 - 1950)	Vöcklabruck (430m) (1901 - 1950)
Jänner	109	80	69
Februar	98	78	59
März	88	70	58
April	125	90	83
Mai	143	131	106
Juni	181	142	120
Juli	214	169	141
August	194	147	121
September	150	103	92
Oktober	112	84	68
November	105	78	66
Dezember	109	74	66
Jahressumme	1628	1246	1049

Die GEBIETSBAULEITUNG ATTERGAU u. INNVIERTEL gibt das Jahresniederschlagsminimum mit 869 mm und das Maximum mit 1523 mm (Beobachtungszeitraum 1961 - 1970) sowie das Jahresniederschlagsmittel (1961 - 1970) mit 1247 mm nach Messungen der Station Attersee an. Das höchste ermittelte Tagesniederschlagsmaximum wurde am 22.6.1947 mit 98,8 mm gemessen. Die hohen Jahresniederschläge und die Regenhäufigkeit nehmen von Norden nach Süden zu. Vöcklabruck weist im Durchschnitt jährlich 142 Niederschlagstage auf, Attersee und Weißbach dagegen 185 und 167. Alle diese Fakten sind sowohl dem Fremdenverkehr als auch dem Ackerbau abträglich. Daher wird vom Norden nach Süden der Ackerbau von der Grünlandwirtschaft abgelöst. Letzteres ist auch verständlich, wenn in Betracht ge-

zogen wird, daß der Jahresgang des Niederschlages zusätzlich eine negative Wirkung mit sich bringt, da das Frühjahr feucht ist, der Sommer sehr naß und nur der Herbst trocken. Die Zunahme des Jahresniederschlages von Norden nach Süden ist aus der Isohyetenkarte (Abb.2) gut abzulesen. Der daraus ermittelte Wert für den Dixelbach beträgt 1.430 mm Jahresniederschlag.

Auf der Isohyetenkarte sind drei Niederschlagsmeß- und drei Temperaturmeßstationen zusätzlich eingezeichnet.

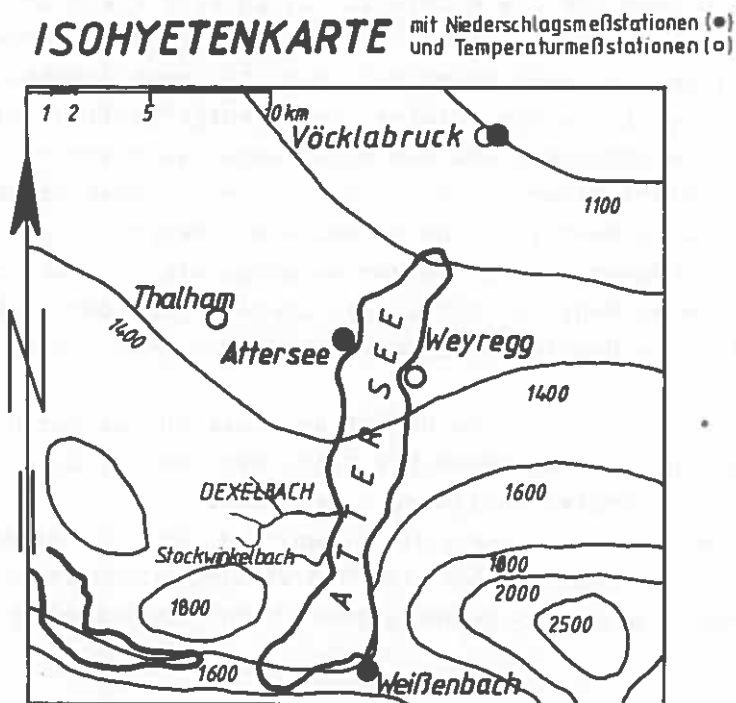


Abb.2: Isohyetenkarte des Atterseeraumes

Die lange anhaltenden Niederschläge, die meist eine große Intensität aufweisen, fördern im Flyschgebiet die starke Hochwasseranfälligkeit der meisten Bäche. Die Anlaufdauer ist ebenfalls sehr kurz, denn die Niederschläge fließen oberflächlich sehr schnell ab, da der Flysch das Eindringen des Wassers in tiefere Bodenschichten verhindert und so kein Rückhaltevermögen des Bodens zur Wirkung kommt. Diesen Hochwasserfluten stehen andererseits extreme Niedrigwasserstände gegenüber, da eben eine ausreichende Speicherkapazität fehlt. Das durchlässige Moränenmaterial gleitet auf der undurchlässigen Flyschschichte ab. An zahlreichen Rutschungen des Dixelbaches ist diese geringe Hangstabilität zu erkennen. Da die Porenräume und die Klüfte im Flysch sehr klein und wenig tiefreichend sind, können sie nur wenig Wasser aufnehmen, und dieses ist sehr oberflächennah. Typische Zeichen der Flyschzone sind viele, kleine, unergiebiges Quellen, die sich leicht verschlagen, und das sogenannte Hangfließen. Große Grundwasserströme fehlen in dieser Zone, sodaß größere Siedlungen von außerhalb ihrer Grundwasserlandschaft versorgt werden müssen. Da die Wasserbewegung, wie bereits erwähnt, in diesen Gebieten nur in der obersten Schicht stattfindet, sind die Quellwassertemperaturen im Sommer nicht sehr tief.

Mit einer Schneedecke ist im Gebiet des Dixelbaches durchschnittlich von Ende November bis Mitte März und im Oberlauf bis in die ersten Apriltage zu rechnen.

Die folgende Tabelle enthält die Anzahl der Tage mit Schneehöhen für die Winter 1960/61 bis 1969/70 aufgegliedert in 6 Spalten nach 5 Niederschlagshöhenstufen und einer Summenspalte.

Tab. 4: Die Häufigkeiten der Schneehöhen (1960/61
bis 1969/70). (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO)

Beobachtungsstation	Anzahl der Tage mit Schneehöhen in cm					
	1-14	15-29	30-49	50-99	100-150	1-150
Attersee (480 m)	44	20	11	2	0	77
Thalham (539 m)	55	23	10	8	1	97
Weißbach (475 m)	44	25	9	8	0	86
Vöcklabruck (430 m)	32	15	12	3	0	62

Bezüglich der mittleren Anzahl der Tage mit Schneedecke treten starke kleinklimatische Unterschiede hervor. Die Ursachen für eine längere Schneebedeckung finden sich im generellen Ansteigen dieser von Norden nach Süden, in der geringeren Beeinflussung der uferfernen Gebiete durch den See, in der Höhenlage, der Windeinwirkung und der Sonneneinstrahlung. In Oberösterreich herrschen die Winde aus dem Westquadranten vor, sie müssen sich jedoch wie überall den Landschaftsformen anpassen. Um den Attersee zu erreichen, stellen sich den regenbringenden Westwinden keine extremen Berge in den Weg. Die feuchte Westströmung findet über die Thalgauer Senke und die Vöckla-Ager Pforte den leichtesten Zutritt zum Westufer des Attersees. Im Norden durch den Kobernausser Wald und den Hausruck eingeengt, im Süden durch Drachenwand u. Schafberg zum Attersee geleitet, erfolgt der erste Aufstau der ankommenden feuchten Luftmassen an den Flyschbergen des Attergaues und dann am Ostufer des Sees durch das mächtige Hölleengebirge. Hier kommt es dann zu einem intensiven Abregnen, die Jahresniederschläge steigen im Bereich Unterachs von der 1600 mm Isohyetenlinie (Abb. 2) sprunghaft auf 1800 mm an. Diese Niederschlagshöhen ergeben sich daraus, daß die Westwetter und die starken Gewitter in diesem Bereich, wie der Volksmund sagt, "hängen-bleiben".

Das Einzugsgebiet des Dexelbaches liegt in der Mitte der

Isohyeten von 1400 mm und 1600 mm, die hier in diesem Bereich, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, genau in Ost-Westrichtung verlaufen.

2.4 REGIONALES GEWÄSSERSYSTEM

Die Entwässerung der westlich des Attersees liegenden Flyschzone erfolgt überwiegend durch die Dürre Ager, deren östlicher Hauptzubringer, der Aubach, an der Wasserscheide zum Dixelbach entspringt. Die Dürre Ager entwässert in nordöstlicher Richtung zur Vöckla, die selbst in der Flyschzone des Mondseeberglandes ihren Ursprung hat. Die Ager, die östlich von Vöcklabruck l. ufr. die Vöckla aufnimmt, entwässert alle westlich des Müllengebirges gelegenen Seen. Hierzu gehören der Fuschlsee, der über die Fuschler Ache seinen Abfluß in den Mondsee einbringt, und der Zeller See, der über die Zeller Ache seine Wässer ebenfalls dem Mondsee zuführt. Die Wangauer Ache entwässert den westlich des Attersees gelegenen Teil der Flyschzone nach Süden zum Mondsee. Dieser ist über die Seeache mit dem Attersee verbunden, der mit seiner Wasserfläche von rund 45 km² Österreichs größter See ist, welcher zur Gänze im Bundesgebiet liegt. Er nimmt aus der Flyschzone vom Westen her mehrere Bäche auf, von denen der Dixelbach der größte ist. Der Attersee fließt über die Ager zur Traun ab.

2.5 CHARAKTERISTIK DER BACHABSCHNITTE UND DER MORPHOMETRISCHEN VERHÄLTNISSE

Der Oberlauf des Hauptgrabens beginnt bei hm 45,95 und endet bei hm 33,05, etwa 620 m oberhalb des Güterweges Nußdorf - Oberwang. Seine Quelle entspringt 350 m südlich des Roßmoosgipfels (1015 m) in einer Seehöhe von 940 m (Abb. 1). Das Bächlein nimmt nach 260 m Lauflänge in südlicher Richtung den unterhalb des Zwergbühels (934 m) entspringenden ersten Zubringer, der genau in östlicher Richtung verläuft, r. ufr. auf. Bei dieser Einmündung in einer Seehöhe von 895 m dreht das Bächlein genau in O - W Richtung. Jener Abschnitt hat eine Länge von 1300 m und weist ein Durchschnittsgefälle von 10 % auf. Eine hohe Tiefenvarianz durch

häufiges Wechseln von Gumpen und kleinen Flachstellen ist vorhanden.

Der Mittellauf, der bei hm 33,00 in einer Seehöhe von rund 800 m beginnt, verläuft ebenfalls in W-O Richtung und nimmt bei hm 31,10 l. ufr. einen Zubringer auf. Von seinem Beginn bis zur Güterwegbrücke (hm 26,82) legt er eine Strecke von 620 m mit einem Durchschnittsgefälle von 15,8 % zurück und liegt in einem mäßig tiefen Einschnitt. Im Bachbett finden sich stellenweise Felsblöcke, die mehrere Kubikmeter groß sind und von Moränenresten stammen.

Bis hm 29,30 wurden vor mehreren Jahren noch einige Bachforellen mit knapper Brüttelmaßgröße festgestellt, die Größen von 100 bis 160 mm Länge waren noch häufiger zu finden. Dieser Abschnitt wird jedoch wegen der geringen Fischdichte und der wenigen fangbaren Exemplare nicht befischt, er ist auch nicht verbaut.

Im Bereich des Güterweges tritt der Bach infolge einer kleinen Erweiterung des Tales und durch die Hebung der Bachsohle mittels der obersten Sperre Nr. 45 (hm 26,76) zur Brückenwiderlagersicherung aus der Tiefe des Talbodens heraus. Von hier abwärts vertieft sich der Graben zu einer immer steiler werdenden Schlucht, in der 3 Konsolidierungssperren in ZMMW - und 7 in doppelwandiger Steinkastenbauweise errichtet wurden, um in diesem Bereich die Einhänge abzusichern und das Tieferwühlen des Baches zu unterbinden. Der Bau erfolgte in den Jahren 1948 bis 1951. Die unterste Steinkastensperre wurde bei hm 25,43 gebaut, kurz bevor der Dixelbach in den felsigen Schluchtteil eintritt, der mit zahlreichen aus dem Fels gewaschenen Kaskaden durchsetzt ist und aus Mergelkalken besteht. In diesem kurzen Abschnitt bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens bei hm 24,30 beträgt das Gefälle durchschnittlich 16 %.

Anschließend folgt eine 35 m lange Auflandungsstrecke bis zur Steinkastensperre Nr. 35, die bei hm 23,96 erbaut worden ist und mit ihrem mächtigen Überfall von 2,45 m jegliche Fischwanderung in diesem Abschnitt unterbindet. Bei hm 23,21

findet sich noch eine stark verfallene Sperre in Steinbauweise (Nr. 34), die zur Konsolidierung des r. ufr. Hanges errichtet worden ist. Dieser zeigt auf eine Länge von 75 m starke Rutschungstendenzen und ist bereits in den Jahren 1948 bis 1951 technisch und biologisch (Lebendverbau) saniert worden.

Heute sind diese Sicherungsbauten verfallen und zerstört. Bei fast jeder längeren Niederschlagsperiode sitzen Teile der feinmaterialigen Blaike in den Bach ab und verlegen die mit Bachforellen gut besetzten Gumpen.

Unterhalb der Sperre Nr. 34 beginnen r. ufr. die im Abschnitt 2.2 beschriebenen anstehenden, bankigen Mergelkalke aus der Flyschformation (hm 22,25 - 23,20). Ihnen gegenüber liegen die rutschgefährdeten Einhänge, die dauernd ihre breiigen Feinmaterialien in den Bach einstoßen (Situationsplan im Anhang und Foto 2).



Foto 2: Schluchtstrecke (hm 22,40) mit Mergelbänken und Rutschhängen bachabwärts.

Diese sind mit einzelnen erratischen Blöcken durchsetzt. Bei längeren Niederschlagsperioden füllen diese Moränenablagerungen sogar die Bachsohle meterhoch auf und bringen zusätzlich kleine Mengen von Wildholz ein. Der Dexelbach muß jene Materialien wieder abtragen. Es dauert oft Monate, bis er die ursprünglichen Mergelkaskaden mit ihren gut ausgebildeten natürlichen Gumpen freigelegt hat. Dieser Abschnitt ist sehr schwer zu befischen, da kein Steig vorhanden ist. Bei hm 22,10 finden sich l. ufr. noch die Reste der 1919 zerstörten Grafenmühle, ihre Materialrutschen sind im Terrain noch zu erkennen. Hier finden sich einige sehr schöne natürliche Gumpen und Flachstellen, die durch schwerstes Blockmaterial gegen Hochwässer gesichert sind und durch ihre günstige Varianz der Wassertiefen nicht nur sichere Fisch-einstände für große Bachforellen bilden, sondern ebenso äußerst günstige Laichplätze (Foto 3).



Foto 3: Laichplatz unterhalb der "Grafenmühle" bei hm 22,05.

Bis hm 20,90, dem Anfang der nächsten r. ufr. Mergelbänke, pendelt der Bach zwischen r. und dann l. Talflanke, wobei er bei letzterer eine 40 m lange Blaike anschneidet, die sehr hoch in die Talflanke hinaufreicht und nur Feinmaterial bringt, wenn ihr Hangfuß angeschnitten wird. Derzeit ist sie leicht angewachsen und etwas stabilisiert, da der Dixelbach an ihrem Fuß sehr hochliegende Ruhigwassergumpen ausgebildet hat und bei Hochwasserabfluß, bedingt durch die auf der r. Talseite tiefer gelegene Talsohle, das Hochwasser diesen Teil eines natürlichen Doppelprofiles überströmt.

Im Bereich von hm 20,90 bis 20,40 findet man die bereits im geologischen Abschnitt erwähnten anstehenden Bänke von Flyschsandstein und wechsellagernden Schiefertönen. Hier liegt auf etwa 25 m Länge und bis maximal 5 m Höhe eine gewaltige Blockmaterialablagerung von über 1200 m³, die bei großen Hochwässern zu starken Bachverwerfungen und Geschiebeumlagerungen führt und bei Trockenfallen des Bachbettes Fischverluste zur Folge hat. Das Durchschnittsgefälle ab der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens bis hm 20,40 beträgt 14,8 %, erreicht aber kurze Maximalwerte bis 21 %.

Etwa ab hm 22,20 wird das Gefälle wieder geringer, einige gute und dauerhafte Gumpen sind neuerlich vorhanden.

Bei hm 19,39 wurde im Jahr 1976 die Stahlbetonsperre Nr. 33 errichtet, die den Fischaufstieg wieder völlig unterbindet, da ihr Überfall 4,00 m beträgt. Der Geschieberückhalt durch diese Sperre brachte für die darunterliegende Bachstrecke eine Beruhigung. Es wird durch diese Sperre die oberhalb zwischengelagerte und abfuhrbereite Geschiebemenge von ca. 25.000 m³ auf maximal 15.000 m³ reduziert. Die Geschiebekorngröße liegt zwischen 30 und 90 cm lt. Angabe der GBLTG. Das Tal erweitert sich hier, und das Gefälle wird wieder flacher (Foto 4).

Ab hm 18,65 findet man 3 Sperren in ZMMW-Bauweise vor, die mit unüberwindlichen Überfällen für den Fischaufstieg gebaut worden sind. Zwischen ihnen findet man noch starke Geschiebeumlagerungen. Bachabwärts folgen 7 Holzgrundschwelen, deren Überfälle für den Fischaufstieg noch in Frage kommen. Am

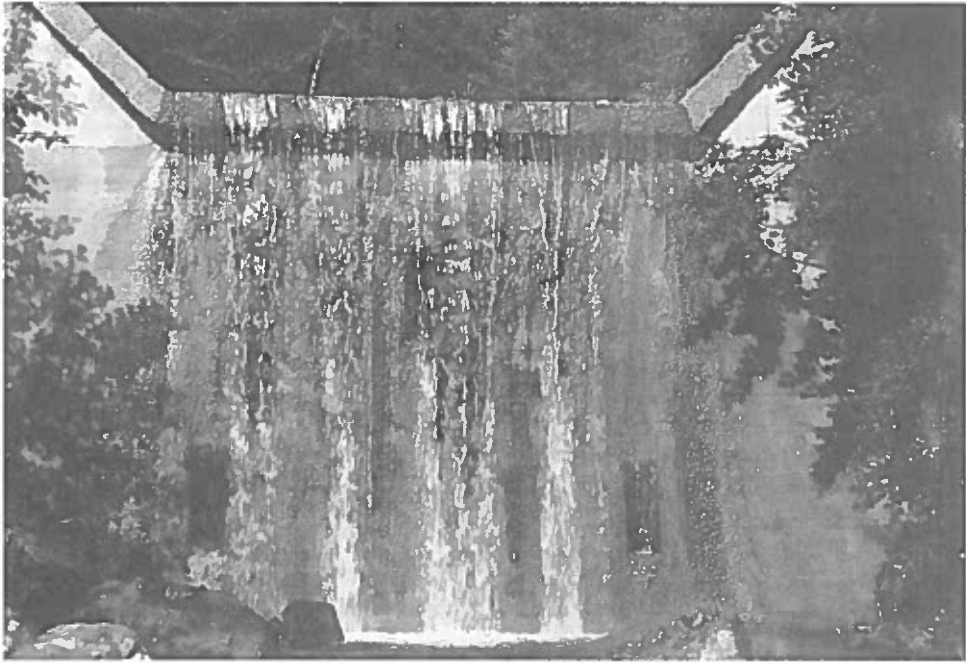


Foto 4: Die Geschieberückhaltesperre Nr. 33 bei hm 19,39 reduzierte die abfuhrbereite Geschiebemenge von 25.000 m³ auf etwa 15.000 m³, unterband aber den Fischaufstieg.



Foto 5: Alte Ausuferungsrinne 1. ufr. bei hm 15,30, ein sogenannter "stummer Zeuge".

Ende dieser Staffel sind zwei Sperren in ZMMW-Bauweise mit 2,2 m hohen Überfällen situiert, von denen erstere (Nr. 22) unter dem 1. langen Sperrenflügel dem Dixelbach ein Waldbächlein zuführt. In diesem Abschnitt ist das Bachbett gut konsolidiert, es gibt derzeit auch keine größeren Geschiebumlagerungen. Dies ist eine Auswirkung der oberhalb liegenden Sperren.

Anschließend finden sich bei hm 16,33 und hm 15,74 2 Beton-sperren (Nr. 19 und 18) mit direkt anschließenden Sohlrampen. Sie wurden als Konsolidierungssperren mit größerem Rückhalteeffekt gebaut und haben durch ihre Doppelfunktion viel zur Stabilisierung dieses Bachabschnittes beigetragen. In den Zwischenstrecken gibt es Laichplätze, bedingt durch die Wassertiefenmonotonie aber keine Einstände für größere Fische. Das Gefälle in diesen Abschnitten beträgt 4 %.

Eine weitere kurze Staffelstrecke beginnt ab hm 14,59. In diesem Bereich liegt der Dixelbach seit der Verbauung an der r. Talflanke. Im l. ufr. Waldteil sind die ersten alten Ausbruchsstellen mit langen Erosionsrinnen und Murwülsten gut zu erkennen, sog. "stumme Zeugen" nach AULITZKY (pers. Mitt.). Der gut bestockte Hochwald in diesem Bereich, mit einer Geländeneigung von 6 - 7 %, kann Ausuferungen und kleinere Muren zum Totlaufen bringen. Knapp oberhalb mündet ein Sinterbächlein l. ufr. ein. Das Einlaufbauwerk ist wieder in ZMMW-Bauweise ausgeführt (Nr. 17) und hat eine Überfallshöhe von 1 m. Anschließend folgen 4 Grundschwellen in Steinkastenbauweise mit Überfällen von 0,8 bis 1 m Höhe und das Abschlußbauwerk (Nr. 12) aus ZMMW, das gleichzeitig als Meßsperre Verwendung findet. Am l. Sperrenflügel steht die Meßhütte, in der ein Polycomb-Drucker des Institutes für Wildbach- und Lawinenverbauung untergebracht war. Der Überfall der Sperre 12 beträgt 2 m. Der Sperrenkolk ist durch eine Sohlgurte gesichert. Daran schließt unmittelbar eine Sohlrampe an. Die Meßsperre liegt bei hm 13,68. Hier ist die Talsohle schon sehr breit, und der Dixelbach ist in dieser Staffelstrecke durch beidseitige Leitwerke gegen das Aus-

ufern abgesichert. Zahlreiche alte Ausuferungsrinnen als "stumme Zeugen" (AULITZKY, pers. Mitt.) neben der Bachachse, besonders im 1. ufr. anschließenden Bestand, weisen auf eine starke Wildbachtätigkeit vor der Verbauung am hier beginnenden Schwemmkegelhals hin (Foto 5 mit Ausuferung bei hm 15,30).



Foto 6: Erosionsrinne bei hm 10,10 aus dem Jahr 1972.

Die Kolke der Sperren und Grundschwellen sind in diesem Bereich sehr gut gesichert und bringen mit den jeweils anschließenden Flachstrecken eine hohe Tiefenvarianz.

Die Verbauung liegt sehr hoch im Gelände. Dies ist auf das Fehlen von Großgeräten zum Zeitpunkt der Verbauung zurückzuführen (Foto 7).

Seitdem der Dixelbach aber in diesem Abschnitt verbaut ist, würde ich aus praktischen Überlegungen den Beginn des Unterlaufes bis zum Abschluß der nach unten folgenden Staffelsecke hinunterverlegen. Diese Einteilung wurde auch aus befischungstechnischen Gründen bei der ersten E-Fischerei im Jahr 1980 so vorgenommen und in der Publikation "Der Dixelbach- zur Limnologie eines Flyschwildbaches" zum Zwecke der Vergleichsmöglichkeit mit anderen Bächen daher beibehalten. Bis hm 13,04 folgt eine Flachstrecke, die aus meinen früheren Beobachtungen für gute Laichplätze bekannt war und die für

die Fische in der bachaufwärts anschließenden Sohlrampe beste Einatände aufzuweisen hatte.

In diesem Bereich mündet bei hm 13,20 das Aubacherl r. ufr. ein. Östlich der Einmündung sind am r. Schwemmkegelhals zwei alte Erosionsrinnen dieses Bächleins als "stumme Zeugen" noch zu sehen. Bei hm 13,04 beginnt die unterste Staffelstrecke mit einem Einfangleitwerk am l. Ufer in ZMMW-Bauweise für Grundschwelle 11, da hier in früheren Zeiten der Bach ausuferte, wie mehrere tiefe Erosionsrinnen im Bestand noch heute zeigen. Hier weist eine Tiefenmulde mit 4 % Gefälle gegen die Ortschaft Zell und bildet die nördliche Begrenzung des Schwemmkegels. In dieser untersten Staffelstrecke folgen einschließlich des untersten Abschlußbauwerkes bei hm 11,55 noch 10 Grundswellen bzw. Sperren. Die Flügel der Abflußsektionen von Grundschwelle 11 bis 7 und jener von Nr. 1 sind beidufzig in ZMMW erstellt, die dazwischenliegenden bis zum Abschlußbauwerk in Steinkastenbauweise (Situationsplan im Anhang, Foto 7).



Foto 7: Abstaffelung von Grundschwelle 3 (hm 11,82) bis Grundschwelle 11 (hm 12,75) am Schwemmkegelhals in doppelw. Steinkastenbauweise und l. ufr. Leitwerk.

Ein durchgehendes Leitwerk in derselben Bauausführung sichert das l. Ufer von Grundschwelle 11 bis zum untersten Abschlußbauwerk und r. ufr. von Grundschwelle 11 bis 7 durchlaufend. Die Querwerke dieser Abstaffelung, die 1951 erbaut und nicht deckend ausgeführt worden waren, hatten zum Schutz gegen Unterkolkung ein Tosbecken vorgelagert. Ihre Kolke wurden zum Schutz gegen das Auslaufen durch Sohlgurten abgesichert. Die Überfallshöhen betragen beim unteren Abschlußbauwerk 2,25 m, bei den anschließenden Grundschwellen und Sperren liegen sie zwischen 0,60 und 1,48 m. Das Durchschnittsgefälle dieser Staffeltrecke beträgt 8 %, das ursprüngliche Gefälle der Zwischenstrecken lag im unteren Bereich um 3 % und im oberen Abschnitt um 6 % als die Grundschwellen noch mit Sohlgurten versehen waren. Seit dem Fehlen der Gurten, schwanken die Gefällswerte dauernd geringfügig, da die Kolkwasserstände teilweise so tief fallen, daß die Schwebböden der Steinkastenbauwerke frei zu liegen kommen.

Das Durchschnittsgefälle des Mittellaufes beträgt 11,6 % bei einer Höhendifferenz von 139 m und einer Länge von 1200 m.

Die für die Fischproduktion durchschnittlich nutzbare Wasserfläche wurde aus den Mittelwasserständen ermittelt. Die Mittellauflänge für die Flächenberechnung ist jene, die für die E-Fischerei und die Sportbefischung herangezogen wird, das ist vom Güterweg Nußdorf - Oberwang bei hm 26,82 bis zum unteren Abschlußbauwerk bei hm 11,55. Diese Einteilung ergibt sich nicht nur aus den bereits oben erwähnten Überlegungen, sondern auch aus der morphometrischen Struktur. Die für diesen modifizierten Mittellauf ermittelte produktive Wasserfläche beträgt 6.480 m². Sie wurde bereits zur Ermittlung der Benthos- und Fischbiomassen in der Veröffentlichung "Der Dixelbach - zur Limnologie eines Flyschwildbaches" (MOOG, MERWALD, JUNGWIRTH, 1981) herangezogen.

Der Unterlauf reicht, wie bereits mehrmals erwähnt, im Bereich des Schwemmkegelhalses bis in die heute bestehende Verbauung hinein. Er wird aber in dieser Arbeit von hm 11,55 gerechnet, das ist nur einige Meter östlich des Wanderweges Unterach -

Nußdorf, da durch das Abschlußwerk der untersten Staffelsecke zum eigentlichen Unterlauf ein großer Gefällsbruch durch den 2,2 m hohen Überfall entstanden ist. Dieser Teil der Verbauung liegt um 1 bis 1,5 m zu hoch im Gelände und bringt daher bei Trockenperioden bedeutende Fischverluste.

Bei hm 10,10 etwa entstand durch das Hochwasser vom 26.7.1972 eine lange Erosionsrinne (Foto 6). Der Bach führte am Schwemmkegel starke Pendelbewegungen und zahlreiche Ausuferungen durch.

Seit frühester Zeit wurde der Kampf gegen die Auflandung der Bachsohle und die dadurch begünstigte Ausuferung von den Bauern mit einfachsten Mitteln zum Schutz ihrer angrenzenden landwirtschaftlichen Gründe und Wohnhäuser geführt. Ab dem Jahr 1920 wurden diese Arbeiten von der in der Zwischenzeit ins Leben gerufenen Wildbachverbauung weitergeführt. Durch die wiederholten Bachräumungsarbeiten und die Materialdeponie entlang der Ufer, wurde der Dixelbach richtiggehend eingedämmt. Heute sind seine Ufer mit alten Bäumen bestockt, die Prallufer mit Steinschlichtungen gesichert. Bei der Einmündung des Quellbacherls (hm 9,34) und im Bundesstraßenbereich wurden im Zuge der Baumaßnahmen 1975/76 nach den Hochwasserschäden von 1972 mehrere Sohlschwellen in Steinschlichtung verlegt. Das Quellbacherl ist bei Hochwasser ein guter Einstand und auch durch seine konstante Wasserführung in der Sommertrockenheit für die Fische in diesem Bereich lebensnotwendig. Die entlang der Ufer wachsenden Bäume engen den Hochwasserabfluß nicht ein, da sie auf den Dämmen stehen, festigen aber durch ihre tiefgreifenden Wurzeln das aufgeschüttete Dammaterial sehr gut. Hier sind besonders einige Eschen, Buchen und Eichen hervorzuheben. Manche von ihnen bilden mit ihren teilweise in das Wasser hängenden Feinwurzeln einen richtigen Vorhang vor den Unterständen der Fische.

Durch die Geröllfracht seit der letzten Eiszeit hat der Dixelbach seinen Schwemmkegel weiter ausgebaut und auch in den See hinausgeschoben. Zusammen mit dem benachbarten Zeller- und Parschallenbach hat er einen zusammenhängenden

Schwemmkegel von 2 km Breite und 200 m Länge gebildet, der in den See hinausgewachsen ist. In diesem Bereich ist der See auch 300 m weit in Richtung Seemitte sehr seicht und erreicht dann erst eine Tiefe von 80 m.

Bei Wildbächen wird allgemein der fischereiliche Wert als sehr gering eingeschätzt. Ist dagegen der Unterlauf mit einem gut besetzten Vorfluter in Verbindung, dann steigt der Wert der Reproduktion durch die aus dem Vorfluter aufsteigenden Fische.

Im Dixelbach wird aber durch das Trockenfallen von Teilen des Unterlaufes und durch das Abschlußwerk bei hm 11,55 der Aufstieg vom See her bereits hier unterbunden, wodurch die Fischpopulation stark reduziert ist.

Die Gefällsverhältnisse betragen durchschnittlich 2 bis 3 %, im oberen Teil des Unterlaufes steigen sie etwas an. Die Mittelwasserfläche, die für die Untersuchungen herangezogen wurde, beträgt 4.654 m².

Der Lichtenbuchinger Graben oder Schwarzenbach mündet bei hm 24,30 r. ufr. in den Dixelbach. Er besteht aus zwei Quellbächen, die sich im Bereich des Güterweges Nußdorf - Oberwang zum eigentlichen Lichtenbuchinger Graben vereinen. Bis zum Güterweg ist er durch eine Sperre in Beton (hm 1,61), eine Steinkastensperre und drei Grundswellen im ZMMW verbaut. Kurz oberhalb seiner Mündung überwindet er in mehreren Kaskaden die Mergelbänke.

Der Lichtenbuchinger Graben ist sehr stark verwildert. Teilweise bringen mehrere Blaiken am r. Ufer, die mit einzelnen Bäumen bestockt sind und ein Wildholzpotential bilden, dauernd Feinmaterial in den Bach ein.

Am 10.8.1977 brachte hier ein starkes Gewitter eine kleine Mure zum Abgang, die sich dann im Mittellauf stark vergrößerte und die Stauräume der drei Betonsperren füllte. Sie hatte eine totale Bachumlagerung im Mittellauf zur Folge, wodurch große Fischverluste eintraten.

Die Gefällsverhältnisse im Lichtenbuchinger Graben gleichen jenen im Hauptgraben, die nutzbare Wasserfläche beträgt bis zum Güterweg rund 1.000 m². Der l. Arm ist sehr steil und hat

nur einen sehr geringen Fischbestand. Der r. Bacharm ist sehr flach, hat den Charakter eines Wiesenbächleins und besitzt eine zahlreiche Fischpopulation. Der gesamte Lichtenbuchinger Graben und das südliche Wiesenbächlein zeigen starke Breiten-, Tiefen- und Substratheterogenität und beherbergen deshalb eine breit gestreute und zahlreiche Fischpopulation. Dieses Bächlein entwässert mit geringem Gefälle die Wiesen des Hochplateaus und ist wärmer als die anderen Oberläufe, da es kaum beschattet ist.

Der gesamte Dexelbach ist ein Altschuttwildbach, der im Mittellauf in der steilen Schluchtstrecke Murfähigkeit aufweist.

2.6 CHEMISCHE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die im folgenden dargestellten Daten stammen aus den Jahren 1974 und 1975 und wurden freundlicherweise von JAGSCH (Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft) zur Verfügung gestellt. Der Dexelbach weist einen ähnlichen Ionenhaushalt wie die übrigen Atterseezubringer auf (JAGSCH, 1976 und 1977). Auffallend ist dagegen die geringe Konzentration von Nährstoffen, besonders die Phosphorfraktionen liegen sehr niedrig (MÜLLER, 1979). Die Jahresfracht vom P_{tot} liegt unter 200 kg/Jahr und ist im Vergleich zu anderen Atterseezubringern sehr klein. Der kleinere Parschallen Bach bringt über 400 kg/Jahr und der abflußmengenmäßig noch kleinere Nußdorfer Bach über 800 kg/Jahr in den Attersee ein. Letzterer ist heute bereits in die Ringkanalleitung einbezogen.

Wie Tab. 5 zeigt, sind die Chloride mengenmäßig völlig unbedeutend. Das fast ungiftige Ammonium (NH_4^+) ist sehr schwach vertreten. Bei einem pH-Wert von 8 wandeln sich erst 4 % des Ammoniums in das giftige Ammoniak (NH_3) um, wobei 0,1 mg/l kritisch werden. Nitrat (NH_3) ist ein Endprodukt des Eiweißabbaues und auch in hoher Konzentration kein Fischgift. Der pH-Wert mit 8,2 liegt etwas im alkalischen Bereich, ist aber für ein Forellenwasser recht günstig, da Bachforellen bis 9 pH ertragen können. Der leicht alkalische Bereich ist eine Folge des Kalkgehaltes im Grundgestein.

Tab. 5: Chemische Charakteristik des Dixelbaches

Parameter	Mittelwert	Bereich	Einheiten
pH	8,2	7,8 - 8,5	
Säurebind. Verm.	3,1	2,3 - 3,6	mval
Leitfähigkeit	278	224 - 314	Mikrosiemens
Chlorid	ca. 0,5		mg/l ^(18°)
P/PO ₄	ca. 1,0	0 - 6,0	mg/m ³
P _{total} (Phosphor)	14,1	6 - 26	mg/m ³
N/NH ₄ (Ammonium)	68,6	30 - 135	mg/m ³
N/NO ₃ (Nitrat)	804,0	500 - 1200	mg/m ³

Alle Werte wurden bei der Bundesstraßenbrücke gemessen.

2.7 TECHNISCHE DATEN DER PROJEKTE UND DER SCHUTZBAUTEN

Das erste Projekt zur Verbauung des Dixelbaches wurde nach mehreren Ansuchen der Gemeinde 1920 erstellt. Es sah Maßnahmen in der Höhe von 1.306.000,-- Kronen vor. In den Jahren 1920 bis 1924 wurden im Rahmen dieses Projektes mit einem Aufwand von 6.927,39 Goldkronen im Unterlauf 18 Holzgrundschnellen und eine Holzschlacht gebaut und umfangreiche Bachräumungen durchgeführt. Von diesen Verbauungen ist heute nichts mehr erhalten; sie wurden zerstört oder überschottert. Diese Schutzbauten wurden 1930 kollaudiert.

Die Wildbachtätigkeit des Baches hatte sich aber nicht beruhigt, und in den folgenden Jahren kam es immer wieder zu großen Bläikenabbrüchen und dadurch bedingten Verheerungen im Unterlauf.

Nach dem schweren Hochwasser von 1946 wurde von der Gemeinde Nußdorf ein neuerliches Ansuchen um Verbauung bei der Forsttechnischen Abteilung für Wildbachverbauung, Sektion Linz, eingebracht.

Die sofort notwendigen Baumaßnahmen wie Bachräumungen und Ufersicherungen konnten mit Hilfe eines Bauprogrammes

finanziert werden.

Im Anschluß daran wurde ein umfangreiches Projekt ausgearbeitet. Die Projektsüberprüfung fand im Jahr 1948 statt. Dieses Projekt sah eine Unterlaufregulierung mit 62 Holzgrundschnellen bis hm 11,50 vor, von denen aber nur einige ausgeführt wurden. Im Zuge dieser Baumaßnahmen war eine Begradigung des Baches vorgesehen, durch die im Bereich der Einmündung des Quellbacherls (unteres Aubacherl) die Bachachse um 6,5 m nach Norden verschoben werden sollte, wodurch gleichzeitig diese gefährliche Ausbruchsstelle beseitigt worden wäre (Abb. 1 und Situationsplan). Im Bereich des Wanderweges (Lachauer Steg) war ebenfalls eine Achsenverschiebung um 3 m nach Norden geplant. Im Bundesstraßenabschnitt wurden Trockenmauern ausgeführt, um die alten Holzschlachten zu sichern.

Für den Mittellauf war eine systematische Abstaffelung vorgesehen, in deren Folge bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens bei hm 24,30 mit weiteren 12 Grundschnellen in einwandiger Steinkastenbauweise und einer Fallhöhe bis zu 1 m projektiert waren. Sie wurden jedoch in doppelwandiger Steinkastenbauweise und mit gemauerten Abflußsektionen und teilweisen Leitwerken (Abschnitt 2.5) ausgeführt. In diesem Teil fanden meine Versuche über das Steigverhalten der Bachforellen statt. Weiters waren noch 8 Sperren in doppelwandiger Steinkastenbauweise mit Überfallshöhen von 2 bis 2,5 m und 15 mit Überfallshöhen von 3 bis 3,5 m für den Mittellauf vorgesehen. Zur Sicherung der Staffelstrecke war 1 ZMMW-Sperre projektiert, die auch bei hm 13,68 als Sperre Nr. 12 zur Ausführung kam. Eine alte, bestehende Steinsperre bei hm 23,31 sollte saniert werden.

Oberhalb der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens waren noch weitere 14 Sperren in doppelwandiger Steinkastenbauweise und 1 Holzgrundschnelle bis hm 28,62, das ist 180 m oberhalb des Güterweges Nußdorf - Oberwang, vorgesehen. Die im Projekt geplanten Querwerke zwischen hm 13,68 bei Sperre Nr. 12 bis zum Güterweg bei hm 26,82 wurden stark modifiziert, und

statt reinen Konsolidierungssperren kamen mehrere Geschiebestausperren mit höherem Überfall und in ZMMW-Bauweise zur Ausführung.

Dieses Projekt, das außer den bereits aufgezählten Bauwerken eine Abstaffelung für den Lichtenbuchinger Graben und umfangreiche Arbeiten zur Beruhigung der Blaiken vorsah, belief sich auf ein Gesamterfordernis von 2,460.000 S im Jahr 1947.

Entsprechend diesem Projekt wurden im Hauptgraben bis jetzt 45 Absturzbauwerke errichtet, die heute noch in Funktion sind und 396 lfm Leitwerke in ZMMW (Situationsplan im Anhang).

Der Mittellauf und der Schwemmkegelhals sind bis zum Zusammenfluß mit dem Lichtenbuchinger Graben durch 35 funktions-tüchtige Querwerke verbaut, davon sind 8 Sperren in ZMMW-, vier in Stahlbeton-, eine in doppelwandiger Steinkastenbauweise und 22 Grundschnellen in ebensolcher Art ausgeführt.

Ober dem Zusammenfluß mit dem Lichtenbuchinger Graben ist der Dixelbachhauptgraben noch durch weitere 6 Sperren in doppelwandiger Steinkastenbauweise, durch eine ebensolche Grundschnelle und 3 Sperren in ZMMW-Bauweise verbaut. Die Vorfeldsicherungen sind hier nicht miteinbezogen. Bei 3 Sperren wurden nachträglich Sohlrampen vorgebaut.

Am Schwemmkegel wurde der Bachverlauf durch etwa 380 lfm Steinschlichtungen an den Prallufern und Ausuferungsstellen sowie durch mehrere Sohlgurten abgesichert.

Im Lichtenbuchinger Graben wurden im Rahmen dieses Projektes eine Beton- und eine Steinkastensperre sowie 4 Grundschnellen in ZMMW-Bauweise gebaut.

Die zur Zeit noch in Funktion befindlichen Bauwerke der Wildbachverbauung wurden in den Jahren 1946 bis 1951, 1954, 1958, 1961/62 und 1975/76 errichtet.

Die aus den Fünfziger Jahren stammenden Verbauungen, die in Steinkasten- oder ZMMW-Bauweise ausgeführt worden sind, befinden sich heute schon in sehr schlechtem Zustand, sodaß sie laufend saniert werden müßten, wenn nicht neuerlich die Zwischendeponien in Bewegung geraten sollen. Nach dem Hochwasserereignis von 1972 wurden in der Staffelstrecke die

Abflußsektionen der Steinkastensperren teilweise erneuert, da sie zerstört oder schwer beschädigt worden sind. Diese Reparaturarbeiten wurden leider nur in einfacher Steinkastenbauweise durchgeführt, da die Geldmittel beschränkt waren. Sie sind daher bei jedem größeren Hochwasser sehr gefährdet, da die Flügel an der Bachinnenseite nicht abgestützt und die Zangen nur locker im Material eingebettet worden sind. Durch die Zerstörung der Sohlbäume, die die Tosbecken abgesichert hatten, sind einige Grundswellen sehr stark unterwaschen und nur noch solange in Funktion, bis ihre Schwerböden ausrinnen. Infolge des Fehlens dieser Sohlbäume ist die Wasserspiegelhöhe in den Tosbecken nicht mehr so hoch, wodurch den Fischen ein kleineres Wasservolumen in den Kolken zur Verfügung steht und die Sprunghöhen zur Überwindung der Grundswellen nachteilig vergrößert wurden (Foto 7).

Im Zuge der Baumaßnahmen von 1975 und 1976 wurden einige Leitwerke ausgebessert und im Mittellauf 3 Rückhaltesperren in Beton errichtet, um genügend Verlandungsräume für die nächsten Hochwässer zu erhalten. Östlich des Attersee-West-Wanderweges wurde ein Abschlußwerk für die Staffelstrecke in ZMMW-Bauweise samt den dazugehörenden Einbauten neu errichtet. Durch das Hochwasser im Jahre 1977 wurden die freien Verlandungsräume aber bereits wieder gefüllt. Wären diese nicht vorhanden gewesen, so hätten die alten Steinkastenbauwerke in den darunterliegenden Staffelstrecken schwer gelitten, und im Unterlauf wären wieder Ausuferungen und Verschotterungen der angrenzenden Wiesen erfolgt. Weitere Sperrenbauten im Mittellauf und im blaikenträchtigen Lichtenbuchinger Graben sollen errichtet werden. Die Profilberechnung aus dem Projekt ist im Anhang beigelegt.

Im Jahr 1976 wurde ein Gefahrenzonenplan erstellt, in dem "ROTE, GELBE und BLAUE ZONEN" ausgeschieden wurden.

ROTE ZONE: Diese umfaßt den durch Vermurungen schwerst gefährdeten Bereich l. ufr. im Anschluß an den geschlossenen Waldbestand sowie die bachnäheren Bereiche längs des gesamten Unterlaufes wegen ihrer Gefährdung durch häufige Aus-

brüche mit Verschotterung und Bildung von Erosionsrinnen.
GELBE ZONE: Sie betrifft das ganze tiefer liegende Gebiet zwischen den Ortschaften Dixelbach und Zell, wobei im Bereich Zell eine Überschneidung mit dem Zellerbach bezüglich der Gefährdung eintritt.

In diesen Gefährdungsbereich wurde das r. ufr. bei hm 9,33 einmündende Quellbacherl miteinbezogen.

Mögliche Bauauflagen: Infolge der landwirtschaftlichen Grundflächen sowie der Überschneidung der Gefahrenbereiche zweier Bäche ist eine weitere Siedlungstätigkeit lediglich im Bereich der bestehenden Ortschaften zulässig. Bei Annäherung an die rote Zone ist je nach Lage eine Verstärkung der Fundamente und Erdgeschoßmauern vorzunehmen. Überdies sind die Öffnungen gegen die Anströmrichtung klein zu halten, und es ist Vorsorge zu treffen, um ein Eindringen von Wasser und Schlamm in die Keller- und Erdgeschoßräume zu verhindern. Besondere Vorsicht wäre bei einer Aufdämmung etwa im Zuge von Straßenbauten anzuwenden.

BLAUE FLÄCHE: Der Waldbestand am Übergang zum Schwemmkegelhals im l. ufr. Bereich erfüllt die Funktion eines wirksamen Speicherraumes bei Katastrophenereignissen. Er wäre daher bannwaldartig zu bewirtschaften.

Schlußfolgerung aus der Wildbachgefahrenabgrenzung: Die älteren Verbauungen wurden vielfach in Holz bzw. ZMMW errichtet, und sie müssen heute z. T. als schwerstbeschädigt bezeichnet werden. Die Gefahr der Freisetzung großer Zwischendeponiemassen und nachbrechender Lehnen ist gegeben. Ungünstig wirkt sich weiters die sehr hohe Sohlenlage der ausgeführten Teilregulierung im Bereich des Schwemmkegelhalses aus, welche lediglich kleinere Hochwässer zur Abfuhr bringen kann. Bei größeren Ereignissen tritt der Bach bereits im geschlossenen Waldbereich vor allem l. ufr. aus seinem Bett und kann in dieses infolge der ungünstigen Profilverhältnisse nicht mehr zurück. Deutliche Spuren derartiger Ausbrüche finden sich in Form von Geschiebeablagerungen und Erosionsrinnen als stumme Zeugen (Foto 5 und 6).

Nach Erreichen des Wiesengeländes weist eine Tiefenlinie in Richtung der Ortschaft Zell. Im Unterlauf ist das Gerinne durchgehend hoch eingedämmt, sodaß bereits bei kleinen Ereignissen mit einem Ausbruch zu rechnen ist (Dammbach).

Die dzt. im Gang befindlichen Verbauungsarbeiten mit dem Zwecke der Sanierung alter Bauten sowie der Schaffung von Deponieräumen durch Sperren im Mittellauf wären dringend fortzusetzen, da bei dem jetzigen Zustand im Katastrophenfall noch immer mit einer Geschiebemenge in der Größenordnung von 10.000 - 15.000 m³ am Schwemmkegelhals gerechnet werden muß. Alle hier angeführten Angaben entstammen dem Wildbachaufnahmeblatt der GBLTG. ATTERGAU und INNVIERTEL (1976). Kritische Betrachtung zur Berechnung der Höchstwassermenge nach SPECHT (Berechnungsblatt im Anhang).

Die dem Projekt der Wildbachverbauung vom Jahr 1948 zugrunde gelegte größtmögliche Wassermenge von 103,4 m³/sec., die nach SPECHT (vgl. Anhang) zum Abfluß gelangen kann, erscheint mir nach 14jährigen Beobachtungen, bei denen die Abflußsektionen nie mehr als bis zur halben Höhe voll waren, und unter Verwendung von anderen Berechnungsverfahren und Tabellen als wesentlich zu hoch.

Nach den ausgewählten Berechnungsverfahren ergaben sich für den reinen Wasserablauf bei Hochwasser (HQ) folgende Werte, die in der folgenden Tab. 6 zusammengefaßt und in m³/sec. angegeben werden.

Tab. 6: Ergebnisse von HQ nach verschiedenen Formeln (m³/sec.)

Kresnik	56,8	Salcher	33,7 für HQ	30
Hofbauer	54,6	Salcher	42,0 für HQ	100
Wundt	37,0	Hofmann, L.	22,0 für HHQ	

Diese Reinwassermengen müssen noch um das jeweilige Geschiebeband erhöht werden, um die Abflußsektionen in der richtigen Dimension zu erhalten. Je weiter die Verbauung des Dixelbaches fortschreitet, umso geringer werden die abfuhrbereiten Ge-

schiebepotentiale und aus diesen Gründen kann das ursprüngliche Geschiebeband vermindert werden. Dieser Effekt ist ein bedeutender Vorteil für die gesamte Fischpopulation, denn in den Geschiebeumlagerungstrecken treten immer sehr starke Fischverluste ein; Überdies wird bei so starken Veränderungen im Bereich der Gerinnesohle das dort im Hyporheon angesiedelte Benthos zerstört. Siehe auch Abschnitt 3.2 und 3.3.

2.8 WILDBACHCHRONIK

2.8.1 Besiedlung des Einzugsgebietes

Die Bewohner dieses Gebietes leben auf einzelnen alten Bauernhöfen oder in kleinen Weilern, die meist über das Hochplateau verstreut liegen. Es sind dies, im Norden beginnend, Limberg, Lichtenbuch, Schwarzenbach und Geiselstadt. Im Mündungsbeereich entwässern noch die Häuser der Ortschaft Dixelbach und seit 1980 der neuerrichtete Campingplatz über den Dixelbach in den Attersee. Die Zahl der Neubauten, insbesondere jene der Wochenendhäuser, hält sich noch in bescheidenem Rahmen. Der Viehbestand im Einzugsgebiet des Dixelbaches von etwa 220 Rindern und 100 Schweinen kann im Vergleich zu anderen Atterseezubringern als hoch bezeichnet werden (MOOG, 1980). Das resultiert aus der intensiven Grünlandwirtschaft dieses Gebietes, die durch bedeutende Jahresniederschlagshöhen von rund 1430 mm begünstigt wird. Diese steigen sowohl durch die Höhenlage als auch mit der Annäherung gegen den Süden des Attersees und schaffen so günstige Voraussetzungen für die Grünlandwirtschaft, die dadurch den Ackerbau weitgehend ablöst. Das Sommerniederschlagsmaximum, das ein Ausreifen der Feldfrüchte beeinträchtigt, begünstigt ebenfalls die Viehwirtschaft.

Um ihre Einkünfte zu verbessern, vermieten viele Kleinbauern und Nebenerwerbslandwirte Zimmer und Appartements. Die Gemeinde Nußdorf weist bei 925 ständigen Einwohnern Nächtigungszahlen von durchschnittlich über 125.000 pro Jahr auf und lag 1977 mit 132.197 Nächtigungen unter den Seegemeinden nach Weyregg mit 160.757 und Attersee mit 132.256 an dritter

Stelle. Die Übernachtungen in Privatquartieren liegen im Attergau um beinahe zwei Drittel höher als in den gewerblichen Beherbergungsbetrieben. Die Bettenauslastung ist im Jahresdurchschnitt sehr gering und liegt für Privatquartiere bei 13 % und bei Beherbergungsbetrieben bei 19,5 %, wie aus der Statistik für das Jahr 1976/77 entnommen wurde (SIKALA, 1979).

Die geringe Phosphatfracht von nur knapp 200 kg/Jahr des Dixelbaches, bei einer durchschnittlichen Jahresfracht von 5,5 bis gegen 8 Mill. m³, läßt sich aus der geringen Ackerbaufläche, den entsprechend geringen Düngergaben und der behinderten Abschwemmung in den Bach durch seine seitlichen Aufdämmungen am Schwemmkegel erklären. Der unmittelbar benachbarte Parschallenbach, mit Jahresfrachten von 3 bis 4,4 Mill. m³, weist bei einer etwas geringeren Jahresabflußmenge weit über 400 kg Jahresphosphatfracht auf (MÜLLER, 1979). Alle Messungen wurden im Bereich der Bundesstraßenbrücke durchgeführt. Hierin sind die Abwässer des Campingplatzes und des Weilers Dixelbach nicht enthalten, da sie erst unter der Bundesstraßenbrücke einmünden. Sie müßten jetzt aber bereits in die neue Ringkanalleitung einbezogen worden sein.

2.8.2 Einflüsse des Fremdenverkehrs

Sie sind im Gebiet des Dixelbaches trotz ständig steigender Übernachtungsziffern in der Gemeinde Nußdorf noch relativ gering, da sich die Urlauber hauptsächlich auf den Ort und den See beschränken, und in der Umgebung wenig touristische Infrastrukturen vorhanden sind.

Ein Nachteil, den der Fremdenverkehr für die Fischerei mit sich bringt, ist die nachweisliche Zunahme der Fischdiebstähle durch Urlauber. Die Diebe werden mit der Aufschließung des ufernahen Gebietes durch zahlreiche Wanderwege, die einer fortschrittlichen Idee des Unteracher Gastwirtes Anton Hollerwöger um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zu danken sind, sehr stark begünstigt. Heute gibt es außer dem bekannten Attersee-Westwanderweg, der über den Lachauer Steg bei

hm 11,80 den Dixelbach überquert, noch den Wanderweg nach Limberg, der entlang des l. Bachufers im wechselnden Abstand vom Bach verläuft und erst bei Beginn der für den Wanderer unbegehbaren Schluchtstrecke, bei hm 19,90 oberhalb der Sperre Nr. 33, den Bach verläßt. Diese der Volksgesundheit sehr zuträgliche Wandertätigkeit und das Kennenlernen der Naturschönheiten bringen aber mehrere nicht übersehbare Nachteile mit sich:

Die entlang der Wege für jedermann sichtbare Naturverunreinigung durch gedankenloses Wegwerfen aller nur erdenklichen Verpackungsmaterialien, das Plündern unserer Flora durch Jugendliche, das Stören des Wildes während der Äsung und in den Einständen durch frei laufende Hunde müßte energisch unterbunden werden.

Durch diese Wanderwege kommen zahlreiche Fremde sehr nahe an den Dixelbach heran und mancher Wanderer hat dann plötzlich die Idee, seinen Mittagstisch zur Abwechslung einmal mit selbstgefangenen Forellen zu decken. Falls er beim ersten Versuch noch durch fehlendes Material am Erfolg gehindert war, so marschiert er dann beim nächsten Regenwetter bestens ausgerüstet und trockenen Fußes, dank der gut gepflegten Wanderwege und völlig unverdächtig bis zu den erfolgversprechenden Sperrenkolken und Einständen. Hier sind dann besonders die bißfreudigen Regenbogenforellen und die Bachsaiblinge gefährdet, wie ich dies als Aufsichtsorgan an der Beute einiger Fischdiebe feststellen konnte. Es gingen jedoch auch Bachforellen an den Haken und wurden dann, wenn sie allzu klein waren, meist unsachgemäß von diesem gelöst, wie mehrere Untersuchungen an verendeten Exemplaren zeigten. Durch diese Übergriffe habe ich sicher auch mehrere markierte Bachforellen verloren.

Nicht zu unterschätzen sind auch Kinder, die besonders bei Wassermangel durch Erschlagen der Fische mit Steinen, durch Wasserableitungen und verschiedenene Fangpraktiken Schaden verursachen. Die vielen "Wild-Camper" und Jugendgruppen, die ihre Zelte mit oder ohne Genehmigung der Grundeigentümer oft

wochenlang in unmittelbarer Bachnähe aufstellen, sind sehr schwer zu kontrollieren. Sie verursachen meist durch Verunreinigung des Gewässers durch Detergentien, die von Körperwasch- und Spülmitteln stammen, größere Schäden als durch den Fischdiebstahl.

Bei einigen erwachsenen Fischdieben mußte ich als beeidetes Fischereischutzorgan mit allen mir zur Verfügung stehenden Rechtsmitteln und energischem Nachdruck einschreiten, um die Übergriffe einzustellen.

In den letzten Jahren mußte in den Trockenperioden festgestellt werden, daß viele Jugendliche ein Bad in den bereits zuflußlosen und mit Fischen aus den ausgetrockneten Flachstrecken überfüllten Sperrenkolken nahmen. Die Beunruhigung der Fische erzeugt bei diesen einen Stress, und die erfolgte Trübung wirkt sich sehr ungünstig auf den Fischbestand des Kleinbiotops aus.

Da bei uns der Wald für jedermann geöffnet ist und unser Heimatland "wanderbar" gemacht wurde, müßte der Gesetzgeber besser für die Verhinderung aller daraus entstehender Übergriffe sorgen.

2.8.3 Hochwasserchronik

Die ältesten Unterlagen über Katastrophenhochwässer des Dixelbaches stammen aus dem Jahr 1897, wobei es zu einer völligen Verschotterung des Unterlaufes gekommen sein soll; weiters aus dem Jahre 1919, wo durch 2 bis 3 m starke Eintiefungen der Sohle im Mittel- und Oberlauf eine bedeutende Vergrößerung der Anbruchsflächen entstanden ist. In dieses Jahr fällt auch die Zerstörung der sogenannten "Grafenmühle" im Mittellauf. Als im Jahr 1920 weitere vier große Rutschungen im oberen Mittellauf auftraten, wurde das erste Verbauungsprojekt erstellt und nach diesem in den Jahren 1920 bis 1924 gebaut. 18 Holzgrundswellen, eine Holzschlacht und mehrere Bachräumungen kamen im Zuge dieses Projektes zur Ausführung. Von diesen Verbauungen ist heute nichts mehr erhalten, da sie zerstört und überschottert wurden.

Bis zum Jahre 1932 wird weiterhin von starker Blaikentätigkeit und Bachverwerfungen im Mittellauf sowie von zahlreichen kleineren Ausuferungen im mittlerweile hochaufgelandeten Unterlauf berichtet. Bereits damals lag die Gerinnesohle am Schwemmkegel bis zu 1,5 m höher als die angrenzenden Wiesen und Felder. Diese enorme Auflandung entstand durch den häufigen Geschiebeeinstoß in diesen Bereich bei Hochwässern, durch die zahlreichen Ausuferungen des Wassers, das dann im Bachbett zum Weitertransport fehlte, und durch die manuellen und kleinräumigen Bachräumungen, da Großgeräte für eine entscheidende Sohleneintiefung noch nicht vorhanden waren. Die begonnene Verbauung kam erneut zum Stillstand, während sich die Abflußverhältnisse des Dixelbaches wieder soweit verschlechterten, daß bei mäßigem Niederschlag der Bach aus seinen Ufern trat. Das Geschiebepotential im Bachbett vermehrte sich stark, da sich die Blaiken vergrößerten und zahlenmäßig zunahmen. Am Schwemmkegel gab es zahlreiche Bachaustritte und Verwerfungen, die zu wiederholten Überschwemmungen und Vermurungen im landwirtschaftlich genutzten Teil des Schwemmkegels und in den Ortschaften Dixelbach und Zell führten. Die Wasser- und Schlammassen drangen in die Häuser und Wirtschaftsgebäude ein, Feldwege wurden zerstört und die Attersee-Bundesstraße Nr. 151 wurde mehrmals unterbrochen.

Nach einer neuerlichen starken Hochwasserverheerung im Juni 1946 wurde ein Verbauungsprojekt ausgearbeitet, das dann im Jahr 1948 kommissioniert wurde.

Weitere bedeutende Hochwasserereignisse während dieser langgezogenen Bauperiode traten noch in den Jahren 1954, 1971, 1972 und 1977 auf, wo es zu wiederholten Ausbrüchen im Unterlauf gekommen war. Diese Hochwässer führten zu umfangreichen Schäden an den landwirtschaftlichen Gründen durch Überschotterung und Bildung von mehreren Erosionsrinnen. In den Ortsbereichen Dixelbach und Zell kam es zu Überflutungen der tiefergelegenen Objekte und zu Schäden an der Attersee-Bundesstraße.

Die Auswirkungen des Hochwassers vom Jahr 1977 blieben be-

züglich der Schäden in Grenzen, da die in den Jahren 1975 und 1976 geschaffenen Verlandungsräume von 3 Rückhaltesperren einen Großteil des in Bewegung geratenen Geschiebes aufnahmen.

Die bis zum Sommer 1983 aufgetretenen kleinen Hochwässer verursachten keine nennenswerten Schäden, da ihre Abflussmengen kaum über $5 \text{ m}^3/\text{sec.}$ erreichten.

Am 29. Juni 1983 wurde am Tage der E-Fischerei, die wegen des Hochwassers mehrere Tage verschoben werden mußte, nachträglich die Hochwassermarken festgestellt und mit deren Hilfe ein HQ von $17,7 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ermittelt. Dieses Hochwasser führte zu Fischabdriftungen und schweren Verletzungen (Foto 8).



Foto 8: Nachträgliche Ermittlung eines HQ von $17,7 \text{ m}^3/\text{sec.}$ bei Sperre 31 (hm 18,33), das zu Abdriftungen führte.

Durch die Niederschläge vom 2. bis 5. 8. 1983 trat der Zeller Bach aus den Ufern und richtete Schäden an der Bundesstraße 151 und an den Fluren an, während der Dixelbach, der nur einen Kilometer südlich davon liegt, nicht einmal gefährlich anschwell (HQ von $13 \text{ m}^3/\text{sec.}$). Die Schauerzelle muß sehr kleinräumig gewesen sein und den Zeller Bach voll getroffen haben.

3. ABFLUSS

3.1 METHODIK

Die Verwendung eines Schreibpegels zur Bestimmung der Jahresfracht und Messung des Abflusses während der Steigversuche war aus Kostengründen nicht möglich. Der Einbau eines einfachen Lattenpegels war ursprünglich geplant. Er wurde aber wegen des Geschiebetriebes und der aufwendigen Umbauten im Bereich der Abflußsektion der Meßsperre nicht errichtet. Von Flügelmessungen zur Ermittlung der Wassergeschwindigkeit mußte nach anfänglichen Versuchen Abstand genommen werden, da die Wassertiefe auf der Krone der Abflußmeßsperre während der Sommer- und Herbstmonate häufig bis auf 3 cm fiel und gelegentlich sogar darunter lag, sodaß auch Messungen mit dem Laborflügel (Durchmesser 3 cm) undurchführbar wurden, da mindestens 4 cm Wassertiefe hierfür erforderlich sind.

Die Geschwindigkeitsmeßmethoden mit Hilfe von Salz, Chemikalien, Farbstoffen und dgl. benötigten teure Geräte, lange Meßstrecken und großen Personalaufwand. Sie mußten daher ebenfalls ausgeschieden werden.

Um Ungenauigkeiten durch den Wechsel der verschiedenen Methoden auszuschalten, wurde auf die Messung der Oberflächen-geschwindigkeit mittels Schwimmer zurückgegriffen.

Zur Bestimmung der Abflußmenge, die für die Steigversuche der Fische notwendig war, konnte unterhalb der Sperre 12 (vgl. Situationsplan) keine andere zur Messung geeignete herangezogen werden, da bei diesen in den Trockenperioden nicht die gesamte Wassermenge über die Krone abfließt, sondern ein Teil davon vorher versitzt.

Die Sperre 12 bot sich als Meßsperre wegen ihrer geringen Entfernung zu den darunterliegenden Versuchsbauwerken an, die für die Steigversuche ausgewählt worden waren. Sie liegt bei hm 13,68, hat einen Überfall von 2,2 m und ist in ZMMW-Bauweise ausgeführt. Die Krone der Abflußsektion hat eine Breite von 360 cm. Um die Unebenheiten der Kronenpflasterung bei der

Tiefenmessung auszuschalten, wurden die Werte entlang einer Linie mit 10 Messungen ermittelt. Die Geschwindigkeitsmessung des Wassers wurde bei gleichmäßiger Strömung 10 mal, ansonsten bis zu 20 mal durchgeführt. Die Streckenlänge hierfür betrug 1 m, der Abfluß war, wie bei den jeweiligen Tiefenmessungen festgestellt werden konnte, ein turbulentes Strömen.

Die Messung der Oberflächengeschwindigkeit wurde mit einer Stoppuhr und mit Porozellkügelchen, die sehr gut sichtbar waren, durchgeführt.

Der Abfluß im offenen Gerinne wird mit der mittleren Profilgeschwindigkeit (v_m) errechnet. Die ungleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über den Profilquerschnitt wird nur bei sehr genauen Berechnungen durch einen Beiwert berücksichtigt. Versuche, aus der größten oder aus der mittleren Oberflächengeschwindigkeit auf die mittlere Profilgeschwindigkeit zu schließen, wurden bisher nicht zur vollen Befriedigung gelöst. Als verwendbarer Richtwert werden nach CLEMENS und TIMM (1970) folgende Beziehungen angegeben.

$$v_m = 0,7 \text{ bis } 0,8 \cdot v_{o \max}$$

v_m = mittlere Profilgeschwindigkeit

$v_{o \max}$ = größte Oberflächengeschwindigkeit

RÖSSERT (1974) gibt für offene Gerinne folgende Erfahrungswerte an:

$v_m/v_{o \max}$	für Holz und Pflaster	0,70 - 0,92
	Grobkies	0,71
	Zementputz	0,83

Da kein freies Gerinne, sondern eine gepflasterte Krone vorliegt, wurde $v_{o \max}$ durch $v_{o m}$ ersetzt, da $v_{o \max}$ meist ein Spitzenwert entlang einer Fuge oder sonst einer sehr glatten Profilstelle war, die nicht zur Geschwindigkeitsbestimmung für den gesamten Profilquerschnitt verwendet werden konnte.

$v_{o m}$ = mittlere Oberflächengeschwindigkeit

Da überdies bei anderen Dienststellen ebenfalls die mittlere

Oberflächengeschwindigkeit statt der maximalen verwendet wurde, ist zur Jahresfrachtbestimmung und zur kurzfristigen Abflußmengenermittlung die mittlere Oberflächengeschwindigkeit auch hier herangezogen worden. Um mit vergleichbaren Abflußwerten arbeiten zu können, wurde in Anpassung an andere Dienststellen die mittlere Profilgeschwindigkeit v_m aus der Reduzierung mit dem Faktor 0,75 von v_o m errechnet.

$$v_m = 0,75 \cdot v_o \text{ } m$$

Die Messungen wurden durchschnittlich alle 14 Tage durchgeführt, die daraus resultierende Ungenauigkeit mußte in Kauf genommen werden. Zur Klassifizierung des Baches nach der Abflußgröße müssen diese Werte jedoch ausreichen. Für die Aufstiegsversuche der Fische wurde der Abfluß genau erhoben, da die Messungen kurz davor oder danach ausgeführt wurden.

3.2 ERGEBNISSE

Die nach der Methode von 3.1 ermittelten Jahresfrachten für den Dexelbach erbrachten folgende Werte:

Die Jahresfrachten werden in 10^6 m^3 dargestellt.

1981: $8,07 \text{ m}^3 \cdot 10^6$ 1982: $3,78 \text{ m}^3 \cdot 10^6$ 1983: $2,37 \text{ m}^3 \cdot 10^6$

Wenn man den für 1981 ermittelten Abflußwert von 8,07 Millionen Kubikmeter mit der Abflußfracht vergleicht, die im Rahmen der Wasserbilanzbestimmung für den Attersee mit Hilfe einer Computersimulation nach FEDRA (1982) für den Dexelbach mit 7,42 Mio. m^3 (Tab. 7) ermittelt wurde, so sieht man, daß diese beiden Werte in ihrer Größenordnung sehr gut zueinander passen. Leider kann nur das Jahr 1981 verglichen werden, da nur von diesem beide Werte vorliegen. Vergleichsweise führe ich noch die Jahresfrachten der benachbarten bzw. der zitierten Bäche an. Vom Zeller Bach, der nördlich des Dexelbaches in den Attersee mündet, liegt in der Computersimulation kein Wert vor, da dieser wegen seines geringen Abflusses mit mehreren kleinen Atterseezubringern zusammengeworfen wurde.

Tab. 7: Jahresfrachten der Atterseebäche in Mio. m³.

Bäche	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Dexelb.	-	-	-	-	-	-	8,07	3,78	2,37 eig.Erg.
Dexelb.	6,39	5,57	6,43	5,14	7,56	6,57	7,42	-	- Comp.Sim.
Urfangb.	3,07	2,91	3,35	2,69	3,76	3,33	3,64	-	- " "
Parsch.B.	3,68	3,23	3,70	2,99	4,36	3,77	4,33	-	- " "

Die für das Jahr 1982 errechnete Jahresfracht von 3,78 Mio. m³ für den Dexelbach liegt genau um 50 % unter dem Spitzenwert von 1979 und zeigt ein ähnliches Verhältnis zu der auf verschiedene Weise ermittelten Jahresfracht aus 1981 (Tab. 7). Dies erklärt sich aus dem sehr trockenen Jahr 1982 und aus zahlreichen Gewittern, die in der Gegend niedergingen, ohne dem Einzugsgebiet des Dexelbaches Niederschläge zu bringen.

Tab. 8: Zusammenstellung der Trockenperioden von 1982 am Dexelbach und die während dieser Zeiträume ermittelten Abflussmengen in Liter /sec..

Zeitraum	Abflussmengen l/sec.
1.6. bis 12.6.	33 l nach Einsetzen von leichtem Regen am Nachmittag des 12.
21.6. bis 3.7.	18 l Meßsperre, bei Bdstr. 5 l am 22.
5.7. bis 11.7.	33 l bereits am 9.7.
13.7. bis 17.7.	28,8 l am 16.7.
20.7. bis 22.7.	18 l am 22. bei Meßsperre, 5 l bei Bdstr., um 16 ⁰⁰ wurden noch 31 ⁰ gemessen
28.8. bis 6.9.	23,9 l am 3.9. und 22 l am 5.9., bei Bdstr. 21, darunter ausgetrocknet, Tagesspitzenwerte von 30°C
9.9 bis 22.9.	6,3 l bei Meßsperre, Sperre 1 bis 5 und Unterl. ausgetrocknet, Fischverluste, Bach floß erst wieder 35 m unter Sperre 1
25.9. bis 30.9.	22 l am 25. bei Meßsperre
7.10. bis 12.10.	15 l bei Meßsperre, Bdstr. fast trocken
30.10. bis 31.10.	21 l am 30.10. bei Meßsperre, Bdstr. Foto 9

Die anfänglichen Hitzeperioden des Jahres 1982 verursachten nur Austrocknungen im Schwemmkegelbereich des Dixelbaches. Erst die Trockenperioden ab September führten auch am Schwemmkegelhals zum Trockenfallen der Sperrenkolke der Sperren 1 bis 5. Der Bach war von Sperre 1 bei hm 11,55 bis hm 11,20 und unterhalb der Einmündung des Quellbacherls ab hm 7 bis zur Seemündung ausgetrocknet (Foto 9, knapp vor der 2. Austrocknung des Dixelbaches).



Foto 9: Bei einem Abfluß von 21 l am 30.10.1982 bei der Meßsperre ist der Bach bei hm 3,7 zum 2. Mal fast trocken.

Diese zahlreichen, meist mehrtägigen Austrocknungen des Bachbettes und die anschließenden kurzen und unergiebigsten Niederschläge, die auf dem harten, vertrockneten Boden sofort abfließen, erklären die geringe Jahresfracht.

Auf ähnliche Weise läßt sich die noch geringere Jahresfracht für das Jahr 1983, das den "Jahrhundertssommer" brachte, erklären. Nach einem sehr milden und schneearmen Winter folgte ein sehr trockenes Frühjahr. Die erste Hitzewelle trat bereits im Mai auf (Tab. 9).

Tab. 9: Zusammenstellung der Trockenperioden von 1983 am Dixelbach und die während dieser Zeiträume ermittelten Abflußmengen in Liter /sec..

Zeitraum	Abflußmengen l/sec.
12.5. bis 22.5.	21 l am 22.5., bei Bdstr. kaum mehr Wasserführung
25.5. bis 9.6.	16,4 l am 2.6., starke, austrocknende Stürme, U-Lauf bei Bdstr. trocken
3.7. bis 12.7.	15,8 l am 12., anschließend Gewitter
14.7. bis 20.7.	14,8 l am 19.7., 18.7. Lufttemp. Spitzenwerte von 35°C um 12 ⁰⁰ , um 18 ⁰⁰ 24°C.
21.7. bis 28.7.	8 l am 28., am 22. trocknet Bdstr. Bereich aus, 24.4. st. Gewitter, 27.7. heißester Tag in Österreich, 36°C, bis Sp. 3 ausgetrocknet, 35 m unter Sp. 1 wieder Wasser, am 28. Sp. 4 und 5 ausgetrocknet
30.7. bis 2.8.	11 l 31.8., Sp. 2 und 3 wieder trocken, Sp. 30 und 31 nur mehr tropfender Ü
28.8. bis 10.9.	18 l am 28. 12,8 l am 10.9., Bdstr. bereits wieder trocken,
2.10. bis 8.10.	11 l Bdstr. wieder trocken
27.10. bis 1.11.	17 l 1.11. Sp. 2 und 3 ausgetrocknet,
Ab 10.11.	8,2 l am 15.11., Sp. 2 bis 5 trocken, durch tiefe Nachttemp. bis -10° starke Aufeisung, daher Austrocknung der Kolke unter der Eisdecke, Foto 10. 10 l am 22.11.

Nach dem extrem heißen Sommer und dem warmen und überaus trockenen Herbst kam es am 15.11. zu extrem tiefen Luft- und Wassertemperaturen, die zu einer dicken Eisschicht über den Kolken führte, deren Sperren keinen Wasserüberfall aufwiesen.

Aus der in Tab. 9 erhaltenen Übersicht der Abflußmengen und der zahlreichen Hitzehöhepunkte ist es verständlich, daß die Jahresfracht in diesem "Jahrhundertsommer" weit unter dem Durchschnitt blieb.

3.3 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Bei Betrachtung der vorhandenen Jahresfrachten der Computersimulation im Zeitraum von 1975 bis 1981 zeigt sich eindeutig,

daß im Jahr 1978 bei allen 14 angeführten Bächen die niedrigsten Werte ermittelt worden sind. Für den Dixelbach waren es 5,14 Mio. m³ (Tab. 7). Bei Einsichtnahme in meine Aufzeichnungen für den Dixel- und den Urfang- oder Stockwinkler Bach wurde ersichtlich, daß die Wasserführung im Jahr 1978 für beide Bäche eine sehr ausgeglichene war. Es gab weder Hochwässer noch extreme Trockenperioden. Das Fangergebnis war im Dixelbach eines der besten und im Urfangbach ebenfalls überdurchschnittlich.

Vergleicht man dagegen das Jahr 1977, das am Dixelbach während des Zeitraumes von 1975 bis 1983 das folgenschwerste Hochwasser brachte, so sieht man in der Jahresfracht von 6,43 Mio. m³, daß diese vom Hochwasser nicht beeinflusst wurde. Die Jahresfracht von 1977 entspricht nur einem Durchschnittswert. Dieses Hochwasser, das am 10. August 1977 begann, war aus dem Lichtenbuchinger Graben mit einer kleinen Mure initiiert worden. Es hätte verheerende Folgen gehabt, wenn nicht drei Verlandungsräume das Geschiebe zurückgehalten hätten.

Im Jahr 1979 wurde hingegen die größte Jahresfracht für den Beobachtungszeitraum von 1975 bis 1983 errechnet. Sie betrug 7,56 Mio. m³. Meinen Aufzeichnungen ist zu entnehmen, daß in diesem Jahr bereits ab dem 14. Mai eine sehr niederschlagsarme Zeit begonnen hatte und ab 14. Juni bei den ersten Sperren der Wasserüberfall ausblieb. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die schlechte Wasserspeicherkapazität des Bodens im Einzugsgebiet, denn der Winter war lang und sehr niederschlagsreich. Er hatte sich sogar auf die Forellenpopulation ausgewirkt, da die Fische zu Beginn des Sommers eine sehr schlechte Kondition aufwiesen. Im Oktober trat etwa ab dem 8. eine zweite Trockenperiode auf, die zur Folge hatte, daß bei einigen Sperren der Überfall des Wassers wieder ausblieb und die kleine Holzsperrre Nr. 44 durch Unterfließen des Kolkes binnen kürzester Zeit trocken fiel. Völlige trockene Strecken blieben jedoch im Dixelbach aus.

Die Wasserführung des Dixelbaches ist durch extreme Nieder-

und Hochwasserstände charakterisiert, ein typisches Merkmal der Flyschwildbäche. So führen Schneeschmelze oder bereits kurze ergiebige Regenfälle häufig am Dixelbach zu extremen Hochwasserereignissen, während in regenarmen Zeiten die zu hochliegenden Sperren und Teile des Unterlaufes austrocknen.

Die Jahresfracht wird durch die Hochwässer nicht wesentlich erhöht, sie steigt dagegen mit langen schneereichen Wintern, wenn der Boden langsam ausapert, und durch feuchte, niederschlagsreiche Sommer. Kurze und starke Niederschläge werden wegen der schlechten Wasseraufnahmekapazität des Flysches schnell abgeführt. Die Böden der Flyschformation sind ähnlich wie ihre Grundgesteine schwer durchsickerbar, wirken stark abdichtend, verursachen Vernässungen und führen zur Ausbildung eines hohen Abflußbeiwertes (WÜHL, 1980).



Foto 10: Sperre 6 (hm 12,14) am 15.11.1983; tiefe Nachttemperaturen (-10°C) bei extremer Niedrigwasserführung ohne Überfall führen zur fast völligen Aufeisung und Fischverlusten. Sp. 2 bis 5 eisten völlig auf.

4. TEMPERATUR DES GEWÄSSERS

Allgemeine Grundbegriffe: Wenn das Wasser den Bereich der Quelle verläßt, unterliegt es sofort den erwärmenden und abkühlenden atmosphärischen Einflüssen. Sonnen- und Himmelsstrahlung, aber auch die langwellige Strahlung der Atmosphäre erhöhen seine Temperatur, die langwellige Abstrahlung hingegen erniedrigt sie. Je freier und seichter ein Wasserlauf liegt und je langsamer das Wasser fließt, umso stärker ist die Wirkungsweise der Strahlungsvorgänge.

Die Globalstrahlung setzt sich aus der direkten Sonneneinstrahlung und der diffusen Himmelsstrahlung zusammen. Beim Auftreffen auf die Wasseroberfläche wird ein Teil reflektiert, der eindringende Strahlungsanteil wird teilweise absorbiert und zerstreut, während ein kleiner Teil des sogenannten Streulichtes wieder die Wasseroberfläche durchdringt. Das für die Assimilation verwendete Licht entspricht der Wellenlänge von $0,46 - 0,76 \mu$ ($460 - 760 \text{ nm}$) und ist die sichtbare Strahlung.

Der Wärmehaushalt eines Fließgewässers ist von der Größe der Einstrahlung, von der Wärmeabstrahlung, von der Abgabe der Verdunstungswärme, vom Wärmetausch mit dem Untergrund und der Luft sowie durch den abflußbedingten Wärmeverlust gekennzeichnet. Gebirgsbäche weisen eine hohe Tagesamplitude der Wassertemperatur auf, da ihr geringes Wasservolumen durch die unsichtbare langwellige Strahlung leicht erwärmt wird. Da kleine Gebirgsbäche abschnittsweise oft durch schattige Strecken fließen, ist hier ihre Erwärmung nicht so stark. Andererseits bringen Gewässerabschnitte mit über die Wasseroberfläche herausragendem Blockmaterial oder Felsen eine Abhängigkeit von den Temperaturschwankungen der trockenliegenden Gesteinspartien mit sich. Dies trifft auch für den Dixelbach im Mittellauf zwischen hm 22,20 bis hm 18,65 (Sperre Nr. 32), von hm 16,49 (Sperre Nr. 20) bis hm 14,59 (Sperre Nr. 17) und von hm 4,30 bis hm 3,40 (Bundesstraßenbereich) im Unterlauf zu.

Um Temperaturwerte eines Fließgewässers mit einem anderen vergleichen zu können, müssen Zeitreihen, das sind Jahresganglinien, erstellt werden.

Nach allgemeinen Erfahrungswerten steht fest, daß das Bachwasser im Tagesverlauf verhältnismäßig große Temperaturschwankungen aufweist, im Jahresgang dagegen relativ geringe.

Im Winter verliert das Quellwasser mit zunehmendem Abstand vom Ursprung Wärme. Nach dieser Temperaturabnahme gewinnt der Bach, wenn er in tiefere und wärmere Regionen kommt, wieder an Wärme.

In der warmen Jahreszeit nimmt die Gewässertemperatur ab der Quelle zu. Diese Überlegungen gelten aber nur für Bachabschnitte, die noch keinen Zubringer aufgenommen haben. Diese können bei entsprechender Abflußmenge und unterschiedlicher Temperatur vom Hauptbach völlig andere Ergebnisse bringen. Auch Ufervegetation und Beschattung spielen eine entscheidende Rolle.

4.1 METHODIK

Im Dixelbach sollte durch Erfassen des Jahresganges der Wassertemperatur ein Vergleich zu anderen Bächen ermöglicht werden.

Die Monatsmittel von Luft- und Wassertemperaturen an Fließgewässern entsprechen einander annähernd im Frühjahr und Herbst. Bei Bildung der Differenzen der Tagesmittel der Wasser- und Lufttemperaturen ergibt sich ein Richtwert, der für die thermische Einteilung der Bäche und Flüsse herangezogen werden kann. Kalte Flüsse verlassen den positiven Bereich der Differenz bereits Anfang März und erreichen diesen erst wieder Anfang November. Für die wärmeren Fließgewässer verschiebt sich der Zeitpunkt jeweils um einen Monat. Kalte Bäche sind demnach nur rund vier Monate wärmer als die Luft und 8 Monate kälter. Warme Fließgewässer dagegen sind gleichlang wärmer beziehungsweise kälter als die Luft (ECKEL, 1960).

Um den Jahresgang der Temperaturen zu erhalten, wurde ein Polycomb 6-Farbendrucker (Typ ST08 63), der vom

Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung zur Verfügung gestellt worden war, bei der Meßsperre (hm 13,68) aufgebaut. Es wurden fünf Fühler, die nach dem Prinzip der Widerstandsmessung arbeiten, für die Wassertemperaturmessung herangezogen. Die Messungen wurden in zwei Kolken und zwei Fließgewässerabschnitten durchgeführt, die beschattet und unbeschattet waren. Davon war eine Fließgewässerstrecke zugleich ein altbekannter Laichplatz. Im unmittelbaren Bereich dieses Laichplatzes wurde mit einem Fühler die Temperatur im Interstitial gemessen. Die Registrierung der Lufttemperatur erfolgte mit dem 6. Fühler, der im Bestand neben der Schreiberhütte 1,7 m hoch aufgehängt war. Gegen Windeinwirkung wurde er durch eine Metallhülse geschützt (Foto 11).

Der Polycomb-Farbpunktendrucker war ein Erzeugnis der Fa. Ph. Schenk in Wien. Er hat 4 Skalenbereiche zur Wahl. Für die Messungen am Dixelbach wurde der Meßbereich von -10°C bis $+40^{\circ}$ gewählt. Das Gerät wurde durch 2 Duracell Batterien von 1,5 V betrieben, die eine Laufzeit von 6 Wochen gewährleisteten. An diese Laufzeit angepaßt, wurden Diagrammrollen mit einem Vorschub von 10 mm pro Stunde gewählt. Der notwendige Strom für die einzelnen Meßvorgänge, die alle 20 Sekunden durchgeführt wurden, kam von einer 12 V Autobatterie. Diese Art der Stromversorgung war nicht ideal, eine Netzan speisung war jedoch undurchführbar. Die Autobatterien mußten in bestem Zustand sein, da sonst nach 3 bis 4 Wochen die Temperaturmessung bereits ausfiel, oder die Werte waren einige Tage vor dem endgültigen Zusammenbruch der verwendeten Batterie bereits sehr stark verfälscht. Im Winter war es notwendig, die Batterie in einem mit Porozell ausgekleideten Holzkasten aufzubewahren. Im Hochwinter mußten zwei Batterien in Serie geschaltet werden, um die Messungen zu ermöglichen. Durch diese Notwendigkeit kam es im Hochwinter bei den tief verschneiten Anmarschwegen zu extrem langen Anmarschzeiten und großer körperlicher Anstrengung (Foto 11).

Die Temperatur war bei dem jeweils durchgeführten Meßgang an

der Skala ablesbar und wurde gleichzeitig durch das Andrücken des Zeigers auf das dem jeweiligen Meßfühler zugeordnete Farbband am Papierstreifen punktförmig markiert. Da die Farbbänder 6 verschiedene Farben hatten, entstanden durch die Aneinanderreihung der jeweils gleichfärbigen Punkte kontinuierliche Temperaturlinien auf dem Diagrammstreifen.

Außer den oben erwähnten Schwierigkeiten gab es weitere mit dem Diagrammstreifen. Durch einen Produktionsfehler an der Aufwickelspule lief der Papierstreifen schräg auf diese auf, aber nur so geringfügig, daß dies beim Einstellen des Gerätes nie sichtbar war. Erst nach einigen Tagen riß durch diese schräge Aufwicklung die Perforation am Rand des Diagrammstreifens, und alle weiteren durchgeführten Messungen konnten nicht mehr verwendet werden. Erst bei der Durchsicht des Gerätes in der Firma konnte dieser Fehler behoben werden.

Am Einsatzort war es notwendig, die einzelnen Meßfühler nachzujustieren, da sie nun an verschiedenen langen Kabeln angeschlossen waren, während sie beim Probelauf in der Werkstätte an gleichlangen hingen. Diese Nachjustierung erfolgte anfänglich mit schmelzendem Eis in einer Thermosflasche, in die immer mehrere Fühler gleichzeitig eingebracht wurden, während am Polycomb die Nachjustierung auf den 0-Punkt durchgeführt werden mußte. Weitere Justierungen mußten dann entsprechend dem Fallen oder Steigen der Temperatur des Bachwassers mehrmals während des Jahres durchgeführt werden. Hierzu wurde anfänglich das Testotermgerät 1500 verwendet und später der von der Firma beigestellte Meßwiderstand $\rho_t 100$, der für die 10° -Justierung verwendet werden konnte.

Die Temperaturmessungen im Interstitial waren sehr schwierig, da starke Geschiebeumlagerungen im Zuge von Hochwasserereignissen und Erosionstätigkeit des Wassers die Meßtiefe des Fühlers beeinträchtigten, bzw. diesen mehrmals freilegten. Um die Wassertemperaturschwankungen des gesamten Bachregimes zu erhalten, war ein eigenes Meßpunkteprogramm aufgestellt worden. Hierzu war ein tragbares Digitaltemperaturmeßgerät notwendig, das den folgenden Anforderungen ent-

sprechen mußte: große Meßgenauigkeit auf Zehntelgrad genau, kurze Einstellzeit, leicht transportabel und stoßunempfindlich. Die geeichten Handthermometer, die üblicherweise für die Wassertemperaturmessung herangezogen werden, mußten nach anfänglicher Verwendung sistiert werden, da mehrere bei den schwierigen Bachbegehungen, trotz Aufbewahrung in dem hierfür vorgesehenen Etui aus festem Plastik, zerbrachen. Überdies war die Ablesung im fließenden Wasser unmöglich.

In einem weiteren Meßprogramm sollten etwaige Temperaturunterschiede in den einzelnen Sperrenkolken gemessen werden, um eine Aussage über Fischeinstände, Wasserdurchmischung und Erwärmung durch Sonnenstrahlung zu erhalten. Für die Ausführung wurden an den Ufern Farbmarkierungen in 1 m Abständen angebracht. Diese waren dann die Anhaltspunkte für die Wassertiefenmessung quer zum Bach, die an der Oberfläche und auf dem Kolkboden, jeweils im Seitenabstand von einem Meter, durchgeführt wurden. Nach den ersten Messungen fiel das Technoterm-Gerät aus. Nach genauerer Untersuchung stellte sich heraus, daß der hiez zu verwendete Meßfühler, trotz gegenteiliger Angabe der Firma, für langanhaltende Messungen mit völlig eingetauchtem Fühler nicht geeignet war. Erst nach Beschaffung eines wasserdichten Spezialfühlers und dessen Eichung konnte mit den begonnenen Arbeiten fortgefahren werden.

Temperaturmessungen an Laichstrecken: Die zwischen Meßsperre und der Einmündung des Aubacherls gelegene und immer gut belauchte Strecke wurde als Hauptuntersuchungsgebiet ausgewählt. Da wegen der wechselnden Wasserführung nicht jedes Jahr dieselben Laichplätze von den Fischen angenommen werden können, wurden einige wechselnde Laichplätze in die Untersuchung miteinbezogen. Die Wassertemperaturmessungen erfolgten in der Strömungsrinne des Laichplatzes an der Wasseroberfläche und direkt am Substrat. Der obere Meßpunkt lag bei hm 13,50, der untere bei hm 13,25. Beide Meßpunkte waren im Gelände vermarktet. Mit dieser Untersuchung sollte geklärt werden, ob auf dieser kurzen Strecke die Sonnenein-

strahlung eine Aufwärmung des Bachwassers hervorzurufen vermag. Da dieser Bachabschnitt sehr flach ist, hatten die Laichplätze nur Tiefen von 6 bis 12 cm bei einem Abfluß von unter $0,05 \text{ m}^3/\text{sec.}$; die gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten betrugen $0,15$ bis $0,25 \text{ m/sec.}$. Da dieser ruhig durchströmte Gewässerabschnitt gut der Sonneneinstrahlung ausgesetzt war, sollte untersucht werden, ob die etwaige Gewässeraufwärmung ein weiterer Parameter für die Laichplatzwahl sei.

4.2 ERGEBNISSE

Der Jahresgang der Temperatur wurde im Hinblick auf die Vergleichbarkeit des Dexelbaches mit anderen Bächen nach ECKEL (1960) durch die Bildung der Differenz der Tagesmittel von Wasser- und Lufttemperatur vorgenommen. Der für den Dexelbach erhaltene Wert ist in der folgenden Abbildung für jeden Monat eingetragen (Abb. 3). Nach der Beschreibung unter "Jahresgang der Temperatur" (4.1) kann aus diesem Schaubild der Dexelbach unter den mäßig frühjahrskalten und herbstwarmen Bächen eingeordnet werden. Die Messungen des Temperaturganges im Interstitial in Laichplatznähe ergaben im Sommer bis zu $0,8^\circ\text{C}$ tiefere Werte, im Winter waren sie um $0,9^\circ\text{C}$ höher.

Wassertemperaturschwankungen des gesamten Bachregimes auf die einzelnen Bachabschnitte aufgeteilt.

<Rechter Zubringer des Lichtenbuchinger Grabens:

Dieser Nebenarm durchfließt das Hochplateau, das hier eine Seehöhe von 740 m hat, mit sehr geringem Gefälle (3-4 %). Im bewaldeten Abschnitt erhöht es sich auf 10 %, kurz vor der Einmündung steigt es bis 14 % an. Die Gesamtlänge dieses Hauptzubringers beträgt rund 2 km. Im Bereich des Hochplateaus ist der Hauptarm größtenteils durch einen Baum- und Strauchstreifen entlang seiner Ufer eingesäumt. Die untere Temperaturmeßstelle wurde beim Zusammenfluß mit dem 11. Nebenarm ausgewählt, die obere bei der zweiten Güterwegbrücke, 250 m bachaufwärts von dieser.

Bei Maximalwerten der Luft $< 14^\circ\text{C}$ ergaben sich abnehmende

Wassertemperaturen zwischen den beiden Meßstellen mit einer Schwankungsbreite von 0,3 bis 0,5°C. Eine Ausnahme bildete lediglich die Messung vom 1.11.1983, die aber durch die geringe Abflußmenge während dieser Zeit zu erklären ist. Der Abfluß betrug bei der Meßsperre (hm 13,68) 17 Liter/sec. Bei der für diese Jahreszeit extrem tiefen Tagesmaximaltemperatur von nur 6,2°C erreichte das Bachwasser auf jener Strecke von 250 m eine Abkühlung von 1,7°C.

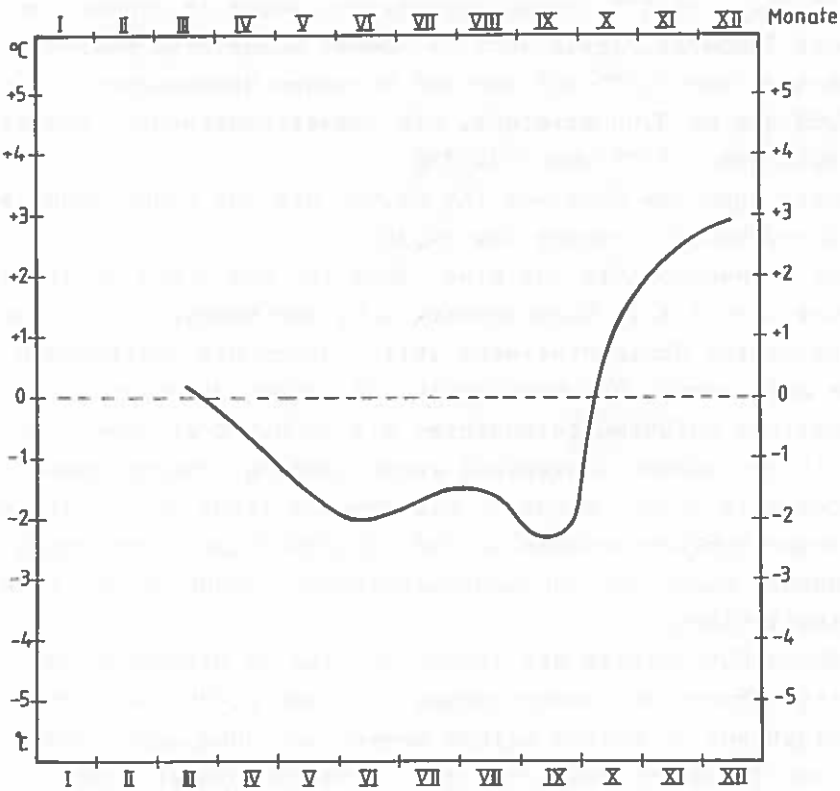


Abb. 3: Differenz der Tagesmittel von Wasser- und Lufttemperatur von März bis Dezember nach ECKEL (1960).

Diese Meßwerte entsprechen den Erfahrungswerten für quellnahe Bäche, die sich während der kalten Jahreszeit zuerst abkühlen und erst in tieferen und wärmeren Lagen wieder erwärmen.

Bei sommerlichen Temperaturen liegen die Temperaturzunahmen des Bachwassers für die entsprechende Bachstrecke zwischen 0,1 bis 0,8°C. Dies entspricht ebenfalls den Erfahrungswerten, daß quellnahe Bachstrecken bei sommerlichen Lufttemperaturen sofort einen Temperaturanstieg zu verzeichnen haben.

<Der Abschnitt Lichtenbuchinger Graben bis zur Einmündung in den Dixelbach:

> 4,3° und < 14,2°C. Diese Bachstrecke weist im Winter indifferente Temperaturwerte auf. Im Sommer wurde eine maximale Aufwärmung von 0,2°C auf dem 360 m langen Bachabschnitt von hm 3,60 bis hm 0,00 erreicht. Die Wassertemperaturen pendelten zwischen > 3,0° und < 14,3°C.

<Der Dixelbach vom Güterweg (hm 26,76) bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens (hm 24,30):

Dieser Bachabschnitt hat eine Länge von 246 m und weist ein Gefälle von 16 % im Durchschnitt auf. Der Bachlauf ist hier in der oberen Schluchtstrecke völlig durch die umliegenden Bäume beschattet. Die Messung in der kalten Jahreszeit hat nur geringe Aufwärmungstendenzen bis zu 0,3°C ergeben, während in der warmen Jahreszeit keine Temperaturänderungen festgestellt werden konnten. Die Ursache liegt in der tiefen und engen Schluchtstrecke in der vollständigen Abschirmung des Baches durch den Schluchtwaldbestand gegenüber der Sonneneinstrahlung.

Die Schwankungsbreite der Temperatur lag in diesem Bachabschnitt während des Jahresganges zwischen 2,1°C und 15°C in Normaljahren. Im extrem heißen Sommer von 1983 wurde oberhalb des Zusammenflusses mit dem Lichtenbuchinger Graben eine Wassertemperatur von 17,1°C gemessen.

<Bachabschnitt vom Zusammenfluß des Dixelbaches mit dem Lichtenbuchinger Graben (hm 24,30) bis zum Kolik der Meßsperre (hm 13,68):

Während der Winter- und Übergangsmonate zeigen sich bedeu-

tende Erwärmungstendenzen, die sich in der Größenordnung von $1,4^{\circ}\text{C}$ bis $1,9^{\circ}\text{C}$ für diese Strecke bewegen. Zum Zeitpunkt der extrem tiefen Tagestemperatur von $6,2^{\circ}\text{C}$ am 1.11.1983 betrug die gemessene Erwärmung $2,6^{\circ}\text{C}$. Die sehr hohe Temperaturzunahme läßt sich insoferne erklären, als bei tiefen Außentemperaturen der Zufluß des Lichtenbuchinger Grabens, der ungefähr dieselbe Abflußmenge wie der Hauptgraben beim Zusammenfluß liefert, um $0,6^{\circ}\text{C}$ bis $1,1^{\circ}\text{C}$ wärmer als dieser ist. Es erklärt sich daraus, daß um diese Jahreszeit die quellnahe Abkühlung des an und für sich wärmeren Lichtenbuchinger Grabens abgeklungen ist und er bereits wieder Erwärmungstendenzen zeigt. Sein Verhalten läßt sich aus den Messungen vom 23.10.1981, vom 10.4.1982, vom 2.4.1982 und vom 9.10.1983 erklären.

Während der warmen Jahreszeit erfolgt eine Temperaturzunahme des Bachwassers innerhalb dieses Bachabschnittes maximal um $0,8^{\circ}\text{C}$ bei Lufttemperaturen $> 14^{\circ}\text{C}$ und $< 30^{\circ}\text{C}$. Bei Lufttemperaturen $> 30^{\circ}\text{C}$ betrug die Erwärmung dagegen nur mehr etwa $0,1^{\circ}\text{C}$. Die hauptsächliche Erwärmung erfolgt in dem untersuchten Abschnitt oberhalb der Sperre 31 von hm 18,33 bis hm 20,30, da der Dixelbach hier ein sehr breites Bett aufweist und dadurch die Schattenwirkung der Bäume, trotz des beidufrigen Altbestandes bester Bonität, nicht mehr ausreicht. Die Erwärmung erfolgt hier aber nicht nur durch die Einstrahlung in das flache und breite Gewässerband, sondern auch durch Wärmeabgabe des umliegenden und über die Wasseroberfläche herausragenden Grobgerölles und der anstehenden Felspartien. Die zweite Erwärmungsstrecke liegt im unteren Teil des Mittellaufes, im Bereich der beiden Betonsperren. Dies ist die Gewässerstrecke zwischen hm 16,33 und hm 14,70.

<Bachabschnitt Aubacherlmündung (hm 13,20) bis Quellbacherlmündung (hm 9,34):

Die Messungen wurden jeweils oberhalb der Mündung des Zubringers durchgeführt. Die Länge des Bachabschnittes beträgt 386 m. In der kalten Jahreszeit erfolgt eine Erwärmung zwischen $0,1 - 0,4^{\circ}\text{C}$, die sich bei besonders tiefen Lufttemperaturen nur um $0,1^{\circ}\text{C}$ bewegt. Diese Temperaturzunahme ist nur auf die wär-

mere und tiefere Umgebung zurückzuführen.

Das Aubacherl, dessen Schüttung < als 1/5 jener des Dixelbaches ist, beeinflusst den Temperaturgang des Hauptgrabens kaum. Es weist in der warmen Jahreszeit kaum differierende Werte zum Hauptbach auf. In der Winterperiode ist sein Zufluß um einige Zehntelgrade wärmer, bei sehr tiefen Lufttemperaturen von < als 0°C dagegen kälter.

Im Sommer liegt die Wärmezunahme zwischen 0,3 und 0,9°C. Die starke Temperaturzunahme von 0,9°C wurde am 19.7.1983 bei einer Lufttemperatur von 31,2°C erreicht.

Die gemessenen Temperaturen pendelten in diesem Abschnitt während der Versuchsdurchführung zwischen 3,5°C und 18,8°C.

<Bachabschnitt Quellbacherl (hm 9,34) bis Bundesstraßenbrücke (hm 3,47):

Dieser Bereich zeigt im Sommer starke Erwärmungstendenzen, die in der Größenordnung von 0,4 bis 1°C liegen. Während der extremen Hitzeperiode des letzten Sommers, dem sogenannten "Jahrhundertsommer", stieg die Erwärmung des Bachwassers von 16,9°C sogar bis auf 20,1°C an. Diese Zunahme von 3,2°C war die höchste, die in irgendeinem Bachabschnitt während meiner Untersuchungen gemessen wurde.

Die Ursache dieser extremen Erwärmung lag in der nur mehr 5 Liter betragenden Abflußmenge im Bundesstraßenbereich, in der Aufheizung des Bachwassers durch das Geröll sowie der extrem langsamen Fließgeschwindigkeit.

Diese hohen Bachwassertemperaturen lagen für die Bachforellen wegen des geringen Sauerstoffgehaltes nahe der Letalgrenze, während sich ein Schwarm Elritzen in dem warmen Kolkwasser noch wohlfühlte.

Das Quellbacherl, dessen Temperaturverlauf genau den (Kap.4, Abschnitt Allgemeines) bereits vorher beschriebenen Zu- und Abnahmen folgte, hat eine Abflußmenge, die zwischen 1 und 7 Litern bei Normalwasserständen liegt. Die Temperaturen des Quellbacherls schwanken im Mündungsbereich zwischen 4,9 und 12,8°C. Nur im "Jahrhundertsommer" 1983 erreichte auch das

Quellbacherl bei einer Minimalschüttung von 0,5 l/sec. eine Spitzentemperatur von 14,4°C. Es kühlte aber trotzdem den Dexelbach von 18,8°C auf 16,9°C ab. Dieser Abschnitt zeigt auch während der kalten Jahreszeit geringe Temperaturzunahmen. Eine Ausnahme bildete die Temperaturabnahme von 0,3°C am 10.4.1982. Das läßt sich aber auf die Schneefälle und das Abschmelzen des Schnees zurückzuführen.

Der benachbarte Stockwinkler- oder Urfangbach ist im Winter wärmer und im Sommer etwas kälter als der Dexelbach. Dies ergab sich aus einigen Temperaturmessungen, die im Unterlauf durchgeführt worden waren.

Messung der Temperaturunterschiede in einzelnen Sperrenkolken: Die Ergebnisse der Untersuchung stammen aus den Sperrenkolken Nr. 6 bei hm 12,14, Nr. 12 bei hm 13,68 und Nr. 13 bei hm 13,86. Zusätzlich zu diesem festgelegten Meßprogramm wurde bei einzelnen Bachbegehungen versucht, Temperaturunterschiede in verschiedenen Gumpen und Kolken nachzuweisen.

Nachdem die ersten Ergebnisse, die Temperaturunterschiede bis zu 1,4°C an der Wasseroberfläche ergeben hatten, wegen des fehlerhaften Fühlers ausgeschieden werden mußten, fanden sich bei fachgerechter Messung nur mehr geringe Differenzen.

Da keine regelmäßigen, größeren Temperaturunterschiede zwischen Wasseroberfläche und Kolkboden, besonnten und unbesonnten Teilen der Wasseroberfläche sowie Kolkein- und Kolkaustritt festgestellt werden konnten, muß in den Kolken eine sehr gute Durchmischung stattfinden. Es zeigte sich besonders im unmittelbaren Überfallsbereich, wo sich die Deckwalze befindet, daß sogar bei Wassertiefen von 80 cm kaum Temperaturunterschiede festzustellen waren. Meist liegt hier die Temperatur von Wasseroberfläche und Kolkboden bis auf Zehntelgrade gleich hoch.

In den anderen Kolkbereichen betrugen die Differenzen maximal \pm 0,3°C. In den Kolkaustritten wurden bei wesentlich geringeren Wassertiefen häufiger Temperaturunterschiede zwi-

schen Wasseroberfläche und Kolkboden gemessen als in den wesentlich tieferen Einläufen. Die Unterschiede blieben aber innerhalb der oben angeführten Grenzen; die höheren Temperaturen wurden immer an der Oberfläche gemessen. Eine Regelmäßigkeit, die in Relation zur Höhe der Wassertemperatur lag, wurde gefunden. Je tiefere Wassertemperaturen in den Kolken registriert wurden, umso gleichmäßiger und besser verteilt waren diese Werte im gesamten Kolkwasser. Bei den zahlreichen Temperaturmessungen am Dixelbach fand ich zusätzlich, daß während der heißen Sommermonate bei geringer Abflußmenge an einigen Abflußsektionen von Sperren höhere Wassertemperaturen als im zugehörigen Kolk vorlagen.

Am 27. Juli 1983, dem heißesten Tag des Jahres, wurden Tages-Maxima-Werte der Luft von über 34°C gemessen. In Mondsee waren es 34,4°C und in Steyr sogar 38,2°C. Diese hohen Lufttemperaturen entstanden durch Zufuhr von überaus warmen und trockenen Luftmassen aus der Sahara und zusätzlichem Föhn-effekt. Bei Sperre Nr. 33 (hm 19,39) ergab die Wassertemperaturmessung am 31. Juli 1983 16,1°C im Überfall, 16,0°C im stark durchströmten Abflußbereich und 16,8°C im stark be-moosten und daher überaus träge überronnenen Teil. Im Kolk wurde dagegen eine Temperatur von nur 15,7°C registriert.

Die Ursache dieses Temperaturunterschiedes konnte ebenfalls geklärt werden. Durch eine knapp oberhalb der Wasseroberfläche einmündende Dole, deren Schüttung die Hälfte jener der Abflußsektion betrug und die eine Temperatur von 15,3°C hatte, kam es zur Abkühlung des Kolkwassers. Der Temperaturunterschied zum verschieden temperierten Wasser der Abflußsektion betrug +0,7°C, bzw. +1,5°C.

Da bei zwei anderen Sperren ebenfalls Temperaturunterschiede des Wassers zwischen Kolk und Überfall auftraten, jedoch keine Dolen mit kühlerer Wasserschüttung vorlagen, muß hier die Abkühlung über den Grundwasserbegleitstrom erfolgt sein.

Temperaturmessungen an Laichstrecken: Die unter 4.1 beschriebene Laichstrecke wurde von 1981 bis 1983 einem

Temperaturmeßprogramm unterzogen. Zusätzlich erfolgten an einigen Laichplätzen in verschiedenen Bachabschnitten, die bezüglich Sonneneinstrahlung sehr günstig lagen, Messungen hinsichtlich ihrer Erwärmung.

Die Ergebnisse zeigten nie mehr als $0,1^{\circ}\text{C}$ Erwärmung der Wassertemperatur, obwohl einige Laichstrecken länger als die unter 4.1 beschriebene waren, die eine Länge von 25 m aufwies. Bei 70 % der Messungen wurden keine Erwärmungstendenzen festgestellt, bei den übrigen lagen sie zwischen $0,05^{\circ}\text{C}$ und $0,1^{\circ}\text{C}$, obwohl diese auch hinsichtlich der geringen Wassertiefen sowie der geringen Strömungsgeschwindigkeit für eine Erwärmung prädestiniert gewesen wären.

Nach diesen Ergebnissen kann die Erwärmung des Bachwassers am Dixelbach keinesfalls als Parameter für die Laichplatzwahl interpretiert werden. Als zufälliges Nebenergebnis meiner Temperaturmessungen bei Laichplätzen konnte ich im extrem kalten November 1983 feststellen, daß die begonnene Laichtätigkeit bei Temperaturen unter $+2^{\circ}\text{C}$ bis $+2,5^{\circ}\text{C}$ abrupt beendet wurde.

4.3 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Untersuchungen über den Jahresgang der Temperaturen, die Wassertemperaturschwankungen des gesamten Bachregimes, der Temperaturunterschiede in einzelnen Sperrenkolken sowie der Temperatur an einigen Laichstrecken erbrachten nicht jene Ergebnisse, die für die Fragestellung von großer Bedeutung gewesen wären. Einige unerwartete Resultate und daraus entstandene Denkanstöße ergaben jedoch für Verbauungen grundsätzliche Überlegungen zur Planung und Ausführung.

Die umfangreichen Messungen zur Bestimmung des Jahresganges der Temperatur ermöglichten die Einordnung des Dixelbaches im Rahmen einer Wärme- und Kälteklassifikation. Diese bildet für viele Fragen, die nicht in dieser Arbeit oder nur am Rande behandelt werden, eine wichtige Unterlage. Die Untersuchungen über die Wassertemperaturschwankungen des gesamten Gewässerregimes bestätigen

die von ECKEL (1960) gemachten Angaben über die Abnahme der Wassertemperatur im Winter im quellnahen Bereich und der erst wieder allmählichen Zunahme der Temperatur mit größerem Abstand von der Quelle. Im Sommer dagegen ist eine sofortige Zunahme der Wassertemperatur festzustellen. Weiters erfolgt eine Erwärmung durch das anstehende Felsmaterial, die über die Wasseroberfläche hinausragenden Geröllblöcke, durch das Erreichen einer tieferen und wärmeren Umgebung, die Verlangsamung des Abflusses und das Fehlen der Beschattung. Auf diese Tatsachen sollte vor allem bei der Verbauung kleiner und sommerwarmer Gewässer im Interesse des Fischbesatzes Rücksicht genommen werden.

Um ein unerwünschtes Erwärmen zu verhindern, kann der Projektant nur hinsichtlich Abfluß und Beschattung eingreifen, da die anderen Parameter ja wenig beeinflussbare Gegebenheiten sind.

Erfolgt bei Regulierungsmaßnahmen ein beidufriges Freistellen des Gewässers, so bedeutet dies einen langandauernden Eingriff in das Biotop. Bei Kleingewässern kann das Freistellen zu einer sehr starken Erwärmung des Gewässers führen, wobei die Exposition eine entscheidende Rolle spielt. Diese anthropogene Schädigung hat zur Folge, daß beispielsweise der biologische Abbauprozess beschleunigt wird. Das führt bei Abwasserbelastungen bereits innerhalb kurzer Gewässerabschnitte zu einer starken Sauerstoffzehrung, wodurch in nicht gut durchlüfteten Gewässern, wie sie bei Wildbachunterläufen bereits vorkommen können, schwere Schäden an der Fischpopulation eintreten. Starkes Aufheizen eines Gewässers kann bei geringer Wasserführung auch bei sonst noch bestens durchlüfteten Wildbächen bereits ein letales Ende für Forellen bedeuten. Bei einer Temperaturzunahme von 16,9°C auf 20,1°C, wie sie am 19.7.1983 im unteren Bereich des Dixelbaches stattfand, kurz bevor dieser Abschnitt zur Gänze austrocknete, ist für Bachforellen eine Überlebenschance nur für kurze Zeit vorhanden. Sie hängt vom Alter und der Größe, der Höhe des Besatzes, der Konstitution und der Streßsituation der einzel-

nen Fische ab. Eine hohe Fischdichte in einigen Sperrenkolken entstand am Dexelbach in Trockenperioden durch das Zuwandern von Fischen aus den Zwischenstrecken. Dieser überhöhte Fischstand und die Streßsituation waren mehrmals die Ursache für das vorzeitige Verenden von Fischen.

Bachforellen benötigen auf Dauer mindestens 5-7 mg Sauerstoff pro Liter Wasser. Regenbogenforellen überleben bei dieser geringen Sauerstoffmenge längere Zeit.

Karpfenartige Fische haben ihr Sauerstoffminimum dagegen erst unter 3 mg/l Wasser.

Zwischen der Temperatur eines Gewässers und seinem Sauerstoffgehalt besteht eine enge Beziehung, da kaltes Wasser mehr Sauerstoff lösen kann als warmes. Bachforellen sollten daher nicht in Gewässer eingesetzt werden, die über längere Zeiträume Temperaturen von 18°C überschreiten.

Regenbogenforellen können dagegen bei Temperaturen bis 20°C noch längere Zeiträume gut leben und abwachsen.

Während der Normalwasserführung im Sommer findet eine Erwärmung statt, die genügend Sauerstoff für den Leitfisch, die Bachforelle, im Wasser beläßt. Die Bachforelle wächst am besten im Temperaturbereich zwischen 12 bis 16°C. Die jährlichen Temperaturschwankungen sollten demnach in einem Forellenbach nicht mehr als 14°C betragen, da die unterste Temperaturgrenze für die Laichtätigkeit im Winter bei 2°C liegt.

Die Freistellung der Ufer führt zusätzlich zur Vernichtung des Kleinklimas, das unter dem Blätterdach vorhanden war, und zum Entzug eines Teiles der Futterbasis.

Durch die verstärkte Einstrahlung wird die Verdunstung des Gewässers erhöht, und die vermehrte Luftbewegung fördert den dauernden Abtransport des Wasserdampfes. Fehlende Beschattung führt zu starkem Algenwachstum und einer Sauerstoffüberproduktion, die besonders um die Mittagstunden sehr hoch liegt. Sie kann zur gas bubble disease (Gasbläschenkrankheit) führen (Pers. Mitt. JUNGWIRTH). Diese meist nicht beachteten Folgen könnten im naturnahen Wasserbau verhindert werden. So ist bei besonders schüttungsarmen und sommerwarmen Bächen bei

Verlegungen des Bachbettes darauf zu achten, daß die Linienführung passend gewählt wird, ihre Ufer beschattet bleiben und schutzwasserbaulich unschädliche Mäander nicht durchstoßen werden, da sie durch ihren dauernden Richtungswechsel das Gewässer vor der Sonneneinstrahlung abschirmen können. Bei notwendigen Bachverlegungen ist eine Baumabschirmung vor allem im besonnten Sektor notwendig, ebenso bei einseitiger Freihaltung des Gewässers vom beschatteten Baumbestand für unumgängliche Bau- und Erhaltungsmaßnahmen.

Die Verlegung des Mittelwassergerinnes aus der Bachmitte zur Böschung des Hochwasserprofils ergibt eine weitere Möglichkeit der stärkeren Beschattung. Bei diesen Vorkehrungen ist jedoch das unmittelbare Hochwasserprofil von Starkholz freizuhalten, aber dafür mit elastischen Weiden und Erlen sowie anderen Sträuchern zu bestocken, die das Ufer decken und den Hochwasserabfluß stark verzögern. Der Einfluß auf die Abflugeschwindigkeit muß natürlich berücksichtigt werden. Die Wurzeln festigen zusätzlich den Boden und tragen im unmittelbaren Uferbereich durch Nährstoffentzug zur Gewässerreinigung bei.

Im Rahmen der unbedingt notwendigen Pflegemaßnahmen ist im Uferbereich zu beachten, daß die Weiden rechtzeitig auf Stock gesetzt und starke Vorwüchse anderer Holzarten (Protze) entfernt werden. Diese bewachsenen Uferstreifen bilden auch ideale Einstände für Wild, Kleinsäuger etc. und gut geschützte Nistgelegenheiten für Vögel (MERWALD, 1983).

Ein Großteil der hier beschriebenen Maßnahmen kann nur in Unterläufen von Wildbächen oder bei Flach- und Hügellandwildbächen Anwendung finden, wobei die anfänglich gemachte Einschränkung für sommerwarme Gewässer und kleine Abflussmengen bestehen bleibt.

Im Dixelbach lagen im Winter 1983 während der Laichzeit die Wassertemperaturen sogar unter 4°C, die begonnene Laichtätigkeit wurde erst unter 2°C beendet. Am 15.11. betrugen die Wassertemperaturen in den Laichstrecken nur zwischen 0,35°C und 2,5°C, am 22.11. 1,9°C bis 4,2°C. Die Temperatur-

messungen vom 15.11. zeigten, daß zwischen Sperre Nr.7 (hm 12,77) und Sperre Nr. 12 (hm 13,68), das ist eine Distanz von 141 m, Temperaturunterschiede in den Kolken und Zwischenstrecken gemessen wurden, die von 0,35°C bis 2,5°C reichten. Bei hm 19,0, das ist im unverbauten Mittellauf, wurde eine Temperatur von 1,7°C gemessen. In der Zwischenstrecke von Sperre 7 bis 8 (hm 12,45) und in Sperre 8, hauptsächlich in ihrem Sperrenvorfeld, war das stehende Wasser bereits "milchig" und knapp vor dem Durchfrieren. Bei Sperren mit geringem Wasserabsturz erfolgte im Kolk noch eine schwache Durchmischung, die Wassertemperaturen waren bis zu 2°C höher, sodaß keine Gefahr für die Fische durch Ein- oder Ausfrieren oder durch Versitzen des Wassers bestand. Durch den extrem niederschlagsarmen Herbst und den unerwartet frühen Kälteeinbruch gab es nur einen Abfluß von 8,2 l/sec. bei der Meßsperre (hm 13,68). Hier zeigte sich, daß bereits ein geringer Überfall für das Überleben der Fische von Bedeutung war, es herrschten sogar günstigere Temperaturen als in der unverbauten Schluchstrecke. Die Kolke von Sperre 2 bis 5 (hm 12,03) waren wegen der geringen stehenden Wassermenge bereits ausgefroren und mehrere Bachforellen verendet (Foto Nr.10).

Diese Temperaturmessungen brachten die Bestätigung, daß Bachforellen bei Temperaturen unter 2 bis 2,5°C nicht laichen oder ihre begonnene Laichtätigkeit einstellen. Zum selben Zeitpunkt herrschte in einem kleinen Teich, in dem zahlreiche markierte Bachsaiblinge und Bachforellen waren, rege Laichtätigkeit. Dieser Teich wird von einer Quelle gespeist. Seine Temperatur betrug 6,1°C. Siehe auch Kap. 6.2 und 7.

Die Messung der Temperaturunterschiede in den einzelnen Sperrenkolken des Dixelbaches ergab nur Unterschiede von $\pm 0,3^\circ\text{C}$ zwischen dem höchsten und tiefsten Wert im gesamten Kolkbereich. Die Annahme, daß die Temperatur linear mit der Kolktiefe abnimmt, hat sich nicht bestätigt. Diese Vermutung fand wegen der vorhandenen Deckwalze, die durch das in reichlicher Menge aus entsprechender Höhe überfallende Wasser entsteht, keine Bestätigung. Die gute

Durchmischung wurde durch die Randwalzen entlang der Wangen verstärkt. Dies zeigten die Temperaturmessungen. Diese gute Durchmischung förderte auch die gleichmäßige Verteilung des andräfteten Futters.

Die größten Temperaturunterschiede traten zwischen Wasseroberfläche und dem Kolkboden im Kolkauslaufbereich auf.

Bei tiefen Wassertemperaturen im Kolk waren keine Temperaturunterschiede meßbar. Der Grenzwert lag bei etwa 12°C. Das besagt, daß erst über diesem Wert Temperaturunterschiede in den Kolken vorhanden waren, die über Zehntelgrade hinausgingen.

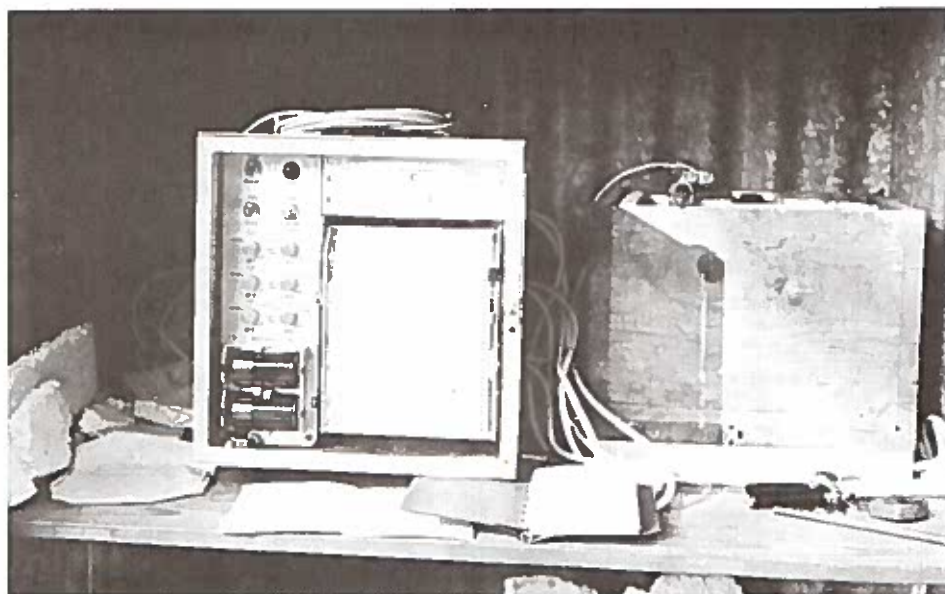


Foto 11: Polycombdrucker in Meßhütte bei Sperre 12 (hm 13,68).

Temperaturmessungen an Laichstrecken: Die Messung der Temperaturen an der beschriebenen mir jahrelang bekannten Laichstrecke sowie an solchen, die nicht immer belichtet wurden, ergaben keine Hinweise dafür, daß diese Temperaturen ein Kriterium für die Auswahl des Laichplatzes sein könnten. Somit müßten andere Parameter zur Laichplatzwahl im Dixelbach

den Ausschlag geben (vergleiche Abb. 12). Den im Jahr 1983 erhaltenen Nachweis, daß die bereits begonnene Laichtätigkeit bei den im November aufgetretenen tiefen Temperaturen von 0,35 bis 2,5°C abgebrochen wurde, erachte ich für sehr wichtig (Siehe auch unter Wassertemperaturschwankungen des gesamten Gewässerregimes). Die Laichtätigkeit wurde auch am 22.11.1983, wenige Tage danach, als die Temperatur zwischen 1,9°C im unverbauten Mittellauf und 4,2°C im Kolk von Sperre 1 betrug, nur bei einem Laichplatz wieder aufgenommen.

Zu diesem Zeitpunkt fand im bereits zitierten Teich bei einer Wassertemperatur von 5,4°C eine rege Laichtätigkeit der Bachforellen und Bachsaiblinge statt. Die Forellen im Dixelbach mußten ihre reifen Gonaden wieder rückgebildet haben, da bis zum Jahresende keine weitere Laichtätigkeit mehr festgestellt werden konnte, obwohl die Wasserführung wieder stark zugenommen und die Wassertemperatur wieder Werte zwischen 3,9°C und 4,15°C in den Laichstrecken erreicht hatte (Siehe auch unter Kap. 6.1).

Zusammenfassend möchte ich 7 Punkte anführen, die von Projektanten und Bauausführenden im Interesse der Erhaltung einer gesunden Fischpopulation zu beachten sind:

1. Schon vor dem Ausarbeiten eines Projektes wäre zu untersuchen, ob ein warmes oder kaltes Gewässer vorliegt. Dies geschieht am besten mit Hilfe der Differenzbildung der Monatsmittel der Wasser- und Lufttemperaturen. Bei Vorliegen eines warmen Gewässers wären die weiteren Punkte zu beachten.
2. Bei kleinen und warmen Forellengewässern sollte der Abfluß keine weitere Verlangsamung erfahren.
3. Eine Freistellung des Gewässers sollte nicht erfolgen; es wäre zu prüfen, ob nicht ein schattenspendender Uferschutzstreifen sonnseitig gepflanzt werden kann.
3. Abwasserbelastungen des Gewässers oder Warmwassereinleitungen dürfen nicht gestattet werden.

5. Durch geeignete Baumaßnahmen sollte der Grundwasserbegleitstrom dem Bachregime zugeführt werden, anstatt ihn von diesem fernzuhalten. Er bewirkt ja in sommerlichen Trockenperioden eine Vermehrung und Abkühlung des Bachwassers, im Winter eine Zunahme und Erwärmung. Dies wurde durch die Temperaturmessungen im Interstitial bestätigt, die in rund 50 cm Tiefe Temperaturunterschiede bis $0,8^{\circ}\text{C}$ gegenüber dem Bachwasser brachten (Kap. 3.3 und 11).
6. Quellen, Quellbäche und Quellüberläufe dürfen nicht abgeleitet werden, da sie oft dem Gewässer im Winter Wärme zuführen, die eine Aufeisung verhindert, besonders dann, wenn das Quellwasser in ruhigstehendes Kolkwasser eingeleitet wird. Ob die Temperaturerhöhung eine allgemeine Verlängerung der Laichzeit zumindest für einen Gewässerabschnitt bewirkt, wäre jeweils zu prüfen. In Extremsituationen wird das Laichen dadurch auf kürzeren Gewässerabschnitten überhaupt erst möglich.
Im Sommer sind Quelleinleitungen während Trockenperioden für die Fischpopulation, sowohl in Hinsicht auf die Zuflußerhöhung als auch wegen der Abkühlung des Bachwassers oft lebensrettend.
7. Die Abflußsektionen der Sperren sollten in zeitweise wasserarmen Bächen so ausgestaltet sein, daß in Trockenzeiten bei kleinsten Abflußmengen das Wasser durch einen konzentrierten Überfall Sauerstoffeintrag verursacht und das Kolkwasser kräftig durchmischt.
Im Winter könnte ein konzentrierter Wasserüberfall (Doppelprofil) die Vereisung des ruhigstehenden Kolkwassers durch Verwirbelung unterbinden und somit einen wesentlichen Beitrag zu Erhaltung der Fischpopulation bringen.

5. BENTHOS UND BENTHOSBIOMASSEN

5.1 TIER- UND PFLANZENWELT DES BENTHAL

Das Benthon ist die Bodenzone eines Gewässers. Das Benthos ist die am und im Substrat der Bodenzone eines Gewässers lebende Tier- und Pflanzenwelt.

Die Lebensbedingungen in schnellfließenden Gewässern (Rhithral), zu denen die Wildbäche gezählt werden, unterscheiden sich grundlegend von denen in langsam strömenden (Potamal) und stehenden Gewässern, die in Bodenzone (Benthon) mit Ufer- (Litoral) und Tiefenbereich (Profundal) sowie in eine Freiwasserzone (Pelagial) gegliedert werden. An Hand von Leitorganismen, die nur einer Zone zugeordnet werden können (stenotop), ist es möglich, diese zu bestimmen.

In erdgeschichtlicher Entwicklung kamen die Bewohner des Rhithrals aller heutigen Klimaregionen vorwiegend aus kalten, die Bewohner des Potamal dagegen mehr aus tropischen Gebieten (TISCHLER, 1976).

Die Einteilung der Gewässer nach der Strömungsgeschwindigkeit ist sehr allgemein und ungenau, da einerseits auch in schnellfließenden Oberlaufstrecken kleine Ruhigwasserzonen (an der Leeseite von Steinen und an Gumpenrändern) auftreten, andererseits aber auch in Unterläufen gelegentlich infolge des Fehlens der inneren Reibung große Strömungsgeschwindigkeiten zustande kommen können.

Andere Einteilungen erfolgen nach dem Hauptvorkommen der Fische, doch sind auch hier die Abgrenzungen sehr fließend und ungenau. Das Rhithral wird der Forellen- oder Salmonidenregion zugeordnet, das Potamal den verschiedenen Weißfisch- oder Cyprinidenregionen (siehe Kap. 6.3).

Die Limnologie (Lehre von den Binnengewässern in ökologischer Sicht, für Seen und Fließgewässer angewandt) verwendet die Lebensform der Organismen zur Kennzeichnung der Gewässerzonen anstelle der Bezeichnung nach Tierarten.

Das harte Substrat der Bachregion im Zusammenhang mit der starken Strömung bildet beste Lebensbedingungen für sessile

und teilsessile Formen der Tier- und Pflanzenwelt. Sie werden dauernd von sauerstoffgesättigtem und nahrungsreichem Frischwasser umspült. Deshalb sind viele Arten darauf spezialisiert, aus der fließenden Welle organische Schwebstoffe herauszufiltern, entweder durch Planktonsiebe oder durch reusenartige Körperanhänge bzw. entsprechend umgestaltete Extremitäten. Die Nahrungsteilchen, die sich in diesen Siebeinrichtungen automatisch ansammeln, brauchen nur noch "abgeerntet" zu werden (UHLMANN, 1982). Durch Haftorgane wird den Organismen diese Lebensweise ermöglicht.

Für die beweglichen Formen der Tierwelt des Rhithrals ist durch Abplattung des Körpers, durch glatte Übergänge mit gutem Randschluß zur Unterlage und durch speziell ausgebildete Beine mit Hakenkrallen usw. Vorsorge getroffen, um in solchen Biotopen leben zu können. Die Atmungsorgane dieser Organismen, die Tracheen, sind sehr einfach gebaut, da sie aus der fließenden Welle mit genügend Sauerstoff versorgt werden. Einigen strömungsliebenden Tieren ist es möglich, mit Hilfe ihrer Schwimmmuskulatur und des stromlinienförmigen Körpers von einem Stein zum anderen zu übersetzen, ohne weit abgedriftet zu werden. Viele von ihnen wechseln im Laufe des Tages Steinunter- und Steinoberseite. Bei Epeorus, einer Eintagsfliegenlarve, konnte festgestellt werden, daß diese tagsüber unter Steinen lebt, wenn die Bachstrecke besonnt war, während der Nachtstunden aber an die Steinoberfläche kriecht. In beschatteten Bachabschnitten lebt dieselbe Larvenart auch tagsüber an der Steinoberfläche. Sie ist daher, wie Beobachtungen ergaben (ENGELHARDT, 1977) als lichtfliehend (negativ phototaktisch) und strömungsliebend (positiv rheotropisch) zu bezeichnen.

Andere Organismen dieser Gewässerzone bevorzugen wieder das Interstitial für ihre Lebensweise. Ihr Körper hat sich dem Lückensystem angepaßt, er ist nicht flach, sondern hat einen runden Querschnitt, die Tracheen sind zu beweglichen Büscheln umgebildet, die durch Ventilation die Sauerstoffversorgung ermöglichen. Bei einigen dieser Mikroorganismen er-

folgt die Sauerstoffzufuhr durch Diffusion über die Haut. Die Zufuhr von Nahrungsstoffen ist im Hohlraumssystem des Interstitials noch bestens gewährleistet.

Andere Organismengruppen können in der Zone des Rhithrals leben, indem sie sich Gehäuse mit oder ohne Beschwerung bauen. Hierzu gehören die Köcherfliegen (Trichoptera) mit ihren Larven, wie z. B. von *Agapetus* sp., die auch im Dixelbach vorkommt. Sie fügt ihr Gehäuse aus Steinchen zusammen, um es gegen Abspülung zu sichern.

Wieder andere helfen sich mit Haft- oder Kleebeorganen bzw. durch ihre Kleinheit, derzufolge sie in der Totwasserschicht oder innerhalb der Grenzschicht (Prandtl'sche Grenzschicht) leben können.

Alle Organismen des Rhithrals sind wenig bewegungsaktiv, durch die verschiedensten Vorrichtungen gegen das Abschwemmen gesichert, strömungsliebend (rheophil), kälteliebend (psychrophil), benötigen einen hohen Sauerstoffgehalt (polyoxybiont); einige können durch einen Kompensationsflug die Folgen der Abdrift ausgleichen.

Das Potamal weist weiches Bodensubstrat und allgemein eine langsame Strömung auf. Daher sind einerseits bodenwühlende Tiere, meist mit kompliziert ausgestatteten Ventilationsapparaten zur Sauerstoffversorgung und mit Filtrier- und Fächeranhängseln zur Futterbeschaffung typisch; andererseits solche, die sich schwimmend über weite Strecken fortbewegen können. Zusätzlich spielen Nekton (sich aktiv bewegende Organismen) und Phyto- und Zooplankton eine bedeutende Rolle als Futterbasis. Die Besiedlung der Weichböden besitzt eine große Ähnlichkeit mit der von stehenden Gewässern, hat aber große Gegensätze zu jener von Hartböden. Der floristische Aspekt tritt hier wesentlich stärker in den Vordergrund und ebenso die Mannigfaltigkeit der Fische.

Ein Großteil der im Dixelbach gefundenen Organismen verbringt das Ei-, Larven- Nymphen- und Puppenstadium im Wasser, während die geschlechtsreifen Imagines auf dem Land leben und ihre Eier wieder ins Wasser ablegen. Hievon ist das Nymphen-

stadium, das ist jenes Larvenstadium, aus dem die fertigentwickelten Imagines schlüpfen, den Fliegenfischern bestens bekannt, da viele Nymphen für Köderzwecke künstlich nachgebildet werden. Die Kenntnis des Benthosbestandes und seines Entwicklungsganges im Jahresablauf liefert dem Bewirtschafter eines Fließgewässers wertvolle Hinweise auf Fischbesatz, Futterbasis, Fangmethoden, Festlegung des Brittelmaßes über dem gesetzlich festgelegten Mindestmaß usw.

Unter den im Dixelbach vorgefundenen Organismengruppen sind folgende aufzuzählen (die wichtigsten Vertreter in Klammer): Süßwasserpolyphen (Hydra), Strudelwürmer (Planarien), Würmer (Oligochaeta, Lumbricidae), Weichtiere (Mollusca), Bachflohkrebse (Gammarus), Wassermilben (Hydracarina), Fliegenlarven (Chironomidae, Ceratopogonidae, Simuliidae, Tipulidae usw.) sowie Larven der Eintagsfliegen (Ephemera, Habroleptoides, Baetis, Ecdyonurus, Epeorus, Rhithrogena usw.), Steinfliegen (Leuctra, Nemoura, Perl, Perlodidae usw.), Köcherfliegen mit und ohne Köcher (Rhyacophila, Hydropsyche usw.) und Wasserkäfer (Limnius, Riolus, Esolus usw.)

Von einem Großteil dieser Organismen sind verschiedene Entwicklungsstadien zu finden: Larven (L), Nymphen (N), Puppen (P) und geschlechtsreife Individuen, die als Imagines oder Adulti (Ad) bezeichnet werden.

Von diesen gefangenen Organismen möchte ich auf die wichtigsten Gruppen und einige typische Vertreter etwas näher eingehen:

Süßwasserpolyphen:

Sie konnten nur in der Sammelstelle des Lichtenbuchinger Grabens festgestellt werden, kommen auf Pflanzen festsitzend vor, besitzen 4 bis 20 Tentakel mit Nesselkapseln, sind sehr gefräßig und überaus regenerationsfähig. Gehen stammesgeschichtlich auf Meeresbewohner zurück. Es finden sich mehrere Gattungen und Arten.

Niedere Würmer:

kamen in geringen Mengen in den meisten Proben vor. Sie sind durch die Gattung Planaria vertreten, die zur Ordnung der Strudelwürmer gehört. Das Ektoderm überzieht den Körper mit

einem Wimpernepithel. Der Körper ist ein Hautmuskelschlauch, der die wurmartige Fortbewegung ermöglicht. Sie sind Zwitter, die Vermehrung erfolgt durch ihre Querteilung, sie besitzen eine große Regenerationsfähigkeit.

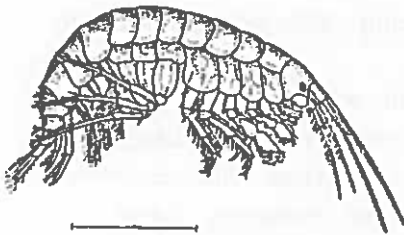
Höhere Würmer:

Werden auch als Ringelwürmer bezeichnet. Gefunden wurden Vertreter der Ordnung Wenigborster (Oligochaeta), die zur Klasse der Borstenwürmer gehören. Sie waren in fast allen Sammelstellen stärker vertreten als die Planaria und sehr gleichmäßig verteilt, mit einer leichten Zunahme im Lichtenbuchinger Graben.

Weichtiere:

Die Weichtiere oder Mollusken waren sehr spärlich vertreten, etwas zahlreicher waren sie nur im Lichtenbuchinger Graben. Von der Klasse der Muscheln war die Erbsenmuschel (*Pisidium* sp.), von der es 17 Arten gibt, nur bei 3 Sammelstellen festzustellen, davon im Lichtenbuchinger Graben am weitaus häufigsten.

Abb. 4: *Rivulogammarus* f.
(Flohkrebs)



nach ENGELHARDT

Abb. 5: Larve von *Rhithrogena* sp.
(Eintagsfliegenlarve)

Fuß immer eingliedrig mit einer Krallen



3 Schwanzfäden

Terminalfilum

Krebse:

Ihr hauptsächlicher Vertreter ist *Rivulogammarus fossarum* aus der Familie der Gammaridae. Sehr gleichmäßig über das gesamte Bachregime verteilt, bildet er eine gute Forellennahrung. Sie benötigen sauerstoffreiches Wasser und nicht zu geringen Kalkgehalt. Beim Schwimmen wird der Hinterleib nach vorne geschlagen. Die aus den Eiern schlüpfenden Jungen sind beinahe fertig entwickelt, im Sommer beträgt die Entwicklungszeit der Jungen 2 bis 3 Wochen (Abb. 4).

Fliegen und Mücken:

Sie gehören zur Unterklasse der Kerbtiere oder Insekten, zur Ordnung der Zweiflügler (Diptera) und sind am Dixelbach durch mehrere Familien vertreten. Die meist verbreitete Familie ist jene der Zuckmücken (Chironomidae). Sie zählen zur artenreichsten Familie der mitteleuropäischen Binnengewässer; rund 1000 Arten sind von ihnen bekannt, und ihre Bestimmung ist daher sehr schwierig. Die meisten Larven der Zuckmücken bauen sich im schlammigen Gewässergrund u-förmig gebogene Gespinstströhen, die sie mit Spinnsekret verfestigen und die mit je einer Öffnung am Vorder- und Hinterende an der Schlammoberfläche münden. Viele Arten in den fließenden Gewässern stellen dagegen kunstvolle Gespinstgehäuse her, da der Boden zum Minieren zu fest ist. Die Zuckmückenimagines, die nicht stechen, leben nur zum Zweck der Fortpflanzung. Die Weibchen legen ihre Eier über dem Wasser ab.

In geringem Ausmaß sind im Dixelbach noch Gnitzen (Ceratopogonidae), Schnaken (Tipulidae), Stelzmücken (Limnobiidae), etwas häufiger wieder die Kriebelmücken (Simuliidae) anzutreffen. Die Kriebelmücken wurden in den Proben deswegen nicht so häufig festgestellt, weil sie fast ausschließlich auf stark überströmten Steinen festsitzend leben. Diese wurden jedoch nicht besammelt. Sie sind aber auf vielen Steinblöcken der Sohlrampen mit freiem Auge sichtbar. Sie sitzen mit der Haftscheibe am Hinterende ihres Körpers auf der Unterlage fest und verlassen sehr selten ihren Wohnplatz. Wechseln sie diesen, so bewegen sie sich spannerartig vorwärts, wobei sie

abwechselnd die Fußstummel des Vorderendes und die Haftscheibe des Hinterendes auf der Unterlage befestigen. Ihre Oberlippe ist mit feinen fächerartig angeordneten Borsten versehen, die zusammen einen feinen Korb bilden, mit dem die Larve aus dem strömenden Wasser ihre Nahrung filtert. Die erwachsenen Larven spinnen mit ihrem kräftigen Sekret eine Puppenhülle, die sie ebenfalls an den Steinen befestigen. Die Atmungsorgane der Puppen funktionieren im Wasser und an der Luft, was bei Absinken des Wasserstandes lebensnotwendig ist. Die Imagines, die nur 1,5 bis 3 mm groß werden, sind bei hellem Sonnenschein im Gegensatz zu anderen Mücken am lebhaftesten. Die Imagines beider Geschlechter weisen einen Buckel auf und saugen Blut. Die Wunden bluten länger als bei Stichen von anderen Mücken und sind schmerzhafter. Ungefähr 15 Arten leben in Mitteleuropa.

Eintagsfliegen:

Sie gehören weder zu den Fliegen noch zu den Mücken, sondern bilden eine eigene Ordnung, zu der in Mitteleuropa rund 80 Arten gehören. Die Larven der Eintagsfliegen leben im Wasser, ihr Körperbau und ihre Lebensweise sind an die verschiedensten Gewässertypen angepaßt. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zu den ähnlichen Larven der Steinfliegen sind die drei Schwanzfäden (2 Cerci und das Terminalfilum) am Hinterleibsende, die sie alle mit Ausnahme des zweischwänzigen *Epeorus* besitzen. Die größten Arten werden ohne Schwanzfäden 22 mm lang. Ein weiteres Unterscheidungskennzeichen ist der eingliedrige Fuß, der nur eine Krallen besitzt. Es werden vier Arten unterschieden.

Schwimmende Eintagsfliegenlarven: Sie leben in stehenden, pflanzenreichen Gewässern und sitzen in Ruhe auf den Wasserpflanzen. Ihre Schwimmorgane sind die drei mit Borsten versehenen Schwanzfäden. Diese werden zur Fortbewegung zusammen mit den letzten Hinterleibssegmenten auf- und abwärts geschlagen. Einige Arten von ihnen können Wasser in den Enddarm aufnehmen und dieses ruckartig ausstoßen, wodurch sie vorwärtsgetrieben werden. Sie bevorzugen lenitische Bereiche.

Am Dixelbach sind Vertreter der Familie Baetidae sehr zahlreich.

Kriechende Eintagsfliegenlarven: Man findet sie am Boden der verschiedensten Gewässer vor, ihr Körper ist mit einem dichten Haarkleid bedeckt. Am Dixelbach war *Habroleptoides modesta* sehr zahlreich vertreten und erreichte bis zu 11 mm Länge.

Grabende Eintagsfliegenlarven: Hierher gehören z. B. die Ephemera- Arten. Sie graben am Gewässergrund oder in der Uferzone von langsam fließenden oder stehenden Gewässern ihre Gänge im Schlamm oder Lehm. Zum Graben verwenden sie die dolchartigen Oberkiefer als Bohrer und die vorderen Beine, die abgeflacht sind, als Schaufeln.

Strömungsliebende (torrenticole) Eintagsfliegenlarven: Ihr abgeplatteter Körper ist an die schnelle Strömung der Gebirgsbäche angepaßt. Die lichtscheuen Larven sitzen meist an der Unterseite von Steinen, stützen sich mit den Schwanzfäden ab, kriechen auf den Steinen herum und beweidern die dort befindlichen Algen. Zum Schwimmen entschließen sie sich selten. Hierzu gehören beispielsweise *Rhithrogena* sp. und *Ecdyonurus* sp. Am Dixelbach finden sich von den strömungsliebenden Eintagsfliegenlarven die meisten Arten, von diesen sind wieder am häufigsten vertreten *Rhithrogena* und *Ecdyonurus*, weniger zahlreich *Epeorus*.

Die Eintagsfliegenlarven ernähren sich von Algenbelägen, organischen Schlamnteilchen und dgl. Bei jungen Larven erfolgt die Atmung noch durch die Haut, bei den älteren durch feine Tracheenkiemenblätter. Die erwachsenen Larven (Nymphen) erkennt man an den dunklen Flügelscheiden; unter der letzten Larvenhaut bildet sich die Subimago aus. Durch Luft, die sich zwischen den beiden Hautschichten ansammelt, wird dann die Nymphe an die Wasseroberfläche getrieben. Sie wird dort eine leichte Beute der Fische. Aus der Nymphe schlüpft in kurzer Zeit die Subimago; meist nach wenigen Stunden erfolgt das Schlüpfen der Imago, des geschlechtsreifen Insekts. Dieses kann keine Nahrung aufnehmen, da seine Mundwerkzeuge verkümmert sind. Die schwachen Beine reichen nur mehr zum

Sitzen. Wenige Stunden vor Sonnenuntergang beginnen die Männchen mit dem Schwärmen, wobei sie meist über dem Wasser senkrecht auf- und absteigen. Fliegt ein Weibchen in den Schwarm, wird es sofort begattet. Das Männchen stirbt kurz danach, und das Weibchen beginnt mit der Eiablage über dem Wasser; es fällt dann sterbend auf die Wasseroberfläche und ist dort eine begehrte Fischbeute. Die männlichen Eintagsfliegen leben meist nur wenige Stunden bis einige Tage, die Weibchen einiger Arten können bis zu 3 Wochen auf den Hochzeitsflug warten.

Steinfliegen:

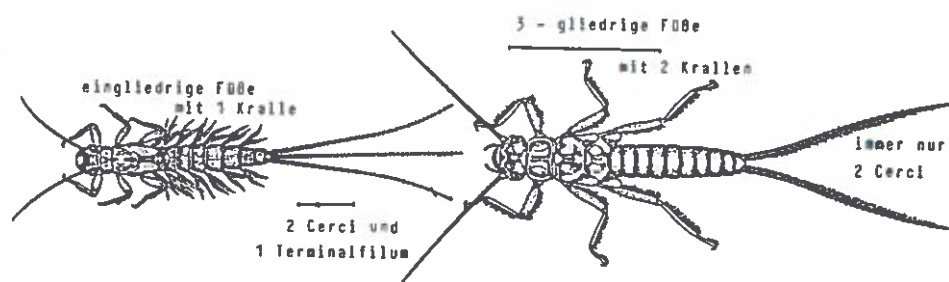
In Mitteleuropa bis zu 125 Arten. Ihre Jugendentwicklung durchlaufen sie fast durchwegs im fließenden Wasser. Sie sind sehr sauerstoffbedürftig und lieben daher schnellfließende, klare Gewässer. Erkennbar sind sie an den beiden Cerci am Hinterleib, an den dreigliedrigen Füßen mit je zwei Klauen und an ihrem seitlichen Schlagen beim Schwimmen, wodurch sie zick-zack schwimmen. Ihre Größe variiert von mehreren Millimetern bis fast gegen 30 mm bei den ausgewachsenen Larven von Perlodidae, gemessen ohne Schwanzfäden. Ihr Körper ist drehrund, sie halten sich unter Steinen auf, wo sie auch bei der Nahrungssuche herumkriechen. Die Nahrung finden sie weniger mit ihren großen Netzaugen als mit den beiden langen Fühlern, die mit Tast- und Geruchsorganen versehen sind. Die Larven der kleinen Arten (Nemoura) leben von Algen und Pflanzenresten, die großen Arten (Perla) sind sehr gefräßige Räuber, die sich alle kleinen Wassertierchen zur Beute machen. Einige Arten finden mit der Hautatmung das Auslangen, andere brauchen zusätzlich fadenartige Tracheenkiemen. Die kleinen Arten benötigen zur Entwicklung vom Ei zum Vollinsekt rund 1 Jahr, die großen Arten bis zu 3 Jahren. Die Steinfliegen machen eine unvollkommene Verwandlung durch. Im Larvenendstadium klettern diese aus dem Wasser, und die fertigen Imagines schlüpfen aus der Larvenhaut. Sie nehmen keine Nahrung auf und können von ihren Fettvorräten bis zu sechs Wochen leben. Da sie schlechte Flieger sind, entfernen sie sich nie weit von ihrem Aufent-

haltsort, bei Gefahr laufen sie lieber als wegzufiegen. Das Weibchen trägt die Eier nach der Befruchtung noch eine Zeitlang mit sich, bevor es sie im Wasser abstreift. Die Vertreter der Steinfliegen sind eine sehr gute Fischnahrung, die Weibchen werden beim Abstreifen der Eier gerne auch von Großforellen als Nahrung genommen.

Am Dixelbach sind die Gattungen *Leuctra*, *Nemoura*, *Amphinemura*, *Perla*, *Perlodes* usw. gefunden worden, wobei *Leuctra* und *Nemoura* die größte Individuendichte erbrachten.

Abb. 6: zeigt *Habroleptoides modesta*
(Eintagsfliegenlarve)

Abb. 7: zeigt Larve von
Perlodes sp. (Steinfliegenl.)



nach ENGELHARDT

Köcherfliegen:

In Mitteleuropa finden sich etwa 250 Arten. Der größte Teil von ihnen baut mit Hilfe von Spinndrüsen und den Vorderbeinen einen Köcher zum Schutz des weichen Hinterleibes. Die Larven bauen immer am vorderen Ende des Köchers an, während das hintere Ende, das immer dünner ist, verloren geht, nachdem die Larve sich daraus zurückgezogen hat. Die kleinen Larven haben zuerst nur das Gespinnst um ihr Abdomen, erst später wird das Gehäuse mit anderen Materialien verkleidet. In langsamfließenden Gewässern werden leichte Baumaterialien, wie Rinde oder Laub verwendet, in schnellströmenden Bächen dage-

gen werden wegen der Beschwerung Steinchen eingebaut. Nicht das verwendete Material läßt auf die Larvenart schließen, jedoch die Art der Verwendung, wobei zu unterscheiden ist, ob das Material längs oder quer zum Köcherbau verwendet wird. Die raupenförmigen (eruciformen) Larven, die den Kopf senkrecht zur Körperachse haben, sind Pflanzenfresser. Jene Larven, die den Kopf in der Körperlängsachse tragen (campodeid), leben räuberisch. Manche von ihnen bauen richtige Fangnetze. Die freilebenden Köcherfliegenlarven werden bis zu 25 mm lang. Die Köcherfliegen haben ein Puppenstadium und daher eine vollständige Entwicklung. Die Puppenruhe dauert zwei bis drei Wochen und findet im Wasser statt. Die Köcherfliegen selbst können Nahrung aufnehmen. Sie fliegen in den Abendstunden unbeholfen herum und werden meist mit Kleinschmetterlingen verwechselt. Die Larven werden samt den Köchern von den Fischen gerne gefressen, da sie im Darm der Fische aufgelöst und die Gehäuseteile mit den Exkrementen ausgeschieden werden.

Abb.8: zeigt eine freilebende Köcherfliegenlarve
(Hydropsyche sp.)



Im Dixelbach finden sich köchertragende und freilebende Köcherfliegen, wobei letztere überwiegen. Von den köchertragenden überwiegen jene der Gattung Agapetus, von den freilebenden Köcherfliegen jene der Gattung Hydropsyche sp..

Käfer:

Von den Coleopteren ist die Familie der Hakenkäfer (Dryopidea) mit Limnius, Riolus, Esolus und Helmis am häufigsten vertreten.

5.2 METHODIK

Zur Ermittlung des Benthosbestandes wurden am 6. September 1980 an 16 Stellen mit Hilfe eines Rahmennetzes (Surber-Sampler) erstmals Proben aus dem Bachsubstrat entnommen. Die Sammelstellen sind aus Abb. 9 ersichtlich.

Der Dixelbach wurde in 5 Streckenabschnitte unterteilt. Diese wurden so gewählt, daß sowohl Auflandungsbereich, Mittellauf und Lichtenbuchinger Graben zur Untersuchung herangezogen wurden. Im Mittellauf kamen verbaute und unverbaute Gewässerabschnitte zur Auswahl für die Besammlung nach der Surber-Sampler-Methode (SS-Probeentnahme).

Die Strecken sind in Abb. 10 dargestellt und mit jenen der E-Fischerei (Kap. 6.2) identisch.

1. Der Auflandungsbereich von hm 0,00 bis hm 11,55 mit den SS-Probeentnahmestellen 1, 2 und 3.
2. Der daran bachaufwärts anschließende Abschnitt des Mittellaufes bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens bei hm 24,30 hatte die SS-Probeentnahmestellen 4 bis 13.
3. Die Schluchtstrecke oberhalb der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens, das ist von hm 24,30 bis 25,00, mit den SS-Entnahmestellen 14 und 15.
4. Der Lichtenbuchinger Graben mit der SS-Probestelle 16 bei hm 6,20 unterhalb der 2. Güterwegbrücke über diesen Graben.
5. Die Schluchtstrecke zwischen Sperre 33 und 34, das ist von hm 19,39 bis hm 23,21, mit den SS-Probeentnahmestellen 12 und 13. Dieser Abschnitt liegt innerhalb der Strecke 2.

Abb. 9: Einzugsgebiet des Dexelbaches mit Surber-Sampler-Probeentnahmestellen (SS-Probeentnahmestellen) von 1 bis 16.

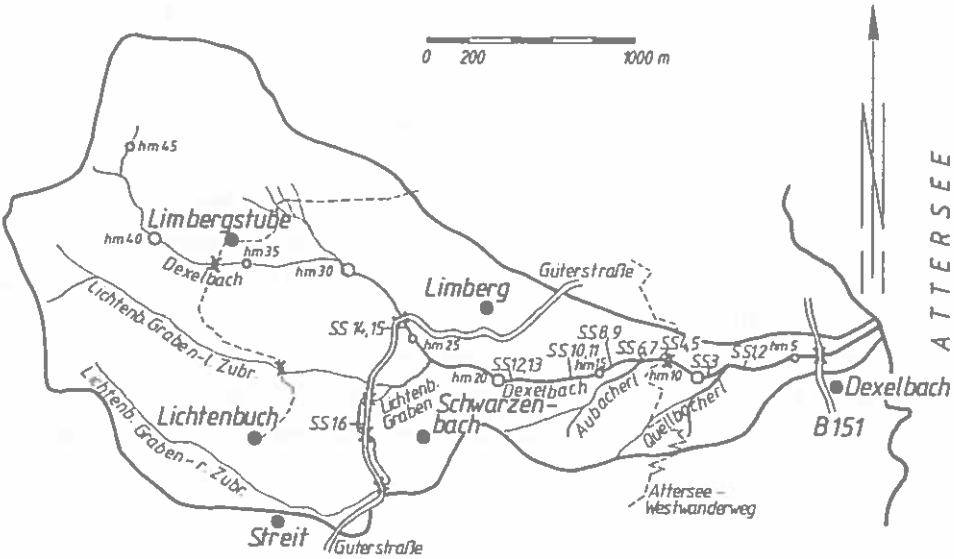
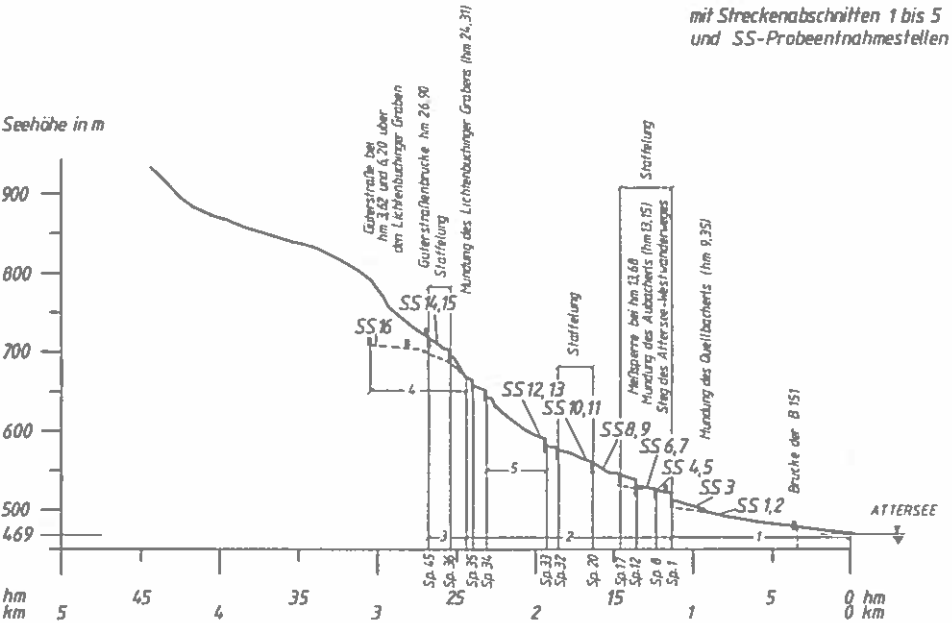


Abb. 10: Längenschnitt des Dexelbaches mit Streckenabschnitten und SS-Probeentnahmestellen



Die Seitenlängen des SS-Netzes betragen 31,62 cm x 31,62 cm, woraus sich eine Fläche von 1.000 cm² ergibt. Der SS hat an seinem Rahmen ein sehr feinmaschiges Netz befestigt. Dieser Rahmen ist doppelt und mit einem Gelenk versehen, sodaß sich der untere Teil um 90° hinunterklappen läßt und auf der Bachsohle aufgelegt werden kann, damit die Entnahmestelle abgegrenzt wird. Der senkrecht zur Fließrichtung stehende Rahmen hat das Sammelnetz befestigt, sodaß alle vom Sammler aufgewühlten und abgespülten Partikel durch die Strömung in den Auffangsack gelangen. Die Dixelbach - Proben wurden dem Auffangsack an Ort und Stelle entnommen und mit Formalin fixiert. Die weitere Arbeit erfolgte im Labor, wo die Organismen bis zur Größe von 0,3 mm händisch ausgezählt wurden. Anschließend erfolgte die Bestimmung der systematischen Zugehörigkeit und des Frischgewichtes, der sogenannten Biomasse, im Labor Weyr-egg durch O. MOOG.

5.3 ERGEBNISSE

Die folgenden Ergebnisse sollen nur einen Überblick der niederen Fauna des Dixelbaches und ihrer Verteilung im gesamten Bachregime während des 6. Septembers ergeben.

Tab. 10 gibt die Anzahl der Organismen an, die in den Sammelquadraten gefunden und auf einen Quadratmeter umgerechnet wurden. Die Gesamtindividuenzahlen und deren Biomasse sind in Tab. 11 zu finden.

Bei Betrachtung des Dixelbach-Hauptgrabens von Sperre 1 bei hm 11,55 bis zum Beginn der Schluchtstrecke bei hm 20,00 (Proben 4 - 11, s. Abb. 5) fällt eine ungewohnte Uniformität der Bestandeszahlen für die Benthosorganismen auf. Die Individuenanzahl schwankt zwischen 530 und 1930/m², der Mittelwert liegt bei 1.320 Stück. Sehr einheitliche Werte ergaben sich auch bei den Biomassen mit 1,34 - 4,89 g/m², der Mittelwert beträgt 2,51 g/m².

Die Proben im Schluchtbereich, der an die vorige Strecke anschließt und ebenso wie diese zu Abschnitt 2 gehört, sind 12 und 13. Sie weisen im Durchschnitt 2.890 Individuen mit

Tabelle 10: Anzahl der benthischen Evertrebraten in den SS - Proben (ind./m³)

Daten von 6. September 1980

	SS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Süßwasserpolypen																	
Hydra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
niedere Würmer																	
Planarien		10	-	10	10	-	10	-	10	40	10	20	10	-	80	20	50
höhere Würmer																	
Oligochaeta		40	30	-	20	10	20	180	30	110	20	20	10	30	20	-	280
Wichttiere																	
Platidius		-	-	10	-	-	10	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Krebse																	
Gammarus		60	110	10	30	50	10	90	110	630	120	320	60	50	80	140	260
Wasserinsekten																	
Fliegen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	60
Chironomidae																	
Chironomidae L.		80	140	20	30	10	-	60	40	230	-	200	250	60	50	40	870
Chironomidae P.		20	10	-	-	10	-	-	-	-	-	10	10	10	-	-	100
Ceratopogonidae																	
Ceratopogonidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-
Simuliidae																	
Simuliidae L.		-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	10	-	-
Simuliidae P.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
restliche																	
restliche L.		10	10	-	10	10	-	20	30	40	20	20	10	-	10	-	230
Diptera P.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Eintagsfliegen																	
Habroplectoides		50	-	70	20	10	-	60	10	150	10	230	110	50	180	210	2400
Habrophlebia		10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10
Beetle		370	470	1200	260	340	510	190	170	30	80	200	1480	1480	180	50	590
Ecdyonurus		10	40	-	-	10	-	-	-	60	10	90	-	-	20	20	10
Epeorus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Rhithrogena		40	50	40	30	230	120	100	110	20	140	40	230	390	160	10	30
Steinfliegen																	
Leuctra		160	50	30	40	30	30	100	70	170	60	60	400	240	310	100	30
Nemoura		-	50	-	20	-	-	-	-	240	-	10	20	-	-	10	580
Amphinemura		-	-	40	-	-	10	10	50	10	20	-	20	10	-	-	-
Perla		-	-	-	40	-	10	20	10	-	-	-	30	-	10	-	-
Perlidae		10	-	-	20	60	10	30	10	30	30	10	30	-	70	-	50
Steinfliegen andere		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	280	130	50	20	-
Köcherfliegen																	
Köcherfliegen L.		20	-	-	10	20	-	-	-	10	-	-	10	-	-	-	160
Köcherfliegen																	
Rhyacophila		-	-	-	-	-	-	10	100	60	30	10	150	110	50	-	210
Hydropsyche		10	20	100	10	40	70	80	110	-	90	10	100	30	40	-	30
Wasserkäfer																	
Laccophilus		-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	20	30	10
Ricinus		-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Esolus		-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	20	-	-	10	60
Helmaia		-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	30	20	40
Hydraena	L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
Hydraena	Ad.	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	60	10	-	-	10

L = Larven (larvae) P = Puppen (pupae) Ad. = Adulti (adults) SS = Probenstelle (number of sampling site)

Tab. 11 Individuenzahlen und Biomasse benthischer Evertbraten (Ind./m² und g Frischgewicht/m²)
Strömungsgeschwindigkeit (m/sek) und Substral in % (Korngrößen in cm)

		Bachabschnitte mit den Entnahmestellen der SS-Proben																	
		A u f l a n d u n g s - b e r e i c h								M e r b e i t e r a u f								O b e r - l a u f	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Individuenzahl		940	990	1570	530	840	850	1020	1000	1930	670	1430	3220	2640	1448	690	6270		
Biomasse		2,05	0,89	2,89	1,35	1,80	5,15	1,61	4,89	2,27	1,65	1,34	6,06	3,15	3,72	1,09	6,03		
Strömung		0,3	0,2	0,48	0,24	0,28	0,39	0,36	0,59	0,05	0,58	0,05	0,63	0,63	0,35	0,08	0,20		
Substral																			
>10		15	10	15	0	0	0	0	10	5	7	0	50	0	15	10	10		
5 - 10		25	30	35	20	30	15	5	8	5	8	10	15	35	10	10	35		
1 - 5		45	45	35	50	40	50	70	40	50	70	25	25	55	15	50	45		
0,2 - 1		12	10	10	25	20	30	17	30	20	10	60	5	5	30	15	5		
Sand		3	5	5	5	10	5	8	12	20	5	5	5	5	10	15	5		

Daten vom 6. September 1980

einer Biomasse von $4,61 \text{ g/m}^2$ auf. Sie enthalten somit fast das Doppelte jener Proben, die flussabwärts im verbauten Abschnitt liegen.

Der obere Bereich des Mittellaufes, der oberhalb der Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens beginnt, wird als Abschnitt 3 bezeichnet. In ihm liegen die SS-Probeentnahmestellen 14 und 15. Im Durchschnitt wurden $1069 \text{ Individuen/m}^2$ gezählt, der Biomassewert belief sich auf $2,41 \text{ g/m}^2$. Individuenzahl und Biomasse liegen hier sehr ähnlich wie im verbauten Bereich des Abschnittes 2. Da beide Strecken hinsichtlich Verbauung und Strömung sehr ähnliche Verhältnisse aufweisen, ist das Ergebnis verständlich.

Die hohen Biomassen in der Schlucht lassen sich durch zwei Tatsachen erklären. Einerseits findet sich hier sehr schwer verfrachtbares Grobgeschlebe mit vereinzelt erratischen Blöcken, das bis zu mittleren Hochwasserereignissen liegen bleibt und auf seiner Leeseite die Ausbildung eines stabilen Feinsubstrates ermöglicht. Andererseits treten hier auch infolge höherer Strömungsgeschwindigkeit vermehrt größere strömungsliebende Stein- und Eintagsfliegenlarven auf (s. Tab. 11).

Die geringe Besiedlung des Auflandungsbereiches mit den Proben 1 bis 3 schwankt zwischen 940 und $1570 \text{ Individuen/m}^2$, wobei bachaufwärts eine deutliche Zunahme festzustellen ist. Die durchschnittliche Biomasse von $1,94 \text{ g/m}^2$ Frischgewicht liegt auch deutlich unter den übrigen Werten. Die Ursache liegt in der sehr instabilen Sohle und dem Fehlen eines entsprechend strukturierten Substrates.

Vom Lichtenbuchinger Graben wurde nach diesem Sammelplan nur die Probe 16 entnommen und ausgewertet. Sie lag unterhalb der zweiten Güterwegbrücke etwa bei hm $6,20$ und lieferte die erstaunlich hohen Werte von $6.270 \text{ Individuen/m}^2$ und die Biomasse von $6,03 \text{ g/m}^2$.

Wenn auch die benthische Besiedlung des gesamten Bachsystems, abgesehen vom Lichtenbuchinger Graben, eine für Bäche uner-

wartete Gleichförmigkeit zeigt, so finden sich dennoch typische Verteilungsmuster, die auf eine enge Strömungs- und Substratabhängigkeit hinweisen. Am auffälligsten wird dies in der Staffelstrecke ersichtlich, wo Querwerke mit ausgeprägten Kolken und flachen Zwischenstrecken abwechseln. In den Kolken finden sich wesentlich höhere Individuenzahlen als in den bachabwärts anschließenden Flachstrecken. Besonders an den Kolkrändern ergeben sich die höchsten Individuenzahlen. Mit den Biomassen verhält es sich umgekehrt. Hier finden sich die niederen Werte in den Kolken und die höheren in den Flachstrecken. Der Grund liegt darin, daß sich im ungestörten Kolkbereich vor allem die kleineren und kleinsten Larvenstadien der Bachinsekten aufhalten, und dadurch trotz hoher Individuenzahlen kleine Biomassen vorliegen, wie dies in Tab. 12 ersichtlich ist.

Tab. 12: Individuenzahl, Biomasse und Strömungsverhältnisse im Bereich der Kolke von Sperre Nr. 21 und 28 sowie der bachabwärts anschließenden Zwischenstrecke.

Sperre	Proben nummer	Individuenzahlen		Biomasse		Strömung m/sec.	
		Strömung	Kolk	Strömung	Kolk	Strömung	Kolk
21	8,9	1000	1930	4,89	2,27	0,59	0,05
28	10,11	670	1430	1,65	1,34	0,58	0,05

Die Abhängigkeit von den Strömungs- und Substratverhältnissen findet auch in der Artenverteilung der Kolk- und Flachstreckenbereiche ihren Niederschlag. Detrituswühler, Lückenraumschlängler und junge Larven halten sich vorwiegend im Kolkbereich auf, strömungsliebende Formen hingegen in den gut durchströmten Flachstrecken. Als Beispiel wurden hiefür die Sperren 21 und 28 der unteren Staffelstrecke sowie die Sperre 41 aus der oberen Staffelstrecke herangezogen.

Von den Ruhigwasserformen wurden die für das Kieslückensystem

hervorragend angepaßte Eintagsfliegenlarve *Habroleptoides modesta* und der Bachflohkrebs *Rivulogammarus fossarum* zum Vergleich herangezogen, von den strömungsliebenden Arten die Eintagsfliegenlarve *Rhithrogena* sp., die räuberische Steinfliegenart *Perla* sp. und die freilebenden Köcherfliegenlarven *Rhacophila* sp. und *Hydropsyche* sp.

Aus Tab. 13 ist deutlich ersichtlich, daß sich die Tiere trotz verschiedener Gewohnheiten, Ansprüche und Anpassungen nicht gegenseitig ausschließen, jedoch in ihrem eigentlichen Biotop zahlenmäßig wesentlich stärker hervortreten.

Tab. 13: Individuenzahlen der Ruhigwasser- bzw. strömungsliebenden Arten.

	Sperrre 21		Sperrre 28		Sperrre 41	
	Strömung	Kolk	Strömung	Kolk	Strömung	Kolk
Habrolept.	10	150	10	230	180	230
Gammarus	110	630	120	320	80	140
Rhithrogena	110	20	140	40	180	10
Perla	10	--	--	--	10	--
Rhyacophila	100	60	30	10	50	--
Hydropsyche	110	--	90	10	40	--

Überarbeitet aus "Der Dexelbach - zur Limnologie eines Flysch-wildbaches" (MOOG, MERWALD, JUNGWIRTH, 1980).

Um das bereits vorhandene Datenmaterial und die daraus erhaltenen Ergebnisse zu überprüfen, wurden in den Jahren 1980 und 1981 drei weitere SS-Probenentnahmen durchgeführt. Hier wurde vor allem versucht, die Frühjahrs- und Sommerentwicklung des Benthos zu erfassen und mit den Werten vom 6. September 1980, die die Grundlage für die vorangegangene Auswertung waren, in Relation zu setzen und zu vergleichen. Hierzu wurden die SS-Proben vom 18.10.1980, vom 18.4.1981 und vom 5.7. desselben Jahres herangezogen. Von diesen ursprünglich 16 ausgewählten

Tab. 14: Die Benthosorganismen des Dixelbaches (4 SS-Proben)
und des Lichtenbuchinger Grabens (1 SS-Probe)

DEXELBACH		18.10.80				18.04.81				5.07.81					
Benthosorganismen	Individuenzahl /m²	1	2	3	4	1	2	3	4	LB	1	2	3	4	LB
Niedere Würmer															
Planaria				50				160	290	260	80	10	250	30	70
Höhere Würmer															
Oligochaeta	780	460	440	640		100	10			420	2030	200	180	110	1130
Lumbricidae	10									40					
Mollusca			10	10	10					190					
Pisidium										100					10
Crustacea															
Gammarus f.	500	380	70	70	40		40	280	110	50	90	170	120	20	
Hydracarina												100			
Diptera															
Cylindrotomidae	10			10	10			40	240	10					380
Tipulidae	10			30											
Limnobiidae	70	240		50			200	260	60	20	20	140	80	20	
Chironomidae L.	210	120	120	240	500	850	480	1840	2260	13180	1820	1930	3030	920	
P.		110		20				20	40	210		260	170		
Ceratopogonidae												20			
Simuliidae L.					200		560	10	30			10			20
P.															
Indet	100		220	100	110	230	20	10	50			20	30	30	
Atherix		100		100											
Ephemeroptera															
Ephemerella										20		20			
Habroleptoides	140	10				20				20		560		340	
Habrophlebia	100											20		100	
Baetis	520	670	680	350	1070	50	1200			40		3010	130	2500	
Ecdyonurus	20	30	200			120		60		150	190	20	170	210	
Epeorus															
Rhythrogena	110	340	300	420	700	40	550	140	1970	10		770		110	
Indet	10											150			
Plecoptera															
Leuctra	2450	1680	1980	780	1950	6680	1580	7050	390	530	930	2060	1670	100	
Capnia					230				30						
Nemoura	2420	1910	2300	320	220		720	460	460	200				100	
Protonemoura													590		10
Perla			10				10			30	10	50	10		
Perlodes															
Indet	10		100		480		120	10	180			150	10		
Trichoptera															
kächertragende L.	20	120	100	10	140			220	360			30	50	200	
P.															
freilebende L.	170	240	40	120	40		20	20	350	20		260	80		
P.															
Hydropsyche			10	140	20	20	10	30	210						
Coleoptera															
Dytiscidae	Ad.														
	L.		10	10						10					
Limnius	Ad.	10													
	L.	100	130	20		10		10							
Riolus	Ad.														
	L.												10		
Esolus	Ad.			10			140	10					80		
	L.		10	10	100	10	20	70	160		10	10	40	40	10
Helmis	Ad.														
	L.									10					
Hydraenidae	Ad.		110			330	120			80	10		100	20	10
	L.														
Indet		100											100		
		7870	6700	6750	3400	5730	8440	6010	10920	7880	16620	3280	11100	5750	6300

Individuenzahl /m²

SS-Probe = Surber Sampler Probe

Probestellen konnten aus kostentechnischen Gründen nur jene von 1 bis 4 im Hauptgraben und die im Lichtenbuchinger Graben gelegene (16) besammelt werden.

Tab. 15: Dixelbach - Benthosorganismen mit Formalin-Frischgewicht in g/m² von den Surber- Sampler- Sammelstellen (SS-Proben) 1 bis 4 und 16 (Lichtenbuchinger Graben) Rohdaten von O. MOOG, Labor Weyregg

	6.9.80	18.10.80	18.4.81	5.7.81
SS 1	1,35	1,11	11,72	6,72
SS 2	1,80	3,01	3,65	2,50
SS 3	4,89	3,44	11,70	8,71
SS 4	1,61	1,99	6,84	7,61
Lib.Gr.(16)	6,03	-	31,55	-

Die Individuenzahlen sind zwar in den einzelnen SS-Proben ab dem 18.10.1980 wesentlich größer wie jene vom 6.9.1980, die Biomassen dagegen liegen in sehr ähnlicher Größenordnung.

5.4 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Auswertungen vom 6.9.1980 und 18.10.1980 erbrachten den signifikanten Beweis, daß die Proben richtig genommen worden sind und ihre Aussagekraft bestätigt wird.

In der Probe vom 18.4.1981 ist die Individuenzahl und die Biomasse sehr hoch. Eine Erklärung hiefür bietet die Beendigung der Winterruhe (Diapause) einiger Organismen.

Die Probe vom 5.7.1981 wurde bereits im Sommer genommen. In dieser Zeit ist gewöhnlich ein Großteil der Individuen bereits wieder geschlüpft, dadurch sind die Biomassen wieder etwas kleiner, aber noch wesentlich größer als im Winter, da eine weitere Emergenz der Adulti stattfand.

Bei Beachtung des Biorhythmus der Benthosorganismen sieht man, daß diese erhobenen Werte sehr gut in den zyklischen Lebens-

lauf der Tierchen eingepaßt werden können (Abb.11). Um den Dixelbach mit anderen Gewässern vergleichen zu können, wurden die Biomassen von 8 in Niederösterreich untersuchten Fließgewässerstrecken (JUNGWIRTH, MOOG, WINKLER, 1980) herangezogen und zum Vergleich mit den Dixelbachbiomassen in der Abb.12 dargestellt.

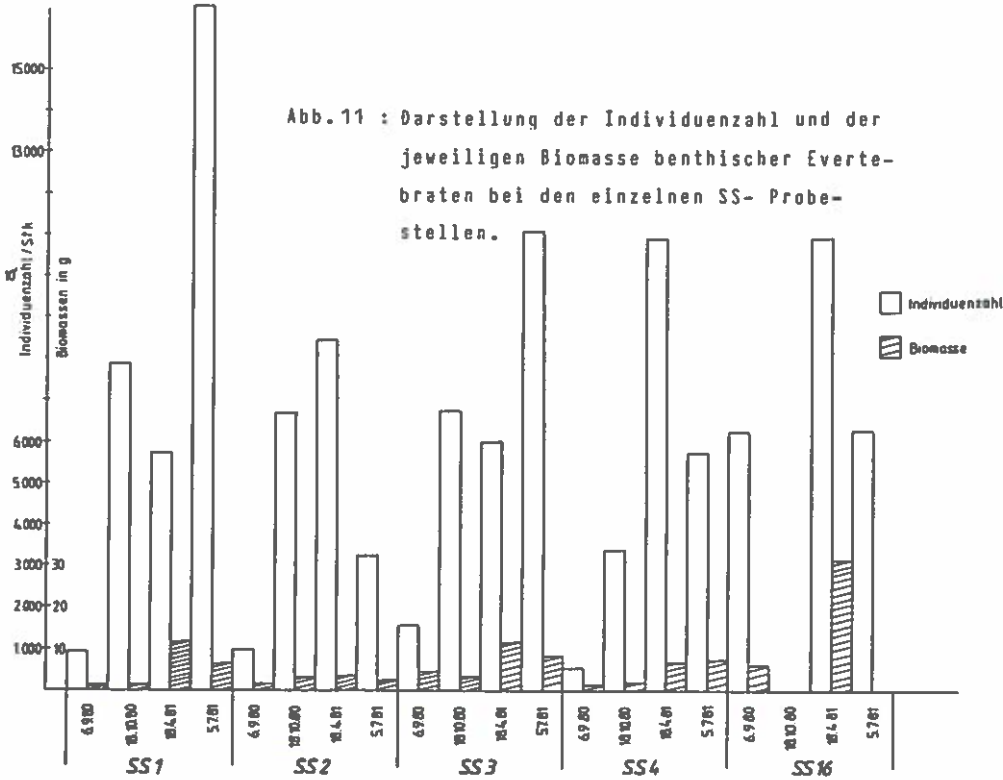
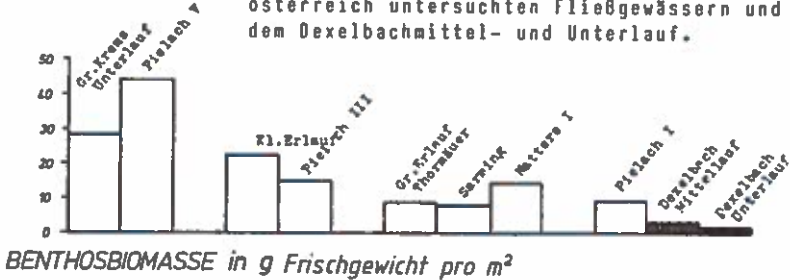


Abb.12 : Vergleich der Benthosbiomassen von 8 in Niederösterreich untersuchten Fließgewässern und dem Dixelbachmittel- und Unterlauf.



6. ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER FISCHE, SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT UND FLIESSGEWÄSSEREINTEILUNG

6.1 ALLGEMEINE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER FISCHE

Die Fische werden zu den Wirbeltieren gezählt, von denen rund 38.000 Arten heute noch unseren Planeten bevölkern. Davon sind etwa 56 % oder rund 21.000 Arten Fische. In den Süßgewässern der Erde leben etwa 5.000 Fischarten (RIEDEL, 1974), 76 heimische und 7 fremde gehören davon heute zur Fauna deutscher Gewässer (LADIGES und VOGT, 1965). Nach JUNGWIRTH (1984) gehören zum Flußregime der österreichischen Donau 49 heimische, 10 eingebürgerte und 6 ausgestorbene Fischarten.

Die ältesten Fossilien der Knochenfische (Osteichthyes) stammen aus dem Devon.

Zu Beginn ihrer Entwicklung waren die Fische nicht sehr groß. Kräftige Schuppen bedeckten den drehrunden Körper, der in einer asymmetrischen Schwanzflosse (heterocerk) endete, bei der der untere Teil der kleinere war. Sie alle waren der Ordnung der Paleopisciden zugeordnet, die der Überordnung der Primitiv-Knochenfische (Chondrostei) zugerechnet werden. Die Vertreter dieser Ordnung entwickelten sich im Laufe von Jahrmillionen fortwährend weiter. Der Höhepunkt dieser Evolution wird im letzten Drittel des Mesozoikums, ungefähr Ende Jura und während der gesamten Kreideperiode angenommen. Im Jura spalteten sich die Chondrostei und die Holostei von der übrigen in Evolution befindlichen Fischfauna, den Teleostei, ab.

Da die Störe, die heute noch in der einheimischen Fischfauna vertreten sind, eine heterocerke Schwanzflosse besitzen, überdies ihr im Querschnitt rundlicher Körper von mehreren Reihen starker Schuppenschilde bedeckt ist, wird angenommen, daß in ihnen noch ein Vertreter der Ur-Knochenfische gesehen werden kann (Chondrostei).

Die in der Überordnung der Holostei zusammengefaßten Fische bevölkerten die Gewässer unserer Erde von der Trias bis zur

Kreide. Während in Europa keine dieser Fischarten bis zur Gegenwart überlebte, zählt man die in den nord- und mittel-amerikanischen Gewässern lebenden Knochenhechte zu den direkten Nachfahren dieser Überordnung (RIEDEL, 1974).

Die zur Überordnung der Teleostei gehörenden Fischarten entwickelten sich in ihrer Anpassungsweise stark weiter. Daher nahm die Artenzahl ständig zu. Barsch und Zander zählen zu den letzten Entwicklungsstadien dieser Evolution. Dagegen sind die Heringsartigen, Lachse und Forellen nicht sehr spezialisiert. Da ihre Bauchflossen sehr weit hinten liegen und die Flossenstrahlen weich sind, wie bei den Knochenfischen des Erdaltertums, zählen sie zu den traditionellen Fischen.

Die im Silur (NEUMANN, 1964) entstandenen Knorpelfische (Chondrichthyes) bildeten nicht so zahlreiche Arten wie die Knochenfische. Sie werden heute noch durch Haifische, Rochen und Seekatzen vertreten, wobei sich letztere bereits im Devon abspalteten.

6.2 SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT

Die Süßwasserfische und Neunaugen Mitteleuropas werden in zwei Klassen eingeteilt, die in zwei Überordnungen und mehrere Ordnungen sowie 15 Familien weiter unterteilt werden (SCHINDLER, 1963). 33 Familien gibt es in Europa nach FAO-E.I.F.A.C. (1971).

1. Klasse: CYCLOSTOMATA (Rundmäuler)

Familie: Neunaugen (Petromyzonidae)

Dies sind langgestreckte, aalähnliche, von einer nackten Schleimhaut bedeckte Tiere. Sie besitzen keinen Kiemendeckel, sondern sieben Kiemenspalten und nur unpaare Flossen. Ihr Skelett ist knorpelig, Gräten fehlen.

2. Klasse: PISCES (Fische)

Überordnung: Störartige Fische (Chondrostei)

Familie: Störe (Acipenseridae)

Der spindelförmige Körper trägt 5 Reihen großer Knochenschilde und endet in einer heterocerken Schwanzflosse. Das Skelett ist knorpelig mit Kalkeinlagerungen.

Überordnung: Knochenfische (Teleostei)

Unpaare und paare Flossen sind vorhanden, auf beiden Seiten eine Kiemenöffnung, die durch einen Kiemendeckel, der aus 4 Knochen zusammengesetzt ist, überdeckt wird. Schuppen sind meist vorhanden, bei Fehlen findet sich eine starke Schleimschicht auf der Haut. Das Skelett ist knöchern und besteht aus einzelnen Wirbeln.

Fische mit Schwimmbaseneingang, Bauchflossen bauchständig oder fehlend.

Hiezu gehören die Familien der forellenartigen Fische (Salmonidae), Heringe (Clupeidae), Karpfenfische (Cyprinidae), Schmerlen (Cobitidae), Welse (Siluridae), Aale (Anquillidae), Hechte (Esocidae), Hundsfische (Umbridae).

Fische ohne Schwimmbaseneingang, Bauchflossen bauch-, brust- oder kehlständig.

Hiezu gehören die Familien der Barsche (Percidae), Sonnenbarsche (Centrarchidae), Groppen oder Kopen (Cottidae), Stichlinge (Gasterosteidae), Schellfische (Gadidae) und der Plattfische (Pleuronectidae).

In Mitteleuropa erfolgte der erste Eingriff in die vorhandenen Fischbestände durch die Eiszeiten des Pleistozäns (Diluvium). Dadurch kam es zu einer ersten bedeutenden Abnahme des Fischbestandes in Mitteleuropa (LELEK, 1977), da der Lebensraum der Fische durch das nordeuropäische Inlandeis und vom Süden her durch die alpinen Gletscher eingeengt worden ist. Erst nach dem Abschmelzen der Gletscher wurde Nord-europa aus den Zufluchtstätten der Alpen und dem Südwesten der Karpaten, wo Teile der voreiszeitlichen Fauna überleben konnten, wieder besiedelt. Darin ist auch die Ursache zu sehen, daß das Flußgebiet der Donau fast doppelt soviel Fischarten als jenes des Rheins oder der Elbe beherbergt.

Der zweite Eingriff erfolgte im Mittelalter durch den Menschen. Als die Versorgung der Städte mit landwirtschaftlichen Produkten knapp wurde, steigerte die Fischerei die Marktbelieferung. Sie versorgte die Fischmärkte vollkommen aus dem Inland. Dies gelang ihr aber im Laufe der Zeit nur mehr mit Hilfe der stark expandierten Teichwirtschaft. Zusätzlich

setzte im 16. Jhdt. eine starke Befischung ein, die besonders die Edelfische wie Störe, Hausen und dgl. stark dezimierte (JUNGWIRTH, 1975).

Der dritte Eingriff in unsere Fischbestände ist wieder von anthropogener Seite gekommen. Im Zeitalter der Industrialisierung und der explodierenden Stadtentwicklungen haben kommunale und industrielle Abwassereinleitungen und Regulierungsmaßnahmen die ersten Gewässerbiotope aus ihrem Gleichgewicht gebracht. Die Landwirtschaft hat begonnen ihre Kulturen immer mehr auszuweiten und künstlich zu intensivieren, mit Hochwasserschutzdämmen zu schützen, vernäßte Wiesen und Sümpfe zu entwässern und diese auch in Kulturboden umzuwandeln. Die Flußschifffahrt, die eine gleichmäßige Wasserführung benötigte, hat die ersten Baumaßnahmen in dieser Hinsicht durchgeführt. Dieser anfänglich langsam fortschreitende Prozeß der Eingriffe in die Ökosysteme der Fließgewässer ist um die Mitte des 20. Jhdt. sprunghaft vergrößert worden. Mit Hilfe von modernen Baumaschinen konnten weitläufige Regulierungen durchgeführt werden. Ohne Rücksicht auf die einzelnen Gewässerbiotope und ihre Biozönosen ist es zu fast durchwegs harten Verbauungen gekommen.

Die notwendigen Kraftwerksbauten sind meist ohne Berücksichtigung der Fließgewässer und ihrer Ökologie gebaut worden. Sie haben entweder durch ihre geringen Wasserdotationen im Unterwasser oder durch ihre übertriebenen Stauhaltungen, die auf bereits bestehende Abwassereinleitungen im zukünftigen Staubeereich oder auf vorhandene schlechte Gewässergüte keine Rücksicht nahmen, zu schweren Schäden an der Wasserqualität und der Gewässerfauna (z.B. Papierfabrik in Weißenbach a.d. Enns, Kraftwerk Kummerbrücke im Gesäuse mit zu geringer Restwassermenge) geführt. Auch bei Neuanlagen von Fabriken und kommunalen Abwassereinleitungen wurde trotz Wasserrechtsverhandlungen "sehr großzügig" vorgegangen. Durch alle diese Maßnahmen ist es zu starken Wasserqualitätsverschlechterungen und merkbaren Einbußen an unserer Fauna gekommen.

Die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung hat sich bis vor kurzer Zeit keine Gedanken über das Wasser gemacht. Es war

in ausreichender Menge vorhanden, es konnte vielfach verwendet und verschwendet werden. Die im Wasser lebende Tierwelt und - als bedeutendstes Schlußglied - die Fische mußten mit dem ihr Auslangen finden, was ihnen der Mensch davon quantitativ und qualitativ übrig ließ (MERWALD, 1983).

Untersuchungen über die Artenverteilung haben ergeben, daß in den Oberläufen nur geringe Veränderungen feststellbar waren, in den Mittelläufen sind dagegen bereits starke Artenabnahmen registriert worden. So hat im Epi- und Metapotamal des Rheins, das entspricht der Barben- und Brachsenregion, eine Fischartenabnahme von 39 auf nur noch 16 stattgefunden. Auf der gesamten Donau wurden dagegen noch alle 82 Arten festgestellt, doch sollte dies nicht als Beweis für die Stabilität der Fauna gewertet werden, da einige in Österreich einheimisch gewesene Arten wie der Sterlet (*Acipenser ruthenus*), der Hausen (*Huso huso*) und der Donauhuchen (*hucho hucho*) hier nicht mehr anzutreffen sind, und andere Fischarten wie der Schied (*Aspius aspius*) nur noch bescheidene Reste von einst reichen Beständen darstellen (LELEK, 1977).

6.3 FLIESSGEWÄSSEREINTEILUNG

Im Kap. 5 wurden verschiedene Einteilungsmöglichkeiten in einzelne Abschnitte bei den Fließgewässern nach den Benthosorganismen beschrieben. Man kann in Mitteleuropa die Fließgewässer in verschiedene Fischzonen einteilen. Eine allgemeine Einteilung der Fließgewässer, ist jene nach ILLIES (1961) und HUSMANN (1970).

Die Einteilung der Fließgewässer wird hier in biologischer Hinsicht, nach der Jahresamplitude der Temperatur sowie der Gewässersohlenstruktur durchgeführt.

Krenal: Dies ist die fast fischleere Quellzone, mit relativ konstanter Jahreswassertemperatur. Das Substrat besteht aus grobblockigem Geröll; es herrscht geringes Nahrungsangebot (Hochgebirgszone).

Rhithral: wird in drei Stufen unterteilt.

Epirhithral: entspricht der oberen Forellenregion; es ist nach dem Leitfisch dieser Region, der Bach-

forelle benannt. Als heimischer Begleitfisch ist gelegentlich die Koppe (*Cottus gobio*) anzutreffen, vereinzelt auch der eingebürgerte Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) und manchmal die Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*). Das Epirhithral reicht in unserer Zone meist bis in das Quellgebiet der Bäche; das Substrat ist grobblockig, die Strömung im Stromstrich sehr schnell, durch Felsbrocken kommt es jedoch zur Ausbildung von stagnikolen Zonen, die gute Einstände, artenreiches Benthos, Laichmöglichkeiten usw. bieten. Steiles Gefälle, meist $> 12\%$, geringe Wasserführung, mittlere Temperatur des wärmsten Monats $> 8^{\circ}\text{C}$, daher auch reichlicher Sauerstoff. Dieser Zone gehört der Ober- und der Mittellauf des Dixelbaches an.

Metarhithral: entspricht der unteren Bachforellenregion; hier tritt als weiterer Begleitfisch bereits die Elritze (*Phoxinus phoxinus*) auf, die bei E-Befischung am 7.6.1980 am Dixelbach gefangen wurde. In Bächen der Ebene, die dieser Zone angehören, finden sich als weitere Begleitfische manchmal der Aitel (*Leuciscus cephalus*), die kleine Schmerle (*Noemacheilus barbatulus*), gelegentlich der Gründling (*Gobio gobio*) und die Laube (*Alburnus alburnus*), im weichen Bachsubstrat noch das Bachneunauge (*Lampetra planeri*) als einheimische Fischarten. Die aus Amerika stammende Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*) gedeiht in dieser Gewässerzone bereits sehr gut, ebenfalls der eingebürgerte Bachsaibling.

Die Strömung im Stromstrich ist im Mittel bereits etwas geringer, das Gefälle $< 12\%$, die Wasserführung durch Nebenbäche etwas erhöht. Die mittlere Temperatur des wärmsten Monats $> 15^{\circ}\text{C}$, aber $< 18^{\circ}\text{C}$. Das Temperaturmaximum im Sommer liegt meist zwischen 16 und 18°C . Sauerstoff ist noch

reichlich vorhanden (SCHINDLER, 1963). Dieser Zone ist der Auflandungsbereich des Dixelbaches zuzuordnen.

Hyporhithral: Dies ist die Äschenregion mit dem Leitfisch der Äsche (*Thymallus thymallus*) und dem Begleitfischen Bachforelle, Huchen (*Hucho hucho*), Hecht (*Esox lucius*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Koppe (*Cottus gobio*), Quappe oder Aalrutte (*Lota lota*), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*), Aitel oder Döbel (*Leuciscus cephalus*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und anderen.

Die eingebürgerte Regenbogenforelle findet in dieser Zone die besten Abwuchsbedingungen vor und entwickelt sich daher sehr gut; der Bachsaibling ist noch vertreten. Die starke Beeinträchtigung dieser Gewässerregion durch Kraftwerkstau und Regulierungen hat dazu geführt, daß heute z.B. der Aitel oder die Laube stark überrepräsentiert sind, während dagegen der Huchen, bedingt durch Gewässerverschmutzung, Aufstieghindernisse, fehlende Laichplätze und Einstände, mangelnde Wassertiefe usw. verdrängt wurde.

Das Substrat ist noch grobes Geschiebe, weist aber auch Schotter und sandige Abschnitte auf. Das Gefälle liegt meist unter 2%, die Wasserführung ist bereits sehr groß, der Sauerstoffgehalt noch reichlich, die mittlere Wassertemperatur des wärmsten Monats liegt selten über 20°C.

Potamal: Die Zone des Tieflandflusses mit den Unterteilungen:

Epipotamal: Barbenregion

Metapotamal: Brachsenregion

Hypopotamal: Kaulbarsch-Flunderregion

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Ausdehnung der Fließgewässerzonen Rhithral und Potamal von der Höhenlage und der geographischen Breite eines Gebietes abhängig ist. Bei gleicher Höhenlage nimmt von den Polgebieten zu den Tropen hin die Zone der Ausdehnung des Rhithrals ab und dafür die des

Potamals zu. Die gleiche Verschiebung ist in einem Gebirge von den Hochflächen zur Ebene hin zu erkennen (ILLIES, 1961). Die angeführten Klassifizierungszonen sind in allen Gebieten der Erde mit einer nach dem Habitus und der Lebensweise der Tierarten ähnlichen Tiergesellschaft besiedelt.

Nach der Einteilung der Fließgewässer von ILLIES (1961) wird die Donau, die ein Gewässersystem der ersten Ordnung ist, dem Epipotamal (Barbenregion) zugerechnet. Die Hauptfischarten sind Barbe und Nase.

Die Traun, ein Gewässer der zweiten Ordnung, wird zum Hyporhithral (Äschenregion) gezählt und von den Äschen dominiert.

Die Ager wird zur dritten Ordnung unserer Fließgewässer gerechnet. Auf Grund der sommerlichen hohen Wassertemperaturen durch den Attersee müßte sie auch der Äschenregion zugeordnet werden, wenn die entsprechende Belastung durch die Lenzinger Zellulosefabrik nicht wäre.

Der Attersee ist der typisch oligotrophe, stark durchflossene Voralpensee, der im Freiwasser vom Seesaibling, Coregonen und Seeforelle und in der Uferregion von verschiedenen Cypriniden und typischerweise mit den auf diese orientierten Raubfischen bewohnt wird.

7. BIOLOGIE DER HAUPTFISCHARTEN DES DEXEL- BACHES, SEINE FISCHPOPULATION UND DIE FISCHEREILICHEN VERHÄLTNISSE

7.1 DIE BACHFORELLE (*Salmo trutta forma fario*)

Ihr Name soll sich auf das mittelhochdeutsche Wort "vorhele"
= gesprenkelt zurückführen lassen (RIEDEL, 1974).

In der älteren Literatur wurde noch eine große Zahl heimischer Forellenarten beschrieben, die aber einer wissenschaftlichen Prüfung nicht standhielten. Es beweist aber, daß in unseren Gewässern Bachforellen von verschiedenstem Aussehen, vor allem von sehr unterschiedlicher Färbung vorkommen. Dies ist der Variabilität der Art zuzuschreiben. Meer-, See- und Bachforellen sind sehr eng verwandt. Dies zeigten Versuche mit Bachforellen, die ins Meer versetzt wurden und dort den Habitus und das Verhalten der Meerforellen annahmen. Auch der umgekehrt durchgeführte Versuch brachte ähnliche Ergebnisse (SCHINDLER, 1963).

Die Meerforelle ist ein anadromer Wanderfisch (Laichwanderung vom Meer in die Flüsse), der vom Weißen Meer bis Nordspanien vorkommt. Die Jungfische leben bis zu 5 Jahren im Süßwasser, wandern dann ins Meer und verbleiben mehrere Jahre im Küstenbereich. Während des Laichaufstieges in die Flüsse legen sie wie die Lachse ein farbenprächtiges Hochzeitskleid an. Ihre Laichzeit liegt zwischen Dezember und März, später als bei der Bachforelle. Die Elterntiere laichen mehrmals, zum Unterschied von den pazifischen Lachsen.

Die Seeforelle (*Salmo trutta forma lacustris*) ist eine heimische Wanderform, die große tiefe Seen bewohnt, sich in Habitus und Färbung und vor allem bei großen Exemplaren durch ihre Fleckenform eindeutig von der Bachforelle unterscheidet. Die große Art der Seeforelle, die sogenannte Grundforelle, die in den tieferen Zonen lebt, ist nach dem letzten Stand der Wissenschaft die geschlechtsreife Form. Die sogenannte Schwebforelle, die in den höheren Wasserschichten angetrof-

fen wird, entspricht den jungen, noch nicht geschlechtsreifen Seeforellen. Sie laichen von September bis Dezember in den Flüssen. Ihre Laichzeit liegt etwas früher als jene der Bachforelle. Zwischen beiden treten Kreuzungen auf.

Theoretisch ist auch im Dixelbach der Aufstieg von im Attersee natürlich vorkommenden Seeforellen bei genügender Wasserführung im Spätsommer bis zum Abschlußwerk der unteren Stafelstrecke bei hm 11,55 heute noch möglich. Vor dem Bau der Abtreppung des Dixelbaches soll nach persönlicher Mitteilung des Berufsfischers EDER eine Seeforelle (Seelachs im Volksmund) in einem großen Gumpen unterhalb des Zusammenflusses von Dixelbach und Lichtenbuchinger Graben, etwa bei hm 24,00, gefangen worden sein. Die Seeforelle soll länger als 60-70 cm und mehrere Kilogramm schwer gewesen sein. Seit dem Jahre 1971 wurde keine Bachforelle von mehr als 35 cm Länge gefangen, und dies trotz zweimaliger E-Befischung des gesamten Bachregimes. Diese obige Größenangabe dürfte ein sicherer Beweis dafür sein, daß es sich wirklich um eine Seeforelle gehandelt haben muß.

Merkmale der Seeforelle:

gedrungener, torpedoförmiger Körper, der bei stärkeren Exemplaren seitlich zusammengedrückt ist; dadurch erscheinen diese hochrückig. Bei jungen Seeforellen ist die Schwanzflosse leicht eingebuchtet, im Alter gerade und schwarz gepunktet. Das Maul ist bis hinter das Auge gespalten. Auf der Platte des Pflugscharbeines (Gaumenknochen) hat sie 4 bis 6 Zähne, am daran anschließenden Stiel vorne einfache und hinten doppelte Zahnreihen.

Sie hat helle silberglänzende Seiten mit schwarzen eckigen Flecken, die senkrecht zur Längsachse des Fisches meist ihre größte Längserstreckung haben. Manchmal haben sie an den Seiten hellrote, unregelmäßig verteilte Flecke.

Die Männchen sind im 3. oder 4. Jahr, die Weibchen ein Jahr später geschlechtsreif. Ihr Fleisch wird sehr geschätzt.

7.1.1 Merkmale

Habitus: Körperform torpedoförmig, sonst mehr von der Kon-
dition abhängig. Schwanzflosse leicht eingebuchtet, nie ge-
punktet. Die Schnauze ist stumpf, das Maul bis hinter das
Auge gespalten. Auf der Platte des Pflugscharbeines 2 bis 6,
auf dem Stiel 9 bis 18 Zähne, meist in doppelter Reihe.

Färbung: außerordentlich stark wechselnd, Rücken meist grün-
lich bis braun (große Exemplare im Dixelbach), Seiten sind
heller. Bauch weiß bis gelblich (Laichzeit), am ganzen Kör-
per schwarze und rote Tupfen. Die roten Punkte sind von
einer hellblauen Zone umsäumt. Die Fettflosse ist am Ende
rot gepunktet. Die Jungfische weisen 6 - 9 dunkle Querbinden
auf. 1983 betrug ihre Durchschnittsgröße am 30.6. 52 mm und
am 17.10. 75 mm; am 12.6.1984 dagegen nur 22 mm. Den besten
Abwuchs erreicht die Bachforelle zwischen 12 und 16°C. Die
jährlichen Temperaturschwankungen sollten in einem Forellen-
bach nicht mehr als 14°C betragen.

7.1.2 Laichaufstieg und Laichzeit

Die Laichreife tritt bei Männchen im 2., bei Weibchen im
3. Jahr ein. Im Dixelbach und dem Stockwinkler Bach beginnt
die Laichwanderung im August. So wurde zufällig im Jahr
1972 die erste Laichwanderung am 12.8. im Unterlauf des
Dixelbaches auf der Höhe des Quellbacherls (hm 9,90) beob-
achtet.

Im Herbst 1982 war die erste Laichwanderung, bedingt durch
die extrem niedrigen Wasserstände, erst am 20.10. bei Sperre
10 festgestellt worden. Die letzte Wanderung in diesem Jahr
fand noch am 1.11. im oberen Teil des Lichtenbuchinger
Grabens, etwa bei hm 5,10, statt, als sich 2 Bachforellen
über die kaum überronnenen Steine "aufwärtsarbeiteten", wäh-
rend bei hm 7,10 eine bekannte Laichstelle schon völlig frei-
geschlagen war.

Im Jahr 1983 fand die Laichwanderung wieder erst sehr spät
statt, da durch den extrem trockenen "Jahrhundertssommer" nur
Anfang August die Wasserführung für einen Aufstieg ausrei-

chend gewesen wäre. Das ist aber nach meinen Beobachtungen wieder etwas zu früh gewesen, da ich den Beginn der Laichwanderung immer erst um Mitte August festgestellt habe. Ähnliches gilt auch für den benachbarten Stockwinkler Bach, wo alljährlich ab Mitte August am oberen Ende der Künette im Unterlauf die Bachforellen stehen, die auf eine entsprechende Abflußzunahme warten, um die Sinoidalschwelle am Ende der Künette überwinden zu können. In diesem Herbst fand die erste Laichwanderung am 9.10. statt, da vorher wegen der geringen Wasserführung keine Aufstiegsmöglichkeit gegeben war.

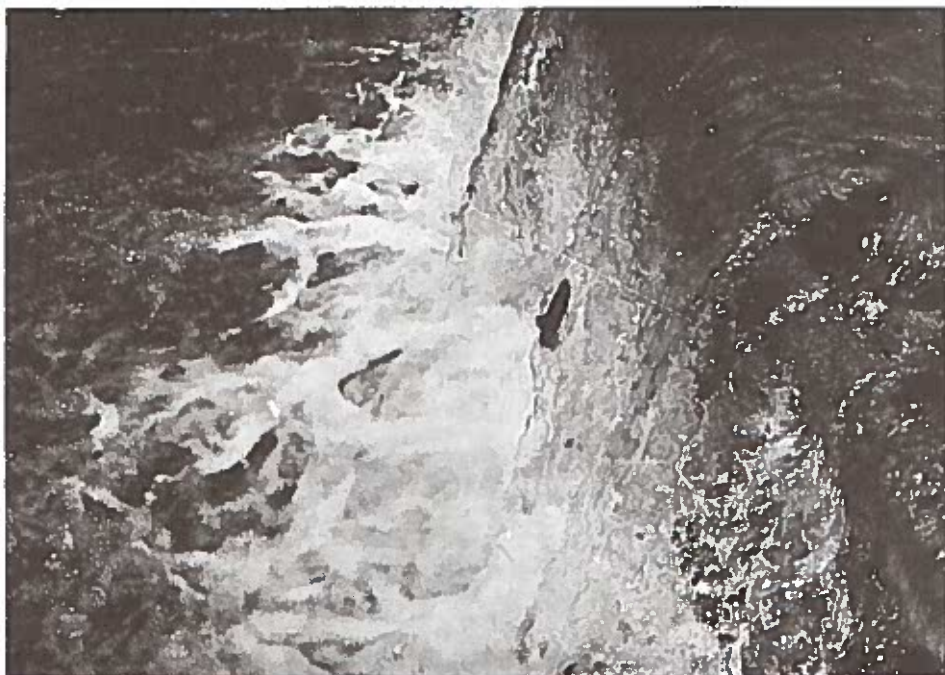


Foto 12: Bachforelle beim Laichaufstieg bei Sperre 8 (hm 12,45) am 9.10.1983.

Während des Sommers wachsen die Eier in der Leibeshöhle der weiblichen Forellen heran, einige von ihnen platzen auf und ihre Follikel (Zellhülle des Eies) erzeugen ein Hormon, das für das erfolgreiche Reifen der übrigen Eier und das Ein-

setzen der Laichaktivität notwendig ist. Im Herbst füllen die reifen Ovarien die Leibeshöhle aus und können nach SCHINDLER (1963) 10 % und mehr des gesamten Körpergewichtes ausmachen. Nach FROST und BROWN (1967) nehmen sie bis 20 % des Gesamtkörpergewichtes zu. Eigene Gewichtsbestimmungen der Gonaden der Bachforellen ergaben für laichreife Weibchen durchschnittlich 16,1 % und für Männchen 5 %. Wenn die Eier ungefähr 5 mm groß sind, lösen sich die Follikel langsam auf und verschwinden. Die gesamten Ovarien sind von je einem dünnen Häutchen umgeben, das dann aufreißt, wenn der Fisch zum Laichen bereit ist, sodaß dann die Eier frei in der Leibeshöhle liegen.

Die Eier sind mit einer Hülle umgeben, die eine winzige Öffnung hat, durch die das Sperma zur Befruchtung eintreten muß.

Die normale Laichzeit der Bachforellen liegt zwischen November und Dezember, abgesehen von lokalen Ausnahmen. Am Dixelbach hat die Laichzeit im letzten Jahr Anfang November begonnen, 1981 und 1982 in der letzten Oktoberdekade.

Ein innerlicher Jahresrhythmus, der von Umwelteinflüssen unabhängig ist, bringt die Fische im richtigen Jahresabschnitt zur Reife, wie dies weitere Versuche bewiesen haben. Dazu wurden Bachforellen in abgeschlossene Behälter gesetzt und mehrere Monate gehältert. Auch hier wurden die Fische zur annähernd richtigen Zeit laichreif (FROST und BROWN, 1967).

Die Reifung der Gonaden hängt vom physiologischen Zustand des Fisches ab und wird überdies von der Hirnanhangdrüse gesteuert. Äußere Einflüsse können den Reproduktionszyklus beeinflussen. Von FROST und BROWN (1967) durchgeführte Versuche zeigten, daß bei künstlicher Verkürzung des Tageslichtes ein bis zu 6 Wochen früherer Laichbeginn einsetzte.

Die laichwilligen Forellen beginnen mit ihrer bachaufwärtsführenden Wanderung mehrere Wochen bis wenige Tage vor dem Laichen. Da ihre Wandermöglichkeit in den meisten Flüssen, besonders aber in Bächen, sehr vom Wasserstand abhängig ist, nützen sie meist die Niederschläge ab August

für den Aufstieg. Dies trifft auch für die Bachforellen des Dixel- und Stockwinkler Baches zu. Es ist nicht bekannt, wie das Ansteigen des Wassers die Wanderung auslöst, doch bleiben hier verschiedene physikalische und chemische Möglichkeiten offen. Die Höhe der Temperaturdifferenz zwischen dem See, in dem die Bachforellen vor dem Aufstieg leben, und dem Fluß, den sie als Laichgewässer verwenden, dürfte nach Versuchen von FROST und BROWN, die sie in Großbritannien durchgeführt hatten, die Steigzeit bestimmen.

Das letzte intensive Steigen, wenn sich die Bachforellen bereits in der Nähe der Laichplätze befinden, setzt bei einem Abfallen der Wassertemperatur auf 6 bis 7°C ein.

Diese von FROST und BROWN vertretene Ansicht kann ich nach meinen Untersuchungen am Dixelbach nicht zur Gänze bestätigen.

Beim Laichbeginn am 20.10.1982 betrug die Wassertemperatur noch 9,2°C, dabei ist noch zu bemerken, daß hier sogar ein Temperaturanstieg zu verzeichnen war, da die Temperatur am Vortag um 0,4° C tiefer lag. Am 9.10.1983 wurde unmittelbar in der Nähe des Aufstiegsortes sogar eine Wassertemperatur von 10,4°C gemessen und im See eine von 15,7°C. Die Temperaturdifferenz, die jene bei FROST und BROWN erwähnte Hemmung des Aufstieges bewirken sollte, wäre hier ebenfalls vorhanden gewesen. Das Einwandern von Bachforellen von einem kleinen Wiesenbach über den See in den benachbarten Stockwinkler Bach ist erwiesen. Ob ähnliche Verhältnisse auch für den Dixelbach vorliegen, konnte bis heute nicht geklärt werden. Hier könnte auch das Hindernis der trockenfallenden Bachabschnitte, besonders in den letzten beiden Trockenjahren, eine Rolle gespielt haben.

Der intensive Laichaufstieg bei den verhältnismäßig hohen Temperaturen kann auch durch die Verkürzung der Tage, wie dies bei FROST und BROWN beschrieben wurde, oder durch den von Umwelteinflüssen unabhängigen Biorhythmus ausgelöst worden sein.

7.1.3 Laichplatzwahl, Abbläichen und Entwicklung der Eier

Vielen Fischen sind die flachen und hellen Gruben in den Forellenbächen bekannt, die sogenannten "Brüche" in den Kies- und Geröllbänken. Diese Laichgruben werden vom Mutterfisch freigeschlagen. Es sind meist mehrere Laichgruben an einem Laichplatz zu finden. Sie sind selten länger als die Länge des laichenden Mutterfisches, da sie dieser mit gekrümmten Körper und mit Hilfe seiner kräftigen Schwanzflosse freilegt. Die Laichplätze sind stets gut durchströmt und liegen in sauerstoffreichem Wasser.

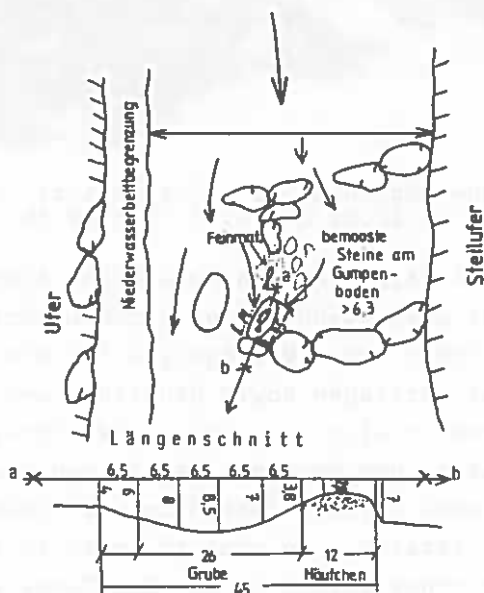


Abb. 13: Skizze des Laichplatzes bei hm 11,05 im Unterlauf des Dexelbaches vom 2.11.1982.



Foto 13: Laichende Bachforellen am Laichplatz unter der sog. "Grafenmühle" bei hm 22,05 am 22.11.1983 um 14 Uhr.

Um an geeigneten Plätzen laichen zu können, führen Bachforellen oft sehr weite Wanderungen **stromaufwärts** durch, wo nach VASNETSOV (1953) beste Bedingungen für die Entwicklung der Eier und Brut vorliegen sowie Brütlinge und Jungfische vor Räubern geschützt sind. Von englischen Forellengewässern wird berichtet, daß Bachforellen (brown trout) aus guten und belaubbaren Fließgewässern in die flußaufwärts liegenden Seen aufsteigen und erst in deren Zuflüssen ablaichen. Ein ähnliches Verhalten von Bachforellen konnte im kleineren Maßstab am Stockwinkler Bach von mir festgestellt werden. Jedes Jahr wandern Bachforellen aus einem kleinen Wiesenbach, der ein ungünstiges Laichsubstrat aufweist, in den Attersee ab. Von dort steigen sie in den rund 70 m entfernt einmündenden Stockwinkler Bach auf, obwohl ihnen hier sofort ab der Einmündung in den See eine 135 m

lange Künette mit 2,2 % Steigung und eine daran anschließende Sinoidalschwelle mit 1 m Fallhöhe den Aufstieg erschwert. Die gesamte Regulierung ist ohne Raststrecke ausgeführt und die Geschwindigkeit des Wassers immer sehr hoch. Am Standplatz unter der Sinoidalschwelle beträgt sie um 1,3 - 1,9 m/sec. (Kap. 9.3.3.4 und 9.3.3.6).

Ist den Bachforellen eine Wanderung bachaufwärts verwehrt, da sie durch zu hohe Querwerke unterbunden wird, dann ist auch die Wahl eines Ersatzlaichplatzes, meist am Kolkauslauf des aufstiegsverhindernden Bauwerkes, oder eine bachabwärts führende Migration möglich. Beides konnte am Dixelbach durch mehrere markierte Bachforellen bewiesen werden.



Foto 14: Mehrere Bachforellen am Laichplatz des Kolkauslaufes (hm 16,45) bei Sperre 20 (Abb. 34, Foto 23).

Von einigen neuseeländischen Forellenflüssen berichtet ALLEN (1951), daß die laichreifen Bachforellen ihre Wanderungen unterließen, obwohl keine Aufstiegshindernisse vorhanden gewesen sind.

Die Weibchen (Rogner) erscheinen immer zuerst im Laichgebiet und suchen die geeigneten Stellen aus. Diese liegen in mäßig schnell fließendem Wasser (Kap. 10.4) und in geringer Tiefe, nie in turbulenten Strömungsrinnen. Solche Stellen findet das Weibchen meist an Kolk- und Gumpenausläufen oder entlang der Bach- und Flußufer im Seichtwasserbereich. Sie bevorzugen eine gewisse Substratgröße, die nach meinen Untersuchungen für den Dixelbach dem Grobkies (20 mm bis 63 mm) zum überwiegenden Teil entspricht (Kap. 10.2). Dies besagten auch die Angaben von STUART (1953), der als Laichsubstratgröße Kies und Steine bis zur Größe von 3 inches angibt. Zusätzlich weist STUART (1953) darauf hin, daß die Laichplätze meist so angelegt sind, daß das Laichsubstrat im rechten Winkel zur Oberfläche durchströmt wird. Dies ist aus Abb. 14 zu entnehmen, in der am Kolkauslauf der laichende Fisch zu sehen ist sowie die erwähnte Durchströmung des Kiesmaterials durch das Bachwasser.

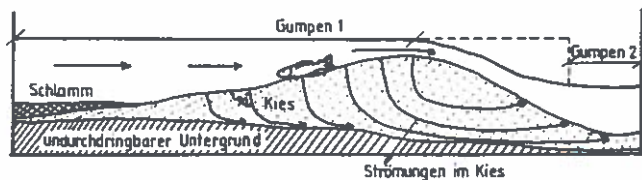


Abb. 14: Längenschnitt durch das Laichsubstrat in einem Kolkauslauf nach STUART (1953).

Das von STUART (1953) erwähnte Durchströmen des Substrates am Laichplatz, konnte bei einigen diesbezüglichen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden.

Die von MARRER (1981) angegebene Wassertemperatur von 4-10°C für das Ablaichen der Bachforellen wurde am Dexelbach 1983 unterschritten. Hier wurde das Ablaichen bei einer Temperatur von 2,5°C stark eingeschränkt und kam erst unter 2°C zum völligen Stillstand (Kap. 4.1 und 4.2). Am Dexelbach wurde festgestellt, daß die Bachforellen zwischen der dritten Dekade des Oktobers und der ersten Dekade des Dezembers bei Temperaturen zwischen 2°C und 10°C laichen.

Der Wasserstand wurde für die Laichtätigkeit am Dexelbach als wichtiger Parameter gefunden.

Das Laichen findet zu jeder Tageszeit statt, die meiste Aktivität herrscht jedoch während der Mittagsstunden (GREELEY, 1932). Am Dexelbach ist das Hauptlaichgeschäft in den frühen Nachmittagsstunden festgestellt worden. Die Weibchen legen ihre erbsengroßen, hell- bis rötlichgelben Eier ab. Diese werden während des Laichaktes von einem oder mehreren Männchen (Milchner) besamt, die dicht beim Weibchen stehen und unter Zucken ihres Körpers und bei geöffnetem Maul ihre Spermien ausstoßen. Die Abgabe des gesamten Laiches nimmt meist mehrere Tage in Anspruch, denn sie erfolgt in Portionen, die entsprechend des Reifungsprozesses nacheinander ausgepreßt werden. Kurz nach dem Ablaichen oder während der Laichpausen wurden Bachforellen in sehr steiler Schwimmlage, ruhig und erschöpft verharrend, angetroffen. Ihr Maul war leicht geöffnet, als ob sie nach Luft schnappen wollten und ihre weiße Maulspalte war gut sichtbar. Je größer der Mutterfisch ist, umso größer und zahlreicher sind die Eier. Man kann 700 bis 800 Eier pro 500 g Fischgewicht rechnen. Erstlaicher haben meist die kleinsten Eier, und die daraus schlüpfenden Brütlinge sind kleiner als jene von älteren Exemplaren. Im Alter läßt die Güte der Geschlechtsprodukte wieder nach. Die beste Nachkommenschaft liefern Tiere mittleren Alters und bester Kondition. Nach dem Laichakt werden

die portionsweise bis zu 230 Stück abgelegten Eier (JONES und BALL, 1954) vom Mutterfisch meist dadurch mit Material bedeckt, indem dieser knapp oberhalb mit der Freilegung der nächsten Laichgrube beginnt (FROST und BROWN). Bezüglich der Abdeckung des Laiches in den Gruben herrschen divergierende Meinungen der verschiedensten Autoren vor. Ein bewußtes Abdecken der Eier in den einzelnen Gruben konnte nicht festgestellt werden.

Die Elterntiere kümmern sich nach dem Ablaichen nicht mehr weiter um die Eier, sondern ziehen meist wieder an ihre alten Standplätze zurück, um sich von den Laichanstrengungen zu erholen. Nach dem Laichen verlassen die Weibchen die Laichregion früher als die Männchen (FROST und BROWN). Die Ursache dürfte darin zu suchen sein, daß die Männchen noch versuchen, die Eier anderer Weibchen zu besamen bzw. schwächere Männchen aus demselben Grund noch längere Zeit in der Oberlaufregion verbleiben.

Da die Elterntiere während der Laichzeit kaum eine Nahrung aufgenommen haben, andererseits aber durch die Bildung der Geschlechtsprodukte hohe Anforderungen an den Fisch gestellt worden sind, müssen sie jetzt möglichst viel Nahrung zu sich nehmen, um den Winter überleben zu können. Nach dem Laichakt wirken die vorher prächtig gefärbten und mit prallen Körpern erschienenen Bachforellen wie ausgezehrt. Der Geschmack des Fleisches ist nach der Laichzeit nicht gut. Die Bachforellen sind während dieses Zeitraumes nach den Fischereigestzen in allen Ländern geschützt. Nicht alle Weibchen laichen jedes Jahr.

Die Forelleneier und ihre Entwicklung:

Nach dem Laichakt ruhen die Eier zwischen den Ritzen und Fugen der kleinen und größeren Steine der Bachsohle, wo sie gut gegen alle Feinde geschützt sind und dauernd von sauerstoffreichem Wasser umspült werden. Temperaturen über 12°C vertragen die Eier nicht (Abb. 15b). Die Dauer der Entwicklung der Forelleneier hängt von der Wassertemperatur (Abb. 15a)

ab. Abbildung 15a zeigt in der dargestellten Kurve die Dauer der Eientwicklung bei der entsprechenden Wassertemperatur nach JUNGWIRTH und WINKLER (1984).

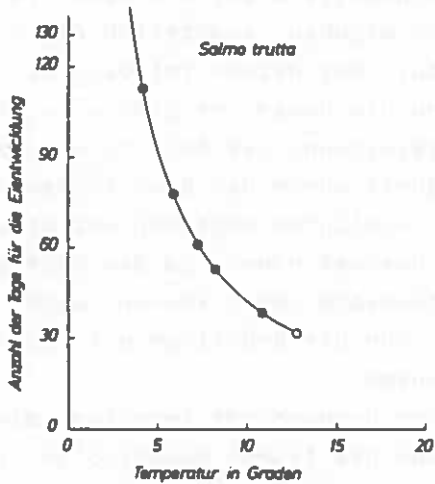


Abb.15a: Dauer der Eientwicklung in Tagen in Abhängigkeit von der Wassertemperatur nach JUNGWIRTH und WINKLER (1984).



Abb.15b: Die Wassertemperaturkurve zeigt den Ausfall der Bachforelleneier in Prozent.

Bei einer Länge von 25 mm bzw. nach 2 bis 3 Wochen ist der Dottersack aufgezehrt, und die Brut beginnt zu fressen. Wenn der Beginn und das Ende der Laichzeit für den Dixelbach zwischen der dritten Dekade im Oktober und der ersten Dekade im Dezember angesetzt wird, wie dies die Beobachtungen aus 1981 und 1983 ergaben, zusätzlich die durchschnittliche Wassertemperatur über diesen Zeitraum mit 3,2°C ermittelt worden ist, kann die Dauer der Eientwicklung und das Schlüpfdatum unter Verwendung der Abb. 14 mit ca. 130 Tagen angenommen werden. Somit würde die Brut frühestens in der ersten Märzdekade zu schlüpfen beginnen und dies mit der dritten Aprildekade beendet haben. Da die Brütlinge 2 bis 3 Wochen von ihrem Dottersack leben können, würde man frühestens Anfang April, wenn die Brütlinge auf Beutesuche gehen, diese zu Gesicht bekommen.

Zu den Feinden aus der Ordnung der Insekten, die nicht nur die Eier, sondern auch die frisch geschlüpfte Brut fressen, gehören Libellen- und Schwimmkäferlarven und verschiedene Wasserkäferarten. Zu den weiteren im Wasser lebenden Räubern zählen alle eigenen Artgenossen, die Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*) und der Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*), die Koppe (*Cottus gobio*) und die Aalrutte (*Lota lota*), wobei letztere nicht im Dixelbach vorkommt. Den im Bach lebenden Grasfröschen (*Rana temporaria*) dient der Laich gleichfalls als Nahrung.

Von den Kleinsäugetern sind noch die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) und die etwas kleinere Sumpfspitzmaus (*Neomys milleri*) zu nennen. Beide Spitzmausarten wurden im Dixelbach festgestellt.

Von den Vögeln sind der bereits sehr seltene und unter Naturschutz stehende Eisvogel (*Alcedo atthis*), der von mir noch vor einigen Jahren am benachbarten Stockwinkler Bach beobachtet werden konnte, und die noch sehr zahlreich vorkommende Wasserramsel (*Cinclus cinclus*) anzuführen.

Die Ausfälle an Fischeiern und Brut durch die angeführten natürlichen Feinde sind im Gegensatz zu den menschlichen

Eingriffen und den Folgen der Witterungsunbilden im Dixelbach und auch bei anderen Fließgewässern unwesentlich.

In Wildbächen wie im Dixelbach droht dem Fischlaich und der Brut die größte Gefahr durch Hochwässer, die Eier oder Brütlinge abspülen oder im Geröll zermahlen. Die abgespülten Eier werden dann meist von Artgenossen gefressen oder sie verpilzen. Das andere Extrem des Wildbaches, die Trockenheit, ist ein ebenso großer Feind für die Eier und die frisch geschlüpfte Brut. In den Katastrophenjahren gab es im Dixelbach mit Sicherheit hohe Ausfälle beim Laich und der Brut.

Im Jahr 1983 wurde von mir festgestellt, daß bei Sperre 20, auf einem jahrelang guten Laichplatz, mehrere Wochen nach dem Laichen die Eier trocken fielen. Bezüglich der extremen und langanhaltenden Trockenheit war dieses Katastrophenjahr jedoch das folgenschwerste, das ich in diesem Gebiet kennengelernt habe.

Ansonsten konnte ich immer feststellen, daß die Bachforellen jene Bachabschnitte, die gelegentlich oder immer trocken fallen, trotz bester Wasserführung zum Zeitpunkt der Laichzeit nicht belacht haben. Solche Strecken liegen hauptsächlich im Unterlauf. Von der Seemündung bis etwa hm 8, das ist 130 m unterhalb der Einmündung des Quellbacherls, wird im Unterlauf nicht gelaicht. Von dort bachaufwärts sind bis 30 m oberhalb des Quellbacherls nur ganz wenige Laichplätze zu finden. Meist erschienen sie mir nur wie Versuche. Von hier aufwärts bis etwa 30 m unter Sperre 1 (hm 11,55) liegt wieder eine ganz intensiv belachte Strecke. Die unmittelbare Bachstrecke unter der Abschlußsperre wird vermutlich deshalb nicht belacht, da sie während extremer Trockenperioden vom Bachwasser unterronnen wird. Von hier bachaufwärts liegen die nächsten Laichplätze erst wieder bei der Grundschwelle 6 (12,14). Vor dem Jahr 1983 mit seinem "Jahrhundertsommer" habe ich am Dixelbach noch nie beobachten können, daß Laichplätze trocken gefallen waren. In diesem Jahr fand ich aber sehr viele gute Laichstrecken und einzelne Laichplätze, die nicht be-

laicht worden waren. Dies war einerseits wegen des Wassermangels nicht möglich und andererseits konnten viele Bachforellen ihre Laichplätze nicht erreichen, weil für den Aufstieg zu wenig Wasser vorhanden war.

7.1.4 Nahrung

Anfänglich dienen alle Wasserinsekten und deren Larven, mit besonderer Vorliebe Gammarus-Arten (davon bekommt der Fisch lachsfarbenähnliches Fleisch), Köcher-, Stein-, Eintagsfliegen und Fliegenlarven als Nahrung. Weiters Würmer, Schnecken und Driftnahrung, wie Käfer, abgestorbene Imagines und dgl. sowie Kaulquappen und die sehr begehrte Flugnahrung. Ab einer Länge von etwa 180 bis 200 mm werden die Bachforellen räuberisch und schrecken nicht davor zurück, auch gelegentlich eigene Artgenossen zu fressen, desgleichen Unken, Frösche und Mäuse. Eine im Stockwinkler Bach gefangene Bachforelle hatte eine Unzahl von kleinen Knöchelchen und Skelettresten im Magen, die freundlicherweise von STEINER (Vorstand am Zoologischen Institut der Universität für Bodenkultur) als 3 beinahe vollständige Skelette von Grasfröschen (*Rana temporaria temporaria*) bestimmt wurden. Die Gefräßigkeit wird meist unterschätzt. Bei der E-Fischerei 1983 wurde im Kolk von Sperre 29 eine Bachforelle mit einer Länge von 273 mm gefangen, die einen Artgenossen, der immerhin 152 mm lang war, bereits völlig verschluckt gehabt hatte. Erst durch den Stromschock würgte sie die schon anverdaute Beute wieder hervor (Foto 15). Der größte Beutefisch, der am Dixelbach festgestellt werden konnte, war eine 180 mm lange Bachforelle, die von einer 260 mm großen Bachforelle bereits vollkommen verschluckt worden war. Somit steht fest, daß die Bachforellen Beutetiere bis zu 70 % ihrer eigenen Körperlänge fressen können.



Foto 15: Eine BF (273) hatte eine BF (152) geschluckt und nach dem Stromschock wieder hervorgewürgt.

7.1.5 Wirtschaftliche Bedeutung

Die Bachforelle ist ein sehr delikater und wichtiger Speisefisch. Heute ist sie in den Lokalen bereits eine Rarität, da sie meist durch Regenbogenforellen, die in Teichen bei künstlichem Futter herangezogen werden, verdrängt worden ist. Das Fleisch ist normalerweise weiß und nur bei Exemplaren, die viele Gammaruskrebschen gefressen haben, wird es hellachsfärbig. In Zuchtanstalten erfolgt die umfangreiche Nachzucht von Brütlingen und Besatzfischen, die meist als einsömmrige Besatzfische, manchmal als mehrsömmrige und seltener als Brütlinge an die Revierinhaber für Besatzzwecke abgegeben werden. Die Bachforelle ist ein sehr beliebter Sportfisch für Flug-, Spinn- und Grundfischerei, die guten und spannenden Drill bringt.

7.2 DIE REGENBOGENFORELLE (*Salmo gairdneri*)

Sie ist in Europa ein Fremdfisch und wurde 1882 in Deutschland erstmals eingeführt. Im Laufe der Zeit hat sie sich in ganz Europa eingebürgert. Ihre Heimat liegt an der Westküste Nordamerikas, wo verschiedene Stämme der Regenbogenforelle leben. Die ursprüngliche Bezeichnung *Salmo irideus* G. dürfte auf eine Verwechslung mit *Salmo gairdneri* zurückzuführen sein (LADIGES und VOGT, 1965), einem anadromen Wanderfisch in den Küstengebieten. Die *S. shasta*-Form, die nach dem Mt. Shasta benannt wird, ist eine reine Süßwasserform, die in den Gebirgszügen der Sierra Nevada und des Kaskadengebirges lebt. Sie vertritt in ihrem Hochgebirgsbiotop in Amerika unsere Bachforelle. Von den Regenbogenforellen gilt der *S. shasta*-Stamm als frühlaichend und standortstreu.

Da die Regenbogenforellen sehr schnellwüchsig sind, wurden sie in Europa eingeführt und anfänglich hauptsächlich in der Teichwirtschaft gezüchtet, wo sie sehr gute Ergebnisse brachten, da sie beim Futter nicht so wählerisch wie die Bachforellen sind und bei höheren Temperaturen sehr gut abwachsen.

Einerseits entkamen aus Teichen Regenbogenforellen und verwilderten, andererseits wurden sie aber auch mit vermischem Besatzmaterial planlos eingesetzt. So bildeten sich in den Gewässern die verschiedensten Bastardstämme, die keiner ursprünglichen Art mehr zuzuordnen sind.

7.2.1 Merkmale

Habitus: Der Körperbau ist ähnlich jenem der Bachforelle, doch wird sie im Alter hochrückiger, ihr Kopf ist kleiner und das Maul stumpfer als jenes der Bachforelle. Sie wirkt gedrungener, ihre Schwanzflosse ist leicht eingebuchtet, ihre Maulspalte reicht bis zum hinteren Rand des Auges. Die Platte des Pflugscharbeines ist fünfeckig, meist mit 4 Zähnen am Hinterrand versehen. Der Stiel des Pflugscharbeines ist stark gekrümmt und ein- bis zweireihig bezahnt. Sie verträgt wesentlich höhere Temperaturen als die Bachforelle.

Färbung: Die roten Tupfen der Bachforelle fehlen völlig, sie hat aber entlang der Seitenlinie ein mehr oder minder breites, meist intensiv schillerndes Längsband. Der Rücken ist dunkel- oder olivgrün bis bräunlich, die Seiten sind heller, der Bauch ist weißlich. Die lateralen und dorsalen Körperseiten sind sehr stark mit schwarzen, meist eckigen und unregelmäßigen Punkten übersät, die sich bis auf Rücken-, Schwanz- und Fettflosse erstrecken. Die Jungfische sind seitlich durch 11 bis 13 runde und große Flecke gekennzeichnet.

7.2.2 Laichaufstieg und Laichzeit

Die Laichwanderung soll bei den anadromen Stämmen über weitere Strecken erfolgen, die S.shasta-Form dürfte ähnlich wie unsere Bachforelle wandern. Am Dixelbach konnte jedoch nie eine intensive Wanderung der Regenbogenforellen zur Laichzeit festgestellt werden, da die wenigen markierten Exemplare nur bachabwärts wanderten oder standortstreu geworden sind, so wie RB 15, die im Lichtenbuchinger Graben im Kolk der Betonsperre ihren Einstand hatte. Eine bachaufwärtsführende Laichwanderung war für sie wegen der hohen Sperre undurchführbar.

Die Laichreife tritt im 2. oder 3. Jahr ein. Zur Laichzeit nimmt die rötliche Seitenzeichnung sowohl an Breite als auch an Intensität zu, die bauchseitigen Flossen werden rot, teilweise mit weißen Rändern an ihren Unterseiten. Am Dixelbach wurde festgestellt, daß die Regenbogenforellen sehr früh ihr Hochzeitskleid annehmen (Foto 16). Die Regenbogenforelle mit Markierungsnummer 15 wurde im Lichtenbuchinger Graben am 18.10.1983 bei hm 1,58 (Betonsperre) gefangen und war zu diesem frühen Zeitpunkt bereits in voller Laichfarbe.

Die Laichzeit der Regenbogenforelle reicht von Dezember bis Mai, am frühesten laicht der S.shasta-Stamm.

7.2.3 Laichplatzwahl, Abbläichen und Entwicklung der Eier

Laichplätze wurden am Dixelbach keine festgestellt. Es waren darüber aber auch keine Untersuchungen geplant gewesen, da die Regenbogenforellen nur als Begleitfische betrachtet werden. 1982 wurde zufällig eine vermutliche Laichwanderung einer stärkeren Regenbogenforelle im Bereich der Bundesstraße beobachtet. Da unterhalb der Bundesstraßenbrücke noch nie stärkere Regenbogenforellen festgestellt wurden, muß jene vom See heraufgewandert sein.

Im Stockwinkler Bach konnte in den vergangenen Jahren mehrmals der Aufstieg von stärkeren Exemplaren vom See in den Bach beobachtet werden.

Zum Unterschied von der Bachforelle beteiligt sich das Männchen beim Schlagen der Laichgrube. Das Abbläichen selbst konnte im Dixelbach noch nie beobachtet werden, ebensowenig das Vorhandensein von Brütlings.

Die Eigröße ist sehr stark schwankend, sie wird kleiner als bei der Bachforelle angegeben. Pro Kilogramm Fischgewicht werden 1.600 bis 2.000 Eier gerechnet. Die Entwicklung der Eier ist ähnlich jener der Bachforellen.

7.2.4 Nahrung

Die Regenbogenforelle ist im Futter nicht so wählerisch wie die Bachforelle, sonst jedoch sehr ähnlich. Sie ist nicht so sehr an Einstände gebunden wie die Bachforelle, daher ist sie von ihrem Standort her mehr auf Flugnahrung eingestellt als jene. In ihrer Jugend ist sie länger ein Schwarmfisch als die frühzeitig zum Einzelgänger werdende Bachforelle. Sie ist daher auch in Fischzuchtanstalten leichter mit Trockenfutter zu ernähren als die Bachforelle. Im Freiwasser wird sie erst sehr spät zum Räuber. Die Regenbogenforelle nimmt auch totes Futter, wie Fische, Schlachtabfälle, Trockenfutter und dgl. sehr gerne auf.

7.2.5 Wirtschaftliche Bedeutung

Die Regenbogenforelle ist als Besatzfisch für Meta- und Hyporhithral und Epipotamal von großer Bedeutung. Als Speisefisch hat sie alle anderen Binnenwasserfische bei weitem übertroffen. Sie wird in Teichwirtschaften in großem Maß gezüchtet und dann als zweisömmerige Portionsforelle auf den Markt gebracht. Die Regenbogenforelle ist deshalb so gut für die Teichwirtschaft geeignet, weil sie sehr schnell wächst, im Futter nicht wählerisch ist, sich als Schwarmfisch wohlfühlt, höhere Wassertemperaturen als die Bachforelle verträgt und keine so hohen Ansprüche an die Wasserqualität stellt.

Beobachtungen weisen darauf hin, daß die Regenbogenforelle die Bachforelle gebietsweise (Äschenregion) aus ihrem angestammten Revier verdrängen kann, obwohl eigentlich beide Arten verschiedene Fließgewässerabschnitte bevorzugen.



Foto 16: Die RB 15 in Bildmitte war am 18.10.1983 bereits in voller Laichfarbe. Punkt 10 liegt lateral-dorsal hinter dem Kiemendeckel.

Für Wildbäche mit konstant guter Wasserführung, bei höherer Wassertemperatur, bei großen und tiefen Sperrenkolken und schlechten Abwanderbedingungen ist sie als Besatzfisch in der unteren Bachforellenregion (Metarhithral) interessant, vor allem dann, wenn der Fischereiberechtigte einen längeren Fließgewässerabschnitt bewirtschaftet und somit bei kürzeren Abwanderungen noch immer Fänge erzielt.

7.3. DER BACHSAIBLING (*Salvelinus fontinalis*)

Er wurde im Jahr 1884 nach Europa eingeführt. Dagegen ist der Seesaibling (*Salvelinus alpinus*) mit seinen verschiedenen Spielarten einheimisch. Die Heimat des Bachsaiblings ist der Osten Nordamerikas vom 32. bis 55. Breitengrad. Von dort wurde er auch in die Gewässer im westlichen Teil Nordamerikas verpflanzt. Er bewohnt vor allem kalte, stark strömende Fließgewässer bis in die Quellgebiete. Er bevorzugt hier dieselben Fließgewässerabschnitte wie die Bachforelle, jagt aber mehr im Freiwasser und ist weniger auf Einstände und Verstecke angewiesen. Daher ist er für den Besatz von regulierten und begradigten Gewässerabschnitten geeignet. Er bleibt aber nach anfänglich gutem Wachstum gegenüber der Bachforelle zurück, und ein großer Prozentsatz wandert etwa ab der Geschlechtsreife wieder ab. Dies war auch im Dixelbach festzustellen. Einige wenige Exemplare wurden über mehrere Jahre am selben Standplatz beobachtet und waren daher als standorttreu zu bezeichnen. Die bei Normalwasserstand an den Einständen gemessene Strömungsgeschwindigkeit betrug nie mehr als 0,4 m/sec. und lag damit erheblich unter dem in der Literatur mit 1,8 m pro sec. angegebenen Wert (MARRER, 1981). Verschiedene Formen besiedeln auch die Lebensräume der Seeforelle.

7.3.1 Merkmale

Habitus: in der Körperform ist der Bachsaibling dem Seesaibling sehr ähnlich. Sein Maul ist bis hinter das Auge gespalten. Die Platte des Pflugscharbeines trägt meist 8 Zähne in zwei Reihen, der Stiel ist zahnlos. Die Schwanzflosse ist

stets schwach oder kaum eingebuchtet, die Fettflosse klein und dünn. Die Rückenflosse trägt eine intensive dunkle Zeichnung, während die Schwanzflosse weniger stark gezeichnet ist. Färbung: Der Rücken ist dunkelolivgrün und zeigt eine intensive helle Marmorierung. Die Flanken sind heller mit gelblichen und roten Punkten, die hell-blau umrandet sind. Die ventralen Flossen sind rötlich gefärbt und haben an der Vorderseite einen weiß-schwarzen, deutlich sichtbaren Saum. Dieser ist das einfachste Unterscheidungsmerkmal vom Seesaibling. Über den Nasenlöchern hat der Bachsaibling einen dunklen Querstreifen der Marmorierung, ein typisches Merkmal. Sein Kopf ist nicht gepunktet.

7.3.2 Laichaufstieg und Laichzeit

Vermutlich zeitlich ähnlicher Laichaufstieg wie die anderen lachsartigen Fische. Die Laichzeit liegt zwischen Oktober und Jänner. Die Männchen werden bereits am Ende des zweiten Lebensjahres, die Weibchen am Ende des dritten laichreif. Die laichreifen Bachsaiblinge sind besonders prächtig in der Farbe und zählen zu den schönsten lachsartigen Fischen.

Am Dixelbach ist kein Laichaufstieg bekannt geworden, jedoch wurden einige Male Bachsaiblinge in Laichtracht beobachtet. Am 26.10.1981 standen vier Fische in Laichfärbung bei zwei Laichgruben unterhalb der Sohlrampe von Sperre 19. Davon wurde der BS 6 mit 187 mm, der BS 8 mit 201 mm und der BS 10 mit nur 163 mm Länge identifiziert.

Die im bereits erwähnten Teich lebenden Bachsaiblinge, die aus demselben Besatzmaterial wie jene im Dixelbach stammen, laichten 1983 sehr intensiv zwischen 15.11. und 22.11. bei Wassertemperaturen zwischen 6,1°C und 5,4°C.

7.3.3 Laichplatzwahl, Abbläichen, und Entwicklung der Eier

Laichplätze wurden im Dixelbach nur bei der Sohlrampe von Sperre 19 (hm 16,33) und vor mehreren Jahren in der unverbauten Schluchtstrecke, etwa von hm 22,60 bis 23,20, gefunden.

Der Bachsaibling kann sich sowohl mit dem Seesaibling als auch mit der Bachforelle kreuzen. Die erste Kreuzung wird als "Elsässer Saibling" bezeichnet. Sie ist fruchtbar und wurde früher häufig in Zuchtanstalten durchgeführt. Da sich die Bastarde jedoch in der zweiten Generation wieder in ihre Elterntiere aufspalten, hat diese Kreuzung keine Bedeutung mehr (SCHINDLER, 1963). Der "Tigerfisch", die Bachforellen-Bachsaiblingkreuzung, ist ein steriler Bastard. Im September 1971 fing ich im Dixelbach bei Sperre 42 (hm 26,52) einen "Tigerfisch" mit einer Länge von 195 mm. Dies ist ein Beweis, daß die Bachsaiblinge ablaichen. Die Laichplätze liegen auf Kiesgrund, die Laichgruben werden geschlagen und die abgelegten Eier sollen nach SCHINDLER (1963) mit Kies zugedeckt werden. Der Eidurchmesser beträgt durchschnittlich 4 mm. Auf ein halbes Kilogramm Körpergewicht entfallen ungefähr 1.000 Eier.

7.3.4 Nahrung

Bezüglich der Nahrung ist er der Bachforelle sehr ähnlich. Er bevorzugt Insektenlarven, Kleinkrebse, Würmer, Insekten und Weichtiere. Da er aber mehr in der Freiwasserzone lebt, hat die Flugnahrung eine noch größere Bedeutung. Ausgewachsen wird er ebenfalls räuberisch.

7.3.5 Wirtschaftliche Bedeutung

Der Bachsaibling ist ein ausgezeichnete Speisefisch. Die künstliche Zucht ist in Mitteleuropa nicht von großer Bedeutung. Die Durchschnittsgröße des Bachsaiblings liegt etwa bei 200 bis 400 mm. Da er die Freiwasserzone, besonders kälteres Wasser bevorzugt, könnte er in bereits regulierte Wildbäche vermehrt eingesetzt werden. Trotz seiner Kleinwüchsigkeit und Abwandereigenschaft bringt dieser schöne Fisch eine erfreuliche Bereicherung für jedes Fischwasser.

Sein Fleisch hat eine gelbe bis rötlichgelbe Farbe und gilt als besondere Delikatesse.

Der Bachsaibling beißt sehr gut und ist ein sehr beliebter Sportfisch, vor allem für die Flugangel.

7.4 FISCHPOPULATION DES DEXELBACHES

7.4.1 Methodik der Bestandsaufnahme

Der Fischbestand am Dixelbach wurde durch die E-Fischerei vom 7. und 8. Juni 1980 und jene vom 29. und 30. Juni sowie vom 17. Oktober 1983 ermittelt.

Bei beiden Befischungen lagen ähnliche Niederwasserstände vor, und es wurde dieselbe Gewässerstrecke mit denselben Abschnitten nach der gleichen Methode befischt. Auf Grund der geringen Größe des Dixelbaches erfolgte die Bestandsaufnahme jeweils mit Hilfe einer einzigen Elektroabfischung. Wie ein kurzer Test in einer Strecke des Unterlaufes zeigte, konnte auf Grund des jeweiligen Niederwasserstandes praktisch der gesamte Fischbestand quantitativ erfaßt und daher auf die üblicherweise verwendeten Bestandsbestimmungsmethoden verzichtet werden (JUNGWIRTH et al. 1980). Lediglich einsömrrige Fische (0+) dürften zahlenmäßig unterrepräsentiert sein. Dies ist in erster Linie auf die selektive Wirkung der E-Fischerei zurückzuführen (LIBOSVARSKY und LELEK, 1965).

Die bei der E-Befischung gefangenen Fische wurden an Ort und Stelle vermessen, dann wieder schonend in den Bach zurückversetzt und auf einem Lageplan 1:1000 hinsichtlich ihres Standortes eingetragen. 50 Bach- und 40 Regenbogenforellen wurden zwecks genauer Vermessung, Wägung und Altersbestimmung entnommen. Die Bestimmung der Biomasse erfolgte durch Umrechnung der an Ort und Stelle gewonnenen Längenwerte über die entsprechende Längen-Gewichtsregression (Abb. 18a und 18b). Die Biomassewerte sind in Tab. 17a für 1980 und Tab. 17b für 1983 pro Hektar und für 100 m Lauflänge ausgewiesen. Von sämtlichen entnommenen Fischen wurden Otolithen- und Schuppenpräparate hergestellt. Letztere dienten zur Überprüfung der an Hand von Otolithen vorgenommenen Altersbestimmung.

Um die im Jahr 1980 erstellte Alterskurve nach dem 4. Jahr noch weiter abzusichern, wurden 1983 noch einige stärkere

Bachforellen entnommen. Die Rückberechnung der den einzelnen Winterringen entsprechenden Fischlängen erfolgte unter Annahme isometrischen Otolithen- und Längenwachstums nach der Proportion von LEA (1910). Um an Hand der Jahrringe auf den Otolithen und/oder Schuppen die entsprechenden Fischlängen in den einzelnen Jahren rückberechnen zu können, werden sowohl Otolithen als auch Schuppen unter einem Stereomikroskop untersucht und über einen Zeichentubus auf Lochkarten aufgezeichnet. Die Rückberechnung der Jahrringe auf die entsprechenden Fischlängen für die vorangegangenen Jahre erfolgt dann direkt nach der Proportion von LEA (1910).

$$L_t : R_t = L_n : R_n$$

$$L_n = \frac{L_t \cdot R_n}{R_t}$$

L_t Totallänge des Fisches

L_n gesuchte Fischlänge des jeweiligen Jahres

R_t Totalradius des Otolithen

R_n Radius des Jahrringes, welcher der gesuchten Fischlänge (L_n) des entsprechenden Jahres entspricht.

Bachsaiblinge wurden keine entnommen, da ihre Population zu klein war, und wenige Exemplare keine entsprechende Aussagekraft besitzen.

7.4.2 Ergebnisse und Vergleiche

Der Gesamtbestand des Dexelbaches teilt sich auf die gefangenen Fischarten folgendermaßen auf:

Tab. 16 gibt für die Elektro-Befischung von 1980 und 1983 die Gesamtzahl der gefangenen Fische an und ordnet sie den einzelnen Fischarten zu.

Tab. 16: Gesamtbestand und Fischarten im Dixelbach.

	F i s c h a r t e n				
	BF	RB	BS	andere Fische	
1980:					
Dixelbach Hauptgraben	933	194	14	1 Hecht und Elritzen	
Lichtenb. Graben	141	56	-	-	-
Gesamt	1074	250	14	1	1339 St.
1983:					
Dixelbach Hauptgraben	1115	9	3		
Lichtenb. Graben	235	1	-	-	
Gesamt	1350	10	3		1363 St.

BF: Bachforelle

RB: Regenbogenforelle

BS: Bachsaibling

Beide E-Befischungen bezogen sich auf den Bereich von der Seemündung bis zum Güterweg Nußdorf-Oberwang.

Vom Jahr 1980 auf 1983 war eine Zunahme des Fischbestandes von 24 Fischen festzustellen. Diese geringe Vermehrung des Fischbestandes fällt normalerweise in die Schwankungsbreite hinein, war jedoch insofern von Interesse, als in den beiden letzten Jahren bedeutende Fischverluste durch Austrocknung festgestellt worden waren. Der Verlust dürfte 1982 und 1983 insgesamt 80 Stück betragen haben. Dies bedeutete eine vermehrte Fischproduktion in den von der Trockenheit verschonten Gewässerabschnitten um annähernd 10 %.

Tab. 16 zeigt sehr anschaulich, daß die Regenbogenforellen, die zum überwiegenden Teil aus einem Vorstreckteich im r. ufr. Arm des Lichtenbuchinger Grabens stammen, sehr starke Wandertendenzen bachabwärts aufwiesen (Kap. 7.2). Es waren nur ganz wenige Exemplare, die standorttreu wurden (Kap. 9.4). Diese standen in sehr großen und sehr tiefen Sperrenkolken wie in Kolk Nr. 35 (hm 23,96), 22 (hm 16,98), 20 (hm 16,49) und 12 (hm 13,68) sowie im Lichtenbuchinger Graben bei hm 1,59 im Kolk

der Betonsperre. Durch die zweite E-Befischung wurde deutlich aufgezeigt, daß Regenbogenforellen ohne Nachbesatz durch das Abwanderbestreben und die schwache Vermehrungstendenz aus dem Gewässer verschwinden. Bei der Regenbogenforelle wäre der Versuch des Besatzes mit einer standorttreueren Kreuzung erfolgversprechend. Die Abnahme betrug 96 % von einem etwas zu starken Besatz mit Regenbogenforellen im Jahr 1980 bis 1983.

Dasselbe gilt für die Saiblinge, die im Dixelbach immer sehr schwach vertreten waren; ihre Abnahme betrug innerhalb der beiden Befischungen rund 79 %. Da der Bachsaibling eine mehr im Freiwasser lebende Fischart ist, hätte er im Wildbach sehr günstige Lebensbedingungen, doch muß auch bei ihm festgestellt werden, daß er ab Erreichen einer gewissen Größe, das etwa dem Brittelmaß entspricht, sehr schlecht abwächst und fast immer abwandert. Dies konnte auch mit den markierten Bachsaiblingen nachgewiesen werden (Kap. 7.3).

Die Zunahme der Bachforellen um 276 Stück vom Jahr 1980 bis 1983, zeigt sehr deutlich, daß sie hier trotz der bedeutenden Ausfälle im Unterlauf der einzige standortgerechte Fisch ist. Dies läßt sich auch auf andere Wildbäche, die der Zone des Epirhithrals angehören, voll übertragen. Im Metarhithral anderer Gewässer dürften die Bedingungen für die Regenbogenforelle bereits günstiger liegen als in jenem kurzen Unterlaufabschnitt des Dixelbaches. Die Reproduktion der Bachforellen war in den Strecken 2, 3 und 4 sehr groß, während der Bestand in der Strecke 1 trotz der großen Trockenheit fast unverändert geblieben ist. Die überaus starke Bachforellenproduktion in den erwähnten Bachabschnitten muß aber so gesehen werden, daß hiedurch der Ausfall der Regenbogenforellen, die bei der ersten Elektro-Befischung von 1980 noch vorhanden gewesen sind, kompensiert wurde.

Die folgenden Tab. 17a und 17b enthalten die Ergebnisse der Elektro-Befischung von 1980 und 1983, aufgeschlüsselt für die einzelnen Teilstrecken. Aus den Tabellen können die Werte des Gesamtfischbestandes, des Bachforellen-, des Regenbogenforellen- und des Bachsaiblingbestandes, in Stück pro Hektar und

pro 100 m Bachlänge sowie die nach der Längen- Gewichtsregression (Abb. 17) errechneten Biomassen in kg pro Hektar und pro 100 m Bachlänge entnommen werden. Der Dixelbach ist in 5 Abschnitte unterteilt:

Die Strecke 1 umfaßt den Auflandungsbereich von der Seemündung bis zur Sperre 1 (hm 11,55). Das natürliche Gefälle beträgt 2 bis 3 %, die Länge 1155 m und die Fläche 4720 m². Daran schließt die Abfischstrecke 2 an, die bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens (hm 24,30) reicht. Die Länge beträgt 1275 m, die Fläche 4908 m². Das Gefälle erreicht hier in unverbauten Bachabschnitten Durchschnittswerte von 15 % und Spitzen bis zu 21 %, aber nur über kürzere Strecken. Im verbauten Bereich fallen die Gefällswerte auf 3 bis 5 %. Bachaufwärts schließt die Strecke 3 an. Sie reicht bis zum Güterweg (hm 26,82). Die Länge beträgt 253 m, die Fläche 570 m² und das Gefälle durchschnittlich 6 % im verbauten Teil. Im Bereich der natürlichen Kaskaden liegen die Gefällswerte bis zu 21 %.

Die Abfischstrecke 4 entspricht dem Lichtenbuchinger Graben von der Einmündung in den Dixelbach bis zu den beiden Güterwegbrücken unmittelbar oberhalb des Zusammenflusses (hm 3,50). Die Gesamtlänge dieses Gewässerabschnittes beträgt 360 m, die Fläche 1023 m², das durchschnittliche Gefälle 6 %, und der höchste Wert liegt bei 20 % im Bereich der natürlichen Felskaskaden.

Die Abfischstrecke 5 liegt im unverbauten Bachabschnitt zwischen den Sperren 33 und 34 (hm 19,39 und hm 23,21). Die Streckenlänge beträgt 397 m, die Fläche 840 m² und das Durchschnittsgefälle 12,5 %.

Die Einteilung der Abfischstrecken wurde so gewählt, daß sie mit denen, die für die Surber-Sampler Proben herangezogenen wurden, übereinstimmten (Kap. 5.2).

Bei Betrachtung der Gesamtpopulation wurde in Strecke 1 (Abb. 10) durch die Verringerung der Regenbogenforellen und der Bachsaiblinge sowie durch die Trockenperioden der letzten Jahre eine Abnahme von insgesamt 32 Stück, das sind rund 10 %,

	Gesamtstrecke	Strecke 1	Strecke 2	Strecke 3	Strecke 4	Strecke 5
	L = 3020 m	L = 1155 m	L = 1275 m	L = 253 m	L = 360 m	L = 397 m
	Fl = 11155 m ²	Fl = 4720 m ²	Fl = 4908 m ²	Fl = 570 m ²	Fl = 1023 m ²	Fl = 840 m ²
	Gef = 2 - 3 %	Gef = 2 - 3 %	Gef = 3 - 5 %	Gef = 6 %	Gef = 6 %	Gef = 12,5 %
Gesamtbest./Stk.	1338	363	660	118	197	152
Stk./ha	1199	769	1345	2070	1926	1809
Stk./100 m	44,3	31,4	51,76	46,6	54,7	38,3
Blom.in kg/ha	64,2	36,0	82,5	99,3	85,2	97,9
Blom.in kg/100 m	2,4	1,5	3,2	2,2	2,4	2,1
Gesamtbest./Stk.	1074	336	487	110	141	99
Stk./ha	963	712	992	1930	1378	1178
Stk./100 m	35,6	29,1	38,2	43,5	39,2	24,9
%	80,3	92,6	73,8	93,2	71,6	65,1
kg/ha	47,4	32,1	55,7	91,4	52,7	57,7
kg/100 m	1,8	1,3	2,1	2,1	1,5	1,2
Mittelw. in gr.	49,2	44,5	56,2	47,4	38,2	48,1
Mittelw. in mm	170	164	178	168	137	169
Gesamtbest./Stk.	250	15	171	8	56	53
Stk./ha	224	32	348	140	547	642
Stk./100 m	8,3	1,3	23,4	3,2	15,6	16,2
%	18,7	4,1	25,9	6,8	28,4	34,9
kg/ha	16,3	3,0	26,4	7,9	32,6	40,4
kg/100 m	0,6	0,1	1,0	0,2	0,9	0,9
Mittelw. in gr.	72,5	93,5	75,6	56,7	59,7	62,9
Mittelw. in mm	186	211	189	166	174	176
Gesamtbest./Stk.	14	12	2	-	-	-
%	1,0	3,3	0,3	-	-	-

Tab. 17 b: Str. 1: Seemündung - Sperre 1; Str. 2: Sp. 1 - Einmündung Lichtenb.Gr.; Str. 3: Oberer Mittellauf;
Str. 4: Lichtenb.Gr.; Str. 5: Sp. 33 - Sp. 34 (E-Befischung 1983)

Gesamtsstrecke L = 3020 m F1 = 11155 m²	Strecke 1 L = 1155 m F1 = 4720 m² Gef = 2 - 3 %		Strecke 2 L = 1275 m F1 = 4908 m² Gef = 3 - 5 %		Strecke 3 L = 253 m F1 = 570 m² Gef = 6 %		Strecke 4 L = 360 m F1 = 1023 m² Gef = 6 %		Strecke 5 L = 397 m F1 = 840 m² Gef = 12,5 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Gesamtbest./Stk.	Stk./ha	Stk./100 m	Biom.in kg/ha	Biom.in kg/100 m	Gesamtbest./Stk.	Stk./ha	Stk./100 m	%	kg/ha	kg/100 m	Mittelw. in gr.	Mittelw. in mm	Gesamtbest./Stk.	Stk./ha	Stk./100 m	%	kg/ha	kg/100 m	Mittelw. in gr.	Mittelw. in mm	Gesamtbest./Stk.	Stk./ha	Stk./100 m	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1363	330	635	162	236	153	1350	628	162	235	153	1210	1280	2842	2297	1821	45	49	64	65	39	49,9	69,8	102,6	80,9	97,1	41,2	54,5	36,1	35,2	53,3	160,2	175,8	153,3	152	175,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1222	699	1294	2842	2307	1821	1210	1280	2842	2297	1821	45	49	64	65	39	45	49	64	65	39	49,9	69,8	102,6	80,9	97,1	41,2	54,5	36,1	35,2	53,3	160,2	175,8	153,3	152	175,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
45	29	50	64	66	39	45	49	64	65	39	45	49	64	65	39	45	49	64	65	39	49,9	69,8	102,6	80,9	97,1	41,2	54,5	36,1	35,2	53,3	160,2	175,8	153,3	152	175,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
50,62	28,34	70,37	102,6	80,9	97,1	50,62	28,34	70,37	102,6	80,9	97,1	50,62	28,34	70,37	102,6	80,9	97,1	102,6	80,9	97,1	49,9	69,8	102,6	80,9	97,1	41,2	54,5	36,1	35,2	53,3	160,2	175,8	153,3	152	175,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31	2,36	2,08	2,57	1,16	3,06	2,31

Tab. 18: Vergleich von 11 niederösterreichischen Fließgewässern in Bezug auf Fischbestand in Stück pro ha, Fischbiomasse in kg pro ha und mittlerem Fischgewicht in g (JUNGWIRTH, MOOG, WINKLER, 1980) u. dem Dixelbach.

	St./100 m	St./ha	kg/ha	mittl. Fischgew. (g)
Fische - Dagnitz	80	782	197	252
Gr. Erlauf - Thormäuer	196	1245	192	155
Kleine Erlauf	305	2743	280	109
Natters I	112	1536	189	123
Pielach I	113	1446	133	92
Pielach III	147	876	212	242
Pielach V	187	905	329	363
Gr. Krems Oberlauf	297	4506	306	68
Gr. Krems Unterlauf	336	2869	370	129
Sarming	121	5043	189	38
Oberer Lunzer Seebach	53	2380	181	76
Dixelbach 1983	45	1222	51	41
Dixelbach Unterlauf (1)	29	699	28	38
Dixelbach, obere Staffelstrecke (3)	64	2842	103	36
Dixelbach, unverbaute Schlucht (5)	39	1821	97	53

festgestellt.

In Strecke 2 wurden ähnliche Verhältnisse wie in Strecke 1 vorgefunden. Hier ist jedoch der Ausfall von 165 Regenbogenforellen durch die Zunahme der Bachforellenpopulation bis auf 26 Stück wettgemacht worden.

Die Strecke 3, die dem Bachabschnitt vom Lichtenbuchinger Graben bis zum Güterweg entspricht, brachte eine Zunahme der Gesamtfischpopulation von 118 Stück (1980) auf 162 (1983). Dies sind sogar 37 %.

Die Strecke 4 ist der Lichtenbuchinger Graben von der Einmündung in den Dixelbach bis zum Güterweg (hm 3,60). Sie brachte eine Zunahme von insgesamt 39 Fischen, obwohl die Regenbogenforellen in diesem Abschnitt von 56 auf 1 Exemplar zurückgegangen waren.

In der Strecke 5 nahm trotz der Abnahme von 53 Regenbogenforellen (100 %), die Gesamtfischpopulation sogar um ein Exemplar zu (0,7 %).

Die Bachforelle dominiert im Dixelbach deutlich, wie beide Elektro-Befischungen zeigen, im Jahr 1980 mit 80,3 % und 1983 sogar mit 99 %. Ihr folgte im Jahr 1980 die Regenbogenforelle noch mit 18,7 % und der Bachsaibling mit 1 %. 1983 erreichte die Regenbogenforelle nur mehr 0,73 % und der Bachsaibling 0,22 %. Während der Bachforellenbestand praktisch ausschließlich auf einer natürlichen Reproduktion basiert, ist jener der Regenbogenforellen überwiegend auf die Besatzmaßnahmen im Lichtenbuchinger Graben (r. Zubringer) und im unteren Bereich des Mittellaufes zurückzuführen. Bei den insgesamt 250 gefangenen Regenbogenforellen handelte es sich fast durchwegs um viersömmrige (3+) Fische; die meisten Exemplare wurden im Lichtenbuchinger Graben (Strecke 4) und im daran bachabwärts anschließenden Teil des Mittellaufes (Strecke 2) festgestellt, wie die Elektro-Befischung im Jahr 1980 ergeben hatte (Tab. 17a). Aus den Ergebnissen der Fänge von 1983 zeigte sich, wie bereits vorher erwähnt, daß die Regenbogenforellen bis zu 96 % aus dem Dixelbach abgewandert sind (Tab. 17b). Wie die Auswertungen nach Alter und Fischlänge ergaben, wanderten

die Regenbogenforellen erst ab dem vierten Jahr (3+) und einer Länge von 200 bis 220 mm ab. Ähnliches Verhalten konnte für die Bachsaiblinge festgestellt werden, die markiert ausgesetzt worden waren. Entweder wanderten sie noch im Aussetzungsjahr ab, dies war der kleinere Teil, oder erst nach Erreichen des vierten Jahres (3+). Die Fischlänge war jedoch hier wegen der Langsamwüchsigkeit kein ausschlaggebender Parameter.

Um genaue Aufschlüsse über die Längenverteilung der Fischpopulation und ihres Abwachsens in den einzelnen Abfischstrecken zu erhalten, wurde für die Elektro-Befischung von 1980 (Abb. 16a) und jene von 1983 (Abb. 16b) ein Längen-Frequenzdiagramm der gesamten Bachforellenpopulation des Dixelbaches erstellt. Mit Hilfe des Längen-Frequenzdiagrammes kann eine erste Information über die Verteilung der einzelnen Altersklassen erhalten werden.

7.4.2.1 Längen-Frequenzdiagramme

Längen-Frequenzdiagramm der E-Befischung 1980 (Abb. 16a):

Die Jungfische (0+) sind in der Größe 55 mm bis 75 mm in einer verschwindend kleinen Zahl vertreten. Dies ist auf die selektive Wirkung der E-Fischerei (LIBOSVARSKY und ELEK, 1965) sowie auf das schwierige Keschern, da meist kein feinmaschiger Kescher zur Hand ist, zurückzuführen. Der größenmäßige Übergang zu den zweisömmrigen Forellen (1+) ist in der Gesamtlängen-Frequenzverteilung verwischt, da die Nachkommen spätlaichender Forellen bei entsprechender Höhenlage und/oder schlechter Futterbasis im Wachstum stark zurückbleiben und von den gut abwachsenden, früh geschlüpften Brütlingen im Laufe des Sommers fast eingeholt werden. Die erste deutliche Spitze (peak) des Längen-Frequenzdiagrammes liegt bei 100 mm. Auch dieser Spitzenwert (peak) ist aus den oben angeführten Gründen noch unterrepräsentiert, ansonsten aber sehr deutlich ausgeformt und entspricht den zweisömmrigen (1+) Bachforellen.

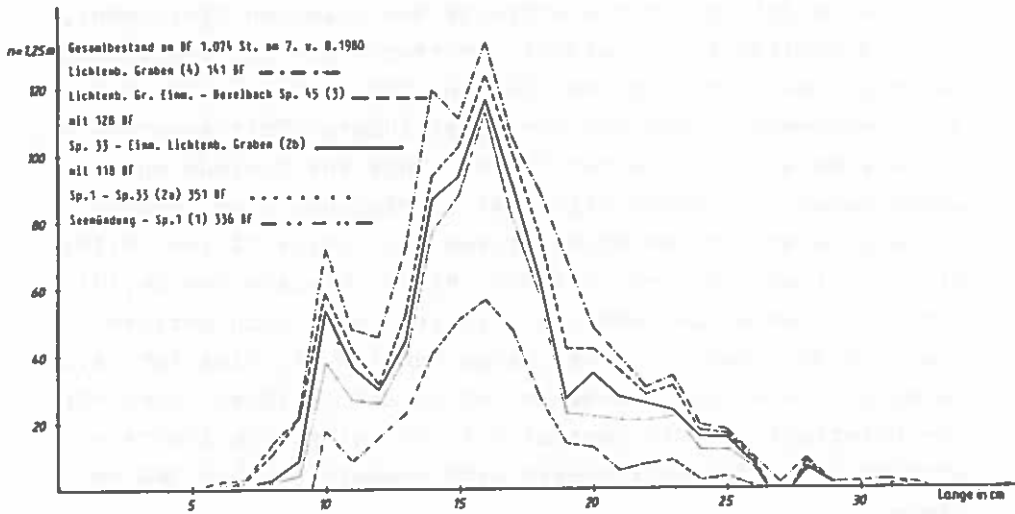


Abb. 16a: Längen - Frequenzdiagramm des Dexelbaches samt dem Lichtenbuchinger Graben nach der E-Befischung 1980

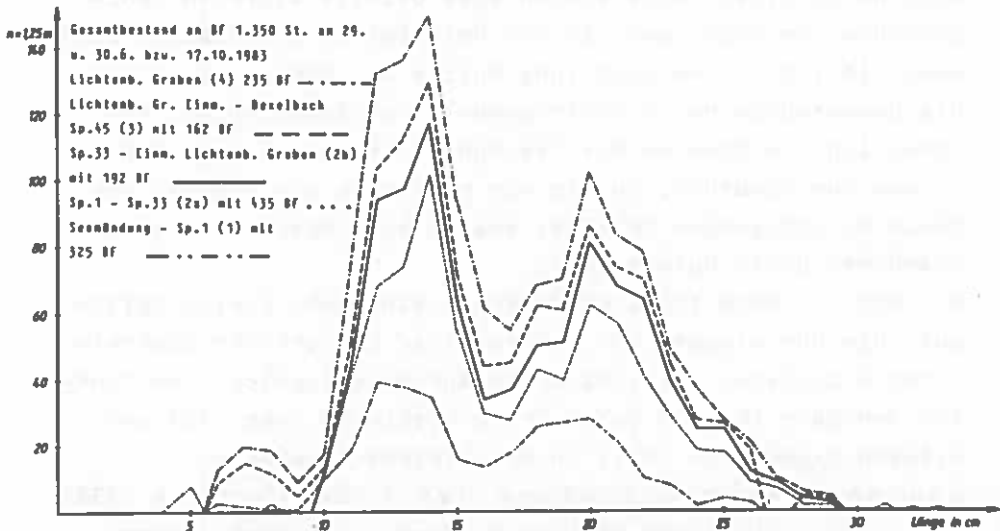


Abb. 16b: Längen - Frequenzdiagramm des Dexelbaches samt dem Lichtenbuchinger Graben nach der E-Befischung 1983

Die zweite Spitze ist die stärkste des gesamten Diagrammes, sie ist zweizackig ausgeformt, repräsentativ für den dritten Jahrgang (2+) und liegt bei 140 und 160 mm Länge. Sie hebt sich größtmäßig deutlich von allen anderen Spitzenwerten ab. Die kleine Spitze, die bei 140 mm Länge ihr Maximum aufweist, wurde durch die Bachforellen des Lichtenbuchinger Grabens hervorgerufen. In den Bachstrecken von Sperre 33 (hm 19,39) bis zur Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens (hm 24,30) und der daran anschließenden Strecke, zeigt sich bereits deutlich der Trend zu einer Länge von 140 mm. Dies läßt sich vermutlich aus der zunehmenden Höhenlage erklären, denn für den Unterlauf und die bachaufwärts anschließende Staffelsecke liegt der Spitzenwert sehr symmetrisch bei 160 mm Länge.

Eine weitere Zacke im Längenfrequenzdiagramm, die für den vierten Jahrgang (3+) gilt, findet sich bei 230 mm Länge. Diese Spitze wird hauptsächlich durch die untere Staffelsecke und den Bachabschnitt oberhalb des Lichtenbuchinger Grabens gebildet. Hier treten aber bereits stärkere Jahrgangsüberlappungen auf, so zum Beispiel im unverbauten Bachabschnitt, der eine deutliche Spitze bei 200 mm Länge hat. Die Gesamtsumme der aufgetragenen Fischlängen bringt anschaulich die Abnahme der Fischpopulation in dieser Altersklasse zum Ausdruck, da sie nur mehr rund ein Viertel des jüngeren Jahrganges beträgt, obwohl auch ältere Jahrgangsexemplare darin aufscheinen.

Bei 280 mm Länge tritt noch einmal eine sehr kleine Spitze auf, die überwiegend aus Bachforellen der unteren Staffelsecke gebildet wird. Diese Anhäufung entspricht dem fünften Jahrgang (4+) in guten Abwuchsgebieten (Abb. 16) und älteren Exemplaren (>4+) in schlechteren Gewässern.

Längen-Frequenzdiagramm der E-Befischung 1983 (Abb. 16b): Die erste Befischung fand wegen hoher Wasserstände erst am 29. und 30.6. statt, das ist drei Wochen später als zum Zeitpunkt der E-Befischung von 1980. Die letzten

beiden Abschnitte konnten sogar erst am 17.10. befischt werden. Dadurch haben sich die Werte größenmäßig etwas verschoben, vor allem bei den Brütlingen und Jungfischen (0+). Sie liegen zwischen 50 und 90 mm, weisen zwei kleine Kulminationen auf, die auf die Zeitverschiebung zurückzuführen sind. Die Brütlinge sind zahlreicher vertreten als bei der ersten Befischung, jedoch immer noch sehr stark unterrepräsentiert, wie aus bereits angeführten Gründen bekannt ist.

Der zweite Jahrgang ist in Form einer sehr gut ausgebildeten Spitze dargestellt, die zwischen 120 und 140 mm Länge liegt und sich von den beiden benachbarten Jahrgängen merklich abhebt. Der Auflandungsbereich zeigt eine sehr gleichförmige Bachforellenverteilung zwischen 120 und 140 mm Länge, mit einem kleinen Überhang zu 120 mm. Alle anderen Bachabschnitte, insbesondere die restlichen beiden im Juni befischten, weisen einen deutlichen Trend zu 140 mm Länge auf.

Der dritte Jahrgang liegt symmetrisch um die 200 mm Länge angeordnet und erreicht in seiner Höhe zwei Drittel des vorigen Jahrganges. Während im Auflandungsbereich beinahe gleich viele Bachforellen Längen von 180 bis 200 mm aufweisen, zeigen alle anderen Bachabschnitte eine eindeutige Präferenz der Fischlängen für 200 mm.

Bei 220 mm Länge wird der steile Abfall etwas unterbrochen, ebenso zwischen 270 und 290 mm Länge.

Bei Vergleich der beiden Längen-Frequenzdiagramme ist ersichtlich, daß im Jahr 1983 ein bedeutend besserer Abwuchs der Bachforellen vorlag, da der zweite und dritte Jahrgang jeweils eine um 40 mm größere Durchschnittsfischlänge aufgewiesen hatte, die auf eine frühzeitige und langanhaltende hohe Erwärmung des Bachwassers zurückzuführen war. Wird ein Vergleich mit anderen Fischwässern angestellt, so zeigt sich, daß die beiden Längen-Frequenzdiagramme des Dixelbaches typisch für eine langsam wachsende Fischpopulation sind, da sich dritter und vierter Jahrgang überdecken. In noch ungünstigere Abwuchsbedingungen aufweisenden Fließge-

wässern überlappen sich aber bereits der zweite und dritte Geburtsjahrgang (Abb. 16a und b).

Der Durchschnittswert der Fischlängen betrug zum Zeitpunkt der E- Befischung von 1980 für die Bachforelle 170 mm, für die Strecke 1 164 mm, für die Strecken 2, 3, 4 und 5 in der Reihenfolge 178 mm, 168 mm, 137 mm und 169 mm.

Diese Fischdurchschnittslängen zeigen, daß wenig strukturierte Gewässerabschnitte und/oder größere Höhenlage durchschnittlich kleinere (jüngere) Fische beinhalten, während Strecken mit stabilen und großen Kolken zu einer deutlichen Längenzunahme beitragen (Tab. 17a).

Der Mittelwert der Länge der Regenbogenforellen betrug im selben Zeitraum 186 mm. Da die Regenbogenforellen unterschiedlich in den einzelnen Bachabschnitten verteilt waren und Überdies ein Großteil aus Besatzmaßnahmen stammte, können keinerlei Schlüsse bezüglich der einzelnen Bachabschnitte gezogen werden.

Die Elektro-Fischerei für 1983 ergab für die Bachforelle einen Mittelwert ihrer Länge von 160 mm. Für die Strecken 1 bis 5 wurden die Durchschnittslängen ermittelt, gerundet und mit folgender Reihenfolge mit 160 mm, 176 mm, 153 mm, 152 mm und mit 175 mm angeführt (Tab. 17b).

Alle Längen, die aus der Juni-Befischung errechnet wurden, liegen unter jenen der ersten Befischung. Die Gründe hierfür können sehr mannigfaltig sein. So sind wir nur auf einige wenige Vermutungen angewiesen. Ein Hauptgrund für die Verringerung der Fischlänge wird darin zu suchen sein, daß die Brütlinge zur Längenermittlung mit herangezogen werden und bei der 2. Befischung mehr Brütlinge gefangen wurden.

1982 waren im Auflandungsbereich und bei den untersten Querwerken der Strecke 2 größere Fischausfälle zu verzeichnen gewesen. Hier dürften vor allem bei größeren Exemplaren mehr Verluste durch die Trockenheit aufgetreten sein, da sich diese nicht so sehr in das Interstitial verkriechen können wie Brütlinge oder zweisümmrige Forellen. Überdies werden die gro-

Ben Exemplare in flachen Gumpen eine leichte Beute von Füchsen und Katzen, die bei großer Trockenheit instinktiv an die Gewässer zum Beutefang kommen. Die zahlreichen Spuren waren ein sicherer Hinweis für diese Behauptung. Die Fischdiebstähle nehmen während extremer Trockenzeiten ebenfalls stark zu.

Der bedeutende Rückgang der Regenbogenforelle könnte allenfalls zur verstärkten Reproduktion der Bachforelle beigetragen haben.

Die im Oktober befischten Strecken 4 und 5 weisen bereits größere Fischlängen als jene aus der Befischung vom Juni 1980 auf. Wie beide Elektro-Befischungen bewiesen, lagen im strukturärmsten Gewässerabschnitt des Dixelbaches, dem Auflandungsbereich, die kleinsten Bachforellen vor. Aber bereits in dieser 1.144 m langen Strecke differenzieren sich die Fischlängen wieder und sind entsprechend dem feineren Substrat im unteren Bereich der Auflandungsstrecke kleiner als im bachaufwärts anschließendem Bachabschnitt, der bedingt durch größeres Geschiebe und natürliche Linienführung zu größerer Tiefenheterogenität tendiert.

In der Auflandungsstrecke (1) variiert die Fischlänge im Mittel der einzelnen Bachabschnitte von 149 mm bis 173 mm ohne die Einbeziehung des Kolkes von Sperre 1 (hm 11,55).

In den Kolken von Sperre 2 (hm 11,72) bis 6 (hm 12,14), einschließlich der Flachstrecken, wurde die mittlere Länge der Bachforellen sogar mit 186 mm errechnet.

Im Kolk von Sperre 8 (hm 12,45) und seiner vorgelagerten Zwischenstrecke wurde sogar eine mittlere Fischlänge von 211 mm erreicht.

In der unteren Mittellaufstaffelung wurden im Bereich von der Einmündung des Aubacherls (hm 13,20) bis zum Kolk von Sperre 17 (hm 14,59) 76 Bachforellen gefangen, die ihre Einstände in den Kolken und dazwischenliegenden Flachstrecken hatten. Ihre Durchschnittslänge betrug 178 mm.

In der unverbauten Schluchtstrecke zwischen hm 20,30 und

hm 22,10, das sind 180 m, wurden 43 Bachforellen gefangen, für die der errechnete Mittelwert der Fischlänge 188 mm ergab. Diese Gewässerstrecke besteht aus zahlreichen, meist tiefen und stabilen Kolken, die von Flachstrecken unterbrochen werden. Das Bachsubstrat setzt sich in diesem Abschnitt (Kap. 2.5) aus grobblockigem Geröll, das die Bildung tiefer Gumpen fördert, und sandig - kiesigen Anteilen in den Flachstrecken (Laichplätze) zusammen. Die Morphologie dieses Schluchtabschnittes zeigt eine sehr starke Tiefenvarianz, da Gumpentiefen von 60 cm mit Flachstrecken von nur wenigen Zentimetern Tiefe abwechseln. In den verbauten Abschnitten des Mittellaufes ergeben sich ähnliche Werte, nur werden in den Kolken Wassertiefen bis zu 100 cm erreicht.

Aus Tab. 17a und 17b ist zu entnehmen, daß in den stark strukturierten Gewässerabschnitten mehr Bachforellen leben als in morphologisch gleichförmigen Strecken. Kolke mit größeren Wassertiefen beherbergen ältere und daher auch größere Fische (Abb. 16a und b).

Bereits eine einfache, abschnittsweise Auswertung der morphologisch unterschiedlichen Gewässerabschnitte des Dixelbaches zeigt die signifikanten Parameter der Wassertiefe und der Heterogenität der Bachbettstruktur als maßgebend für Fischgröße und Populationsdichte auf.

Dies deckt sich mit den Untersuchungsergebnissen nach JUNGWIRTH (1984).

7.4.2.2 Alter und Wachstum der Bachforelle

Es ist bekannt, daß das Wachstum ein und derselben Fischart je nach Gewässer sehr unterschiedlich ist. Besonders deutlich kommt dies bei der Bachforelle zum Ausdruck. Sie erreicht in hochliegenden kalten und nahrungsarmen Gebirgsbächen kaum das Brittelmaß, während sie in großen futterreichen und sommerwarmen Flüssen meist zu kapitalen Exemplaren heranwächst und ein Gewicht bis zu 5 Kilogramm erreichen kann.

Um einen Überblick vom Wachstum der Fische im Dixelbach zu erhalten, wurden von allen im Jahr 1980 entnommenen 50 Bach- und

Regenbogenforellen Otolithen- (Statozysten) und Schuppenpräparate hergestellt. Die Schuppenpräparate dienten zur Überprüfung der an Hand der Otolithen durchgeführten Altersbestimmung. Die 1980 erstellte Alterskurve wurde durch neuerliche Entnahme von großen Bachforellen im Jahr 1983 zu ergänzen versucht (Abb. 17).

BACHFORELLENWACHSTUM im DEXELBACH:

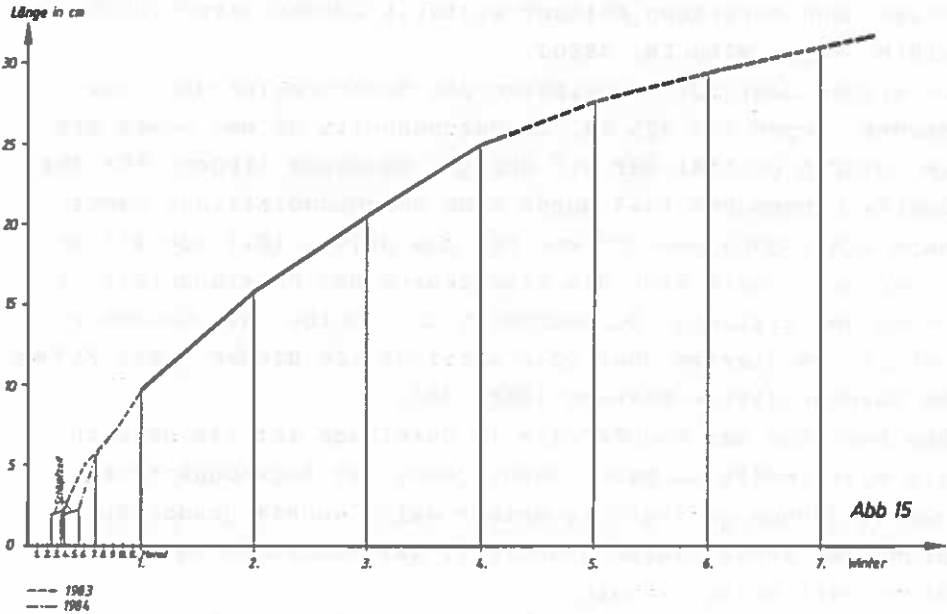


Abb. 17: Mittleres Bachforellenwachstum im Dixelbach.

Im Falle der Regenbogenforellen erwies sich ein hoher Prozentsatz der Otolithen als unlesbar. Dies ist auf die künstlichen Aufzuchtbedingungen zurückzuführen und deutet darauf hin, daß der Großteil der Regenbogenforellen des Dixelbaches aus Zuchtanstalten stammt. Im Gegensatz dazu war die natürlich aufgewachsene Bachforelle bezüglich der Altersbestimmung mit Hilfe der Otolithen besser auszuwerten.

Anschließend wurde das Wachstum der Bachforelle des Dixelbaches mit 11 anderen Fließgewässerstrecken in Niederösterreich verglichen (Abb. 18), von denen die Wachstumsverhältnisse nach derselben Methode erstellt worden waren (JUNGWIRTH, MOOG, WINKLER; 1980).

Im ersten Jahr (0+) erreichten die Bachforellen des Dixelbaches Längen bis 125 mm, im Durchschnitt 95 mm, womit sie im unteren Drittel der elf übrigen Gewässer liegen. Für das zweite Lebensjahr (1+) wurde eine durchschnittliche Länge nach LEA (1910) von 157 mm, für das dritte (2+) von 211 mm errechnet, womit sich die Alterskurve der Dixelbachforelle etwas dem mittleren Durchschnitt der übrigen elf Gewässer nähert. Im vierten Jahr (3+) erreicht sie diesen - mit 247 mm im Durchschnitt - beinahe (Abb. 18).

Das Wachstum der Bachforelle im Dixelbach ist als schwach bis mittelmäßig zu bezeichnen, jenes der Regenbogenforelle dürfte jedoch geringfügig besser sein, konnte jedoch auf Grund der schlechteren Lesbarkeit der Otolithen nicht mit Sicherheit belegt werden.

Die eher geringe Wachstumsleistung der Bachforelle dürfte in erster Linie der Seehöhe von über 500 m und damit niedriger Jahresdurchschnittstemperatur sowie einer langen Schneedecke zuzuschreiben sein. Das mäßige Wachstum der Bachforelle spiegelt sich auch im vergleichsweise niedrigen Konditionsfaktor nach FULTON (in BAGENAL, 1978) wieder.

Dieser wird nach der Formel
$$K_F = \frac{100 \cdot G(p)}{L^3(\text{cm})}$$
 errechnet; er

kann verwendet werden, um die Kondition der Fische in verschiedenen Jahreszeiten miteinander zu vergleichen. Für Juni

1983 lag er zum Zeitpunkt der E-Befischung (29./30. Juni) im Mittel bei 0,99, wobei er für die stärkste Bachforelle mit 312 mm Länge und 400 g mit 1,21 errechnet wurde. Bei der E-Befischung vom 17. Oktober 1983 lag der Konditionsfaktor für die vermessenen Exemplare im Mittel bei 1,01.

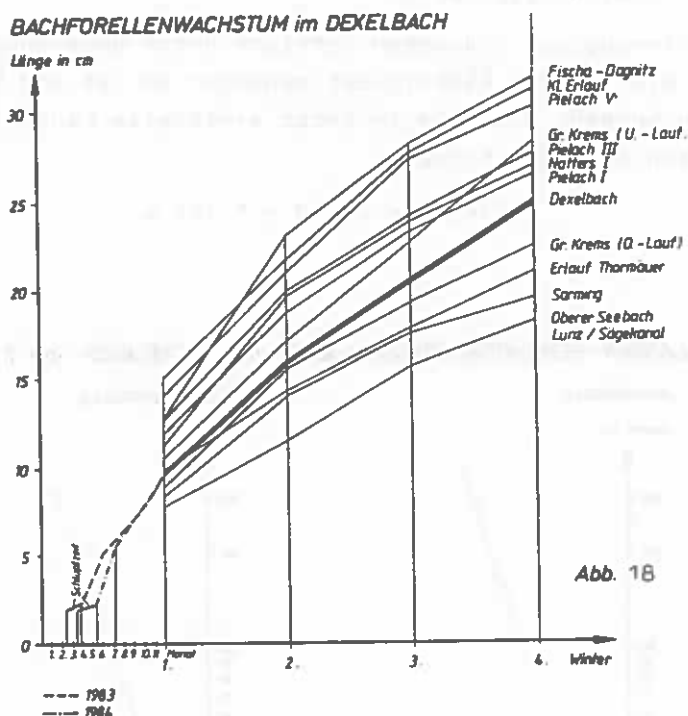


Abb. 18

Abb. 18: Das Wachstum der Bachforelle des Dexelbaches im Vergleich zu 11 niederösterreichischen Fließgewässerstrecken (JUNGWIRTH, MOOG, WINKLER, 1980).

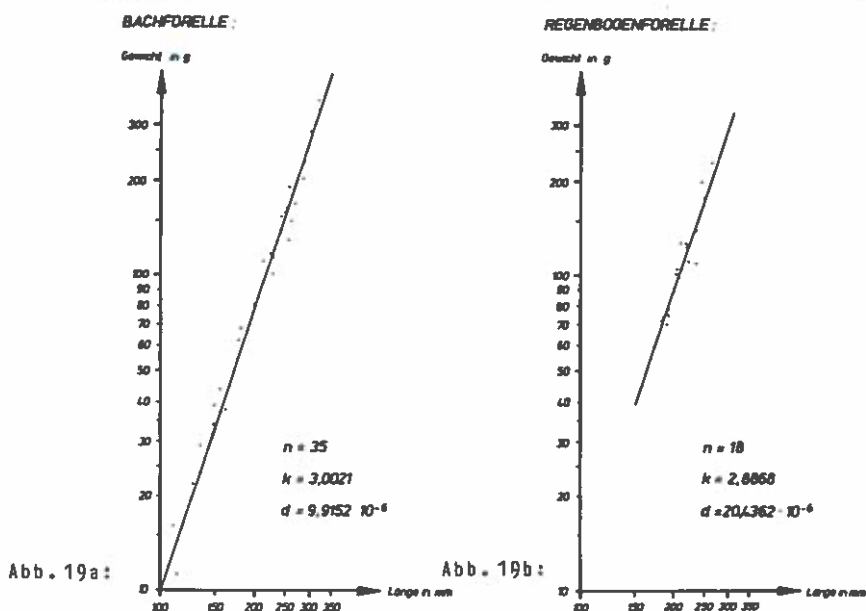
Im Juni lag dieser für fünf Regenbogenforellen bei 1,12 und im Oktober bei dem einzigen gefangenen Exemplar bei 1,26. Der einzige vermessene Bachsaibling erbrachte einen Konditionsfaktor von 1,19: dieser Fisch war aber ein sehr starkes Exemplar und daher darf dieser Wert nicht verallgemeinert werden.

7.4.2.3 Ermittlung der Biomassen mit Hilfe der Längen-Gewichtsregression

Die Bestimmung der Biomassen erfolgte durch Umrechnung der Längen, die bei den Elektro-Befischungen an Ort und Stelle gewonnen wurden, über die im Labor ermittelte Längen-Gewichtsregression nach der Formel

$$\log G = \log d + k \cdot \log L$$

LÄNGEN-GEWICHTSREGRESSION der Fische im DEXELBACH vom 7.6.1980:



Daraus ergab sich für 1980 bei einer Durchschnittslänge der Bachforellen von 170 mm ein Fischgewicht von durchschnittlich 49,2 g, für 1983 bei einer mittleren Länge von 160,2 mm ein Gewicht von 41,2 g (Abb. 19a).

Für die Regenbogenforelle wurde für 1980 eine mittlere Fischlänge von 186 mm ermittelt und daraus nach obiger Formel der Längen- Gewichtsregression ein Mittelwert der Fischbiomasse von 72,5 g (Abb. 19b).

Analog dieser Formel wurden die jeweils den Strecken 1 bis 5 entsprechenden Fischbiomassen errechnet; sie sind aus Tab. 17a und 17b zu entnehmen.

7.4.2.4 Kolkentiefe und Strukturierung der Bachsohle

In "Auswirkungen von Fließgewässerregulierungen auf Fischbestände, 2. Teil" unterzog JUNGWIRTH (1984) den Abschnitt des Dixelbaches zwischen hm 12,14 und 14,18 und einen Teil des Auflandungsbereiches (hm 0,20 bis 1,10) einer Fallstudie, die folgende Ergebnisse brachte:

Der Vergleich des strukturarmen Abschnittes des Auflandungsbereiches einerseits und des morphologisch stark gegliederten Mittellaufbereiches andererseits zeigten eine deutliche Abhängigkeit der Fischdichte und Biomasse vom Ausmaß der Strukturierung des Bachbettes. Da die beiden Teststrecken bezüglich ihrer Breite als auch deren Varianzen größenordnungsmäßig übereinstimmen, sind sowohl die 1,4-fach höhere Fischdichte als auch die 1,7-fache Biomasse im Bereich der Staffelstrecke in erster Linie der erhöhten Tiefenheterogenität zuzuschreiben (vgl. Tab. 19a).

Vergleicht man die Bachforellenpopulation im Bereich der 9 Sperrenkolke der Staffelstrecke des Dixelbaches zwischen hm 12,14 und hm 14,18 und den dazwischenliegenden Flachstrecken, so erhält man das Ergebnis, daß in den Sperrenkolken eine rund 7-fach höhere Fischdichte pro Hektar und eine rund 15-fach höhere Biomasse vorliegen als in den anschließenden Flachstrecken (Tab. 19b).

In den Kolken gefangene Fische sind durchschnittlich älter;

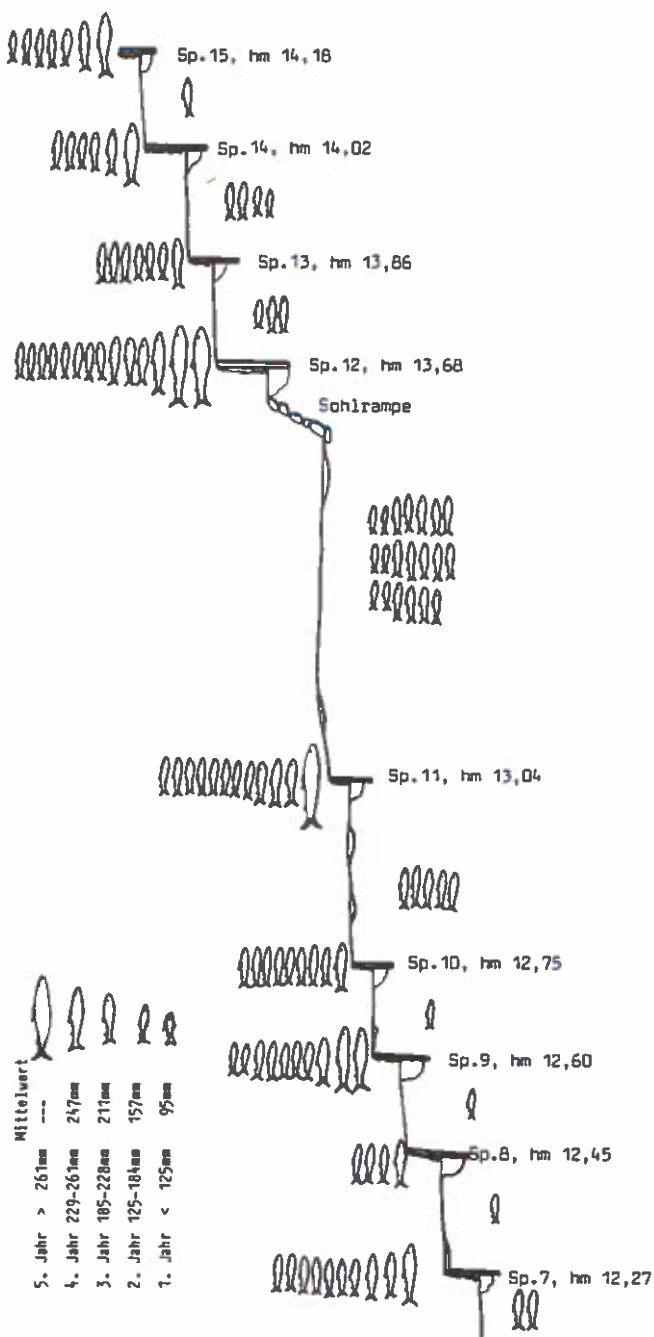


Abb. 20: Die Verteilung unterschiedlicher Altersklassen der Bachforelle in 9 Sperrenkolken und Flachstrecken des Döxlbaches (Fische in Kolken oberhalb der Bachsohle, Fische in Flachstrecken unterhalb dargestellt); hm 12,15 bis hm 14,18 (Sp.15).

Tab. 19a: Bestandsparameter der Bachforelle und morphologische Daten des Auflandungsbereiches und des abgestaffelten Mittellaufes im Dixelbach (Sp. 6 bis Sp. 15).

	Auflandungsbereich hm 0,20 bis hm 1,90	Mittellaufstaffelung hm 12,15 bis hm 14,18
Länge in m	90	20,8
Fläche in m ²	333	714,3
MW-Breite (cm)	370	392
s^2_b	15.406	13.341
MW t_{\max} (cm)	18,8	24,3
$s^2_{t_{\max}}$	38,5	437,6
n	18	42
Stk./ha	721	992
Stk./100 m	29,7	38,2
kg/ha	32,1	55,7
kg/100 m	1,3	2,1

Tab. 19b: Mittlerer Bachforellenbestand aus neun Sperrenkolken und Flachstrecken (hm 12,15 bis hm 14,18) des Dixelbach-Mittellaufes.

	Kolke	Flachstrecken
Insges. Fläche (m ²)	156,7	557,6
MW Fläche (m ²)	17,4	62,0
MW t_{\max} (cm)	66,2	20,3
MW b_{\max} (cm)	589	442
Stk. insges.	79	39
Stk./Kolk bzw. Flachstr.	8,8	4,3
Stk./ha	5.041	699
kg/ha	283,8	18,3
MW Länge (mm)	177,8	137,6
MW Gewicht (g)	56,3	26,1

dies zeigen höhere Mittelwerte der Längen und Gewichte. Der Zusammenhang zwischen Wassertiefe, dem Fischbestand und der Fischgröße ist in Abb. 20 und 21 zu sehen. Die Regression der Fischlängen mit den Maximaltiefen zeigt, daß diese Maximaltiefe ein wesentlicher Parameter für die Größe der Fische eines Baches ist (Abb. 21).

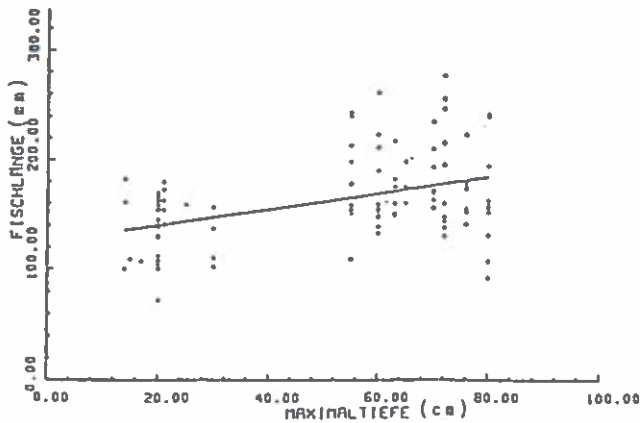


Abb. 21: Beziehung zwischen Maximaltiefen und Fischlängen im Dixelbach nach der E-Befischung 1980 (JUNGWIRTH, 1984).

Aus der E-Fischerei wurden nicht nur Bestandespopulation, mittlere Fischlängen und Fischgewichte, Verteilung der Fische usw. ermittelt, sondern mit einer Erhebung der morphometrischen Verhältnisse die Voraussetzung geschaffen, daß eine neuerliche Untersuchung über die Altersklassenverteilung der Bachforellen in Sperrenkolken und Flachstrecken wie bei der E-Befischung 1980 (JUNGWIRTH, 1984) wieder möglich war (Abb. 20). Der bereits untersuchte Abschnitt zwischen hm 12,15 und 14,18 wurde bachaufwärts um eine Flachstrecke und einen Sperrenkolk (Sp. 16) erweitert (Tab. 20, Abb. 22). Für die Untersuchung wurde auch in der mittleren Staffelstrecke ein Abschnitt zwischen hm 16,68 und hm 18,05 (Sp. 29) ausgewählt, um die erhaltenen Ergebnisse erhärten zu können (Tab. 21, Abb. 22).

Um Vergleiche mit der naturbelassenen Strecke zu erhalten,

wurden mehrere Gumpen und Flachstrecken aus dem Schluchtbe-
reich ebenfalls in diese Untersuchung einbezogen (Tab. 22,
Abb. 24).

Tab. 20: Morphometrische Verhältnisse und Bestandsdaten der
Bachforellen in 10 Sperrenkolken (Sp. 7 bis 16) und
den daran bachabwärts anschließenden Flachstrecken
des Dixelbach-Mittellaufes im Bereich der unteren
Staffelstrecke von hm 12,15 bis 14,36 nach der E-
Befischung von 1983.

K=Kolk, F=Flachstrecke, Fl=Fläche, t_{\max} =max. Tiefe, b_{\max} =max.
Gewässerbreite, Ü=Überfallshöhe, MW L=mittlere Fischlänge
Strukt.=Strukturierung der Flachstrecke

Korr. F.=0,8165026493 K = 2,401777234 y = 9,05253617

	Fl(m ²)	t_{\max} (cm)	b_{\max} (m)	Ü(m)	Stk.	MW L(mm)	Strukt.
K 16	15,8	75	5,8	0,95	2	225	
F 15-16	36,0	40	3,2	-	1	145	gut
K 15	11,0	78	6,0	1,12	2	172,5	
F 14-15	41,0	25	3,7		2	80	sehr gut
K 14	18,0	82	5,0	1,50	9	214,2	
F 13-14	38,7	28	3,2		0	- -	gut
K 13	22,0	82	5,7	0,72	3	213,3	
F 12-13	36,5	24	3,8		0	- -	mittel
K 12	26,1	105	5,0	2,25	15	217,5	
F 11-12	192,0	38	7,5		24+15	104,5	sehr gut
F Sohlr. 20,0		42	4,5		10	157,4	sehr gut
K 11	13,8	75	5,6	0,90	10	191,1	
F 10-11	76,6	27	4,0		1	142	gut
K 10	14,1	78	5,6	0,72	3	156,7	
F 9-10	38,7	26	4,0		1	130	sehr gut
K 9	12,0	80	5,4	0,62	1	220	
F 8-9	42,6	17	4,0		0	- -	schlecht
K 8	25,4	105	8,5	1,45	14	222,8	
F 7-8	53,3	29	4,0		2	125	sehr gut
K 7	14,3	78	6,2	1,05	8	190,4	
F 6-7	18,2	21	5,6		0	- -	schlecht

Tab. 21: Morphometrische Verhältnisse und Bestandsdaten der Bachforellen in 8 Sperrenkolken (Sp. 22 bis Sp. 29) und den daran bachabwärts anschließenden Flachstrecken des Dixelbach-Mittellaufes im Bereich der mittleren Staffelstrecke von hm 16,68 bis hm 18,05 nach der E-Befischung von 1983.

K=Kolk, F=Flachstrecke, Fl=Fläche, t_{\max} =max. Tiefe, b_{\max} =max. Gewässerbreite, Ü=Überfallshöhe, MW L=mittlere Fischlänge
Strukt.=Strukturierung der Flachstrecke

	Fl(m ²)	t_{\max} (cm)	b_{\max} (m)	Ü(m)	Stk.	MW L(mm)	Strukt.
K 29	18,0	56	7,9	1,45	8	201	
F 28-29	84,5	32	8,1		4	129	mittlere
K 28	20,4	66	5,9	1,10	10	161,7	
F 27-28	70,2	26	6,8		0	- -	mäßig
K 27	15,2	74	6,2	1,20	6	167,3	
F 26-27	91,1	45	7,1		3	166,7	aller beste
K 26	18,2	55	5,6	1,20	10	165,6	
F 25-26	72,0	39	6,3		1	120	beste
K 25	25,2	90	6,6	1,20	13	187,6	
F 24-25	96,5	21	8,1		3	138	gut
K 24	21,8	76	6,1	1,30	13	180,2	
F 23-24	66,0	28	5,0		2	124	gut
K 23	14,7	58	5,5	0,85 ur-	7	177,5	
F 22-23	55,2	24	5,4	spr. Kronen- baum fehlt	3	128,3	sehr gute
K 22	35,8	107	6,7	2,10/2,20	16	200,5	
F 21-22	102,0	33	5,1		8	133,4	beste Strukt., viele kl.Gump.

Korr. F. = 0,6750014554 K = 1,270366216 y = 82,89975878
Korr. F. = Korrelationsfaktor, K = Steigung, y = Abschnitt
auf y-Achse

Tab. 22: Morphologische Verhältnisse und Bestandsdaten der Bachforellen in natürlichen Gumpen und Flachstrecken im Bereich der unverbauten Schluchstrecke zwischen hm 19,40 bis hm 23,80 nach der E-Befischung von 1983.

	F1 (m²)	t _{max} (cm)	b _{max} (m)	Stk.	MW L (mm)	Strukt.
F hm 19,40	3,6	22	1,3	10	127,5	fein
F hm 19,72	3,9	25	2,0	11	149,5	fein
F hm 19,95	8,4	36	3,0	16	154	fein-mittel
Gumpen hm 21,30	5,3	56	1,5	5	201,8	sehr stark
Gumpen hm 21,40	21,0	61	2,8	7	176	mittel-stark
Gumpen u. M. hm 22,00	12,5	42	3 - 4	7	183,8	mittel-stark
Gumpen Mühle hm 22,05	11,2	39	3,2	5	190,6	stark
Gumpen hm 23,80	9,3	62	8,0*	10	202,1	sehr stark

* in Fließrichtung länglich gekrümmter Kolk, M.=Mühle

Korr. F. = 0,8231542243 K = 1,431419245 y = 111,7903999

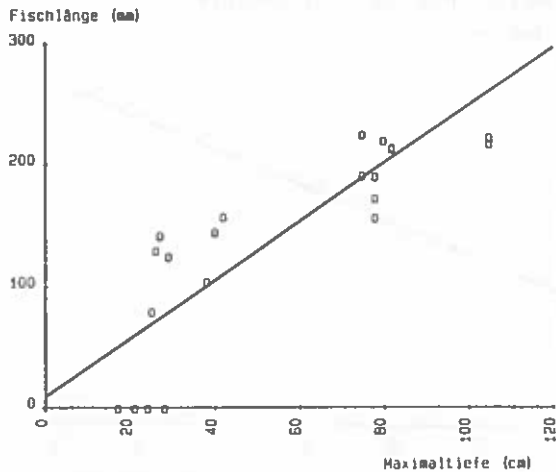


Abb. 22: Beziehung zwischen den Maximaltiefen und den Längen der Bachforellen in 10 Sperrenkolken (Sp. 7 - Sp. 16) und den daran anschließenden Flachstrecken in der untersten Staffelstrecke von hm 12,15 bis hm 14,36 nach der E-Befischung 1983; Werte aus Tab. 20: Korrelationsfaktor = 0,816502

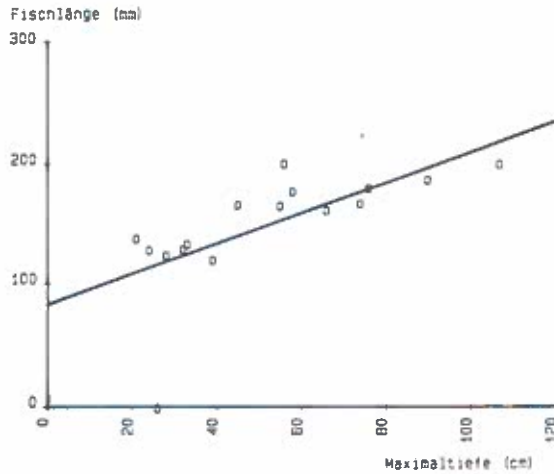


Abb. 23: Beziehung zwischen den Maximaltiefen und den Längen der Bachforellen in 8 Sperrenkolken (Sp. 22 bis Sp. 29) und den daran anschließenden Flachstrecken in der mittleren Staffelstrecke von hm 16,68 bis 18,05 nach der E-Befischung 1983, Werte aus Tab. 21: Korrelationsfaktor = 0,675001

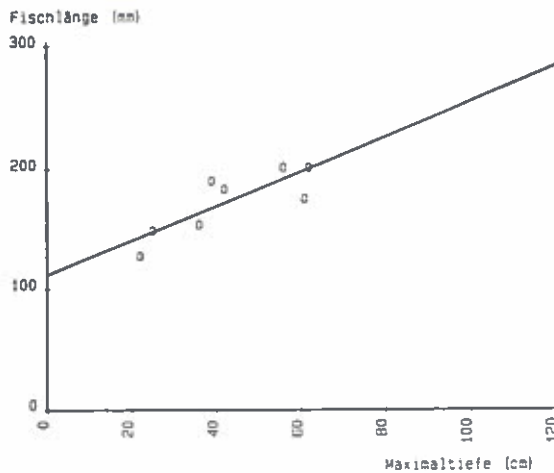


Abb. 24: Beziehung zwischen den Maximaltiefen und den Längen der Bachforellen in natürlichen Gumpen und Flachstrecken des unverbauten Schluchtbereiches zwischen hm 19,40 und hm 23,80, nach der E-Befischung von 1983, Werte aus Tab. 22: Korrelationsfaktor = 0,823154

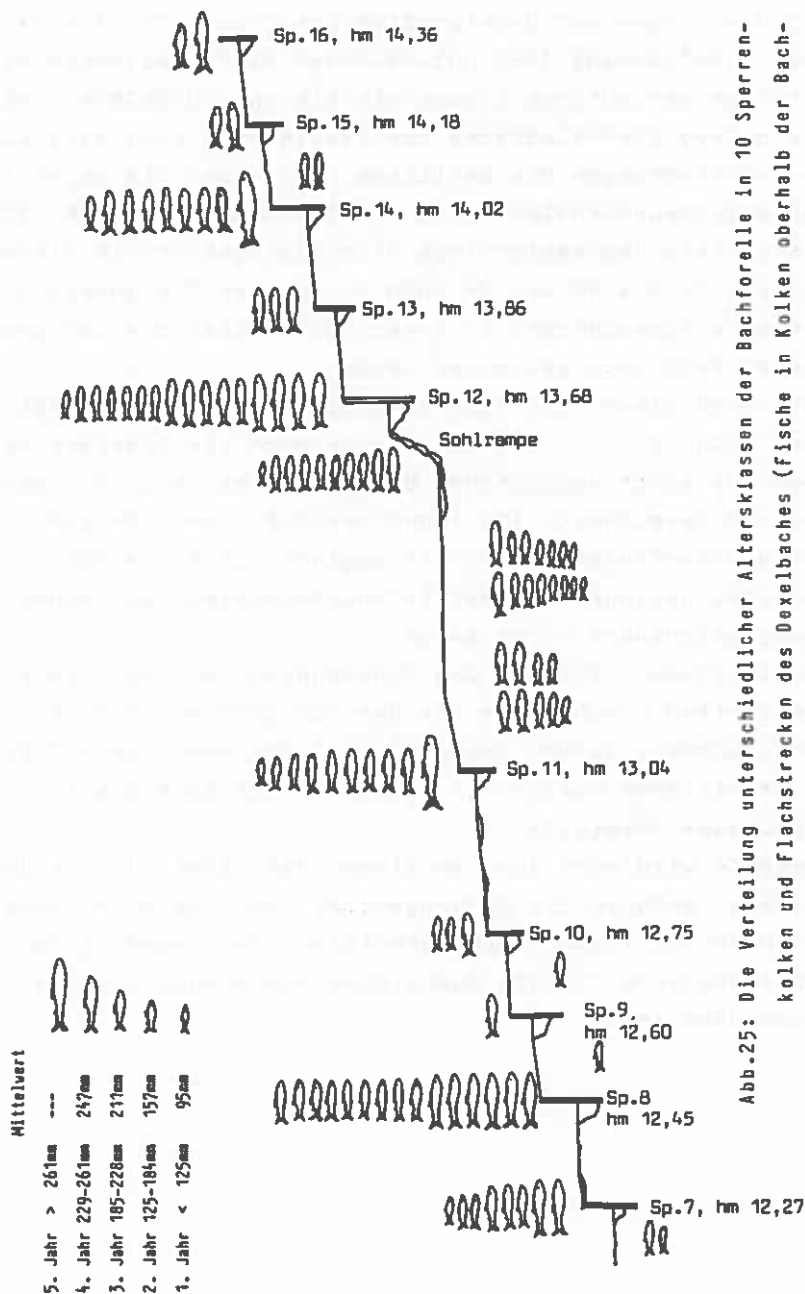


Abb.25: Die Verteilung unterschiedlicher Altersklassen der Bachforelle in 10 Sperrenkolken und Flachstrecken des Döselbaches (Fische in Kolken oberhalb der Bachsohle, Fische in Flachstrecken unterhalb); hm 12,15 bis hm 14,36 (Sp.16).

Die Trendanalyse für die Beziehung zwischen den Maximaltiefen und den Längen der Bachforellen zeigt auch für die beiden nach der E-Befischung 1983 untersuchten Staffelsectrecken eine sehr ähnlich verlaufende Gerade wie sie von JUNGWIRTH (1984) für die untere Staffelsectrecke des Dixelbaches ermittelt wurde. Da bei E-Befisctungen die Brütlinge (0+) durch die selektive Wirkung unterrepräsentiert sind (LIBOSVARSKY und LELEK, 1965), hat die lineare Regression ihre Hauptaussagekraft im Tiefenbereich von 18 bis 80 cm. Um auch im unteren Tiefenbereich eine bessere Aussagekraft zu erreichen, müßten die wenigen gefangenen Brütlinge gewichtet werden.

Zum Vergleich dieser gut fundierten Werte aus den Staffelsectrecken (Abb. 21., 22. und 23.) wurde noch die lineare Regression für einen natürlichen Bachabschnitt (Abb. 24) gerechnet und gezeichnet. Ihr Trend verläuft sehr ähnlich jenem aus den Staffelsectrecken, sie beginnt nur etwas höher. Das bedeutet geringere Wassertiefenunterschiede und daher auch ausgeglichene Fischlängen.

Alle drei Geraden, die aus den Punktepaaeren von Kolk-tiefen und gemittelten Fischlängen aus den dazugehörenden Kolken errechnet wurden, zeigen deutlich, daß die maximale Kolk-tiefe einen wesentlichen Faktor für die Größe der Bachforellen in einem Gewässer darstellt.

Andererseits wird aber auch deutlich, daß nicht nur die Gewässertiefe, sondern die Heterogenität bzw. das Vorhandensein von seichten und tiefen Bachabschnitten eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Ausbildung eines ausgewogenen Fischbestandes ist.

7.5 FISCHEREILICHE VERHÄLTNISSE

7.5.1 Fischeinstände und Fangmöglichkeiten

Der Wert von Wildbächen als Fischgewässer wird allgemein als sehr gering eingeschätzt. Da es viele Arten von Wildbächen gibt, kann über ihren fischereilichen Wert kein Pauschalurteil abgegeben werden. Viele Wildbäche des Gebirges scheiden von vornherein für derartige Betrachtungen aus. Bei allen übrigen wird dann nur nach dem Fisch- oder Pachtertrag ein Werturteil abgegeben, Erholungsfunktion und Biozönose werden außer acht gelassen.

Immer mehr Menschen suchen heute in der Natur Ruhe und Erholung vom streßbetonten Alltag. Unberührte, landschaftlich und biologisch mannigfaltige Gewässerregime tragen in sehr hohem Maß zur Erholung bei und übermitteln überdies ein unvergeßliches Naturerlebnis. Durch die wasserbauliche Tätigkeit sind vor allem sportfischereilich genützte Fließgewässer betroffen. Die fischereiliche Wertschätzung und die Attraktivität der Gewässer ergibt sich zum überwiegenden Teil aus ihrer Naturnähe (AMMANN, 1967).

Bei Wildbächen, die als Fischgewässer eingeschätzt werden, gelten lediglich die Unterläufe als wertvoll, da ihnen bezüglich der Reproduktion von Fischen, die aus dem Vorfluter einwandern, eine größere Bedeutung zugeschrieben wird. Zudem weisen Unterläufe meist eine gute Wasserführung auf, und der Fischzug ist hier meist noch ungehindert.

Im Dixelbach liegen die Fischereiverhältnisse dagegen anders. Hier liegt der Unterlauf durch seine eigene Auflandungstendenz sehr hoch und hat besonders in Trockenjahren eine extrem niedrige Wasserführung, die in manchen Streckenabschnitten nur wenige Liter/sec. beträgt, und manchmal versetzt das Wasser zur Gänze (vgl. Foto Nr. 9). Von der 1.150 m langen Unterlaufstrecke des Dixelbaches werden meist nur die oberen 500 m befischt und diese bedeutend seltener als der verbaute Mittellauf oder die unverbaute Schluchtstrecke. Etwa ab hm 9 weist er gut befischbare und stark besetzte Gumpen auf, jedoch

liegen Fischdichte, Fischlänge und Biomasse unter dem Durchschnitt des gesamten Baches (Tab. 17a und b). Im Kolk von Sperre 1 (hm 11,55) haben 20 bis 25 Fische ihren Einstand. 1980 wurde hier eine Bachforelle mit 320 mm Länge erbeutet.

Die untere Staffelstrecke des Mittellaufes weist tiefe und gut besetzte Sperrenkolke auf, die aber meist erst ab dem fünften (hm 12,03) befischt werden, da die darunter liegenden Kolke in Trockenjahren ausfallen (vgl. Foto 10) und daher nur mit jüngeren Bachforellen besetzt sind. 1982 wurde bei Sperre 6 (hm 12,14) eine größere Regenbogenforelle gefangen ($280|212|K_{FB}=0,97|4+$); die Zahlen in Klammer bedeuten: 280 ist die Länge in mm, 212 das Gewicht in g, K =Konditionsfaktor nach FULTON, $F8$ =Monat August, $4+$ die Altersangabe.

Bei Sperre 7 (hm 12,77) und Sperre 8 (hm 12,45) befinden sich sehr gute Einstände, da hier bei geringer Wasserführung der Fischaufstieg unterbunden ist (Abb. 20, 25 und Anhang).

In der Sohlrampe von Sperre 12 (hm 13,68) haben 10 bis 25 Fische ihren Einstand. Im Sperrenkolk wurde 1978 eine starke Bachforelle gefangen ($320|400=K_{F6}=1,22$).

Bis Sperre 17 (hm 14,59) liegen ähnliche Verhältnisse vor, da die Staffelstrecke wie die darunter liegende in doppelwandiger Steinkastenbauweise ausgeführt ist. Durch den schlechten baulichen Zustand der Wangen einiger Tosbecken haben sich hier sehr weit unter das Ufer reichende Einstände gebildet. Die Forellen sind wesentlich stärker als im Unterlauf. Es stehen hier auch immer wieder Regenbogenforellen. Bachaufwärts schließt bis zur Sperre 20 (hm 16,50) eine sehr gleichförmig strukturierte Bachstrecke an, die viele Jungfische beherbergt, da hier Laichplätze liegen. Durch den Einbau von zwei Konsolidierungssperren in Beton zwischen 1975 und 1976 wurde diese Bachstrecke beruhigt und einige Einstände für größere Fische im Rampenbereich geschaffen, jedoch wurde durch den hohen Überfall der Fischzug unterbunden. Bei Sperre 18 liegen die Wurfsteine bis zum Fundament, wodurch sich viele Fische bei der Abdrift verletzen oder erschlagen (Foto Nr. 17).

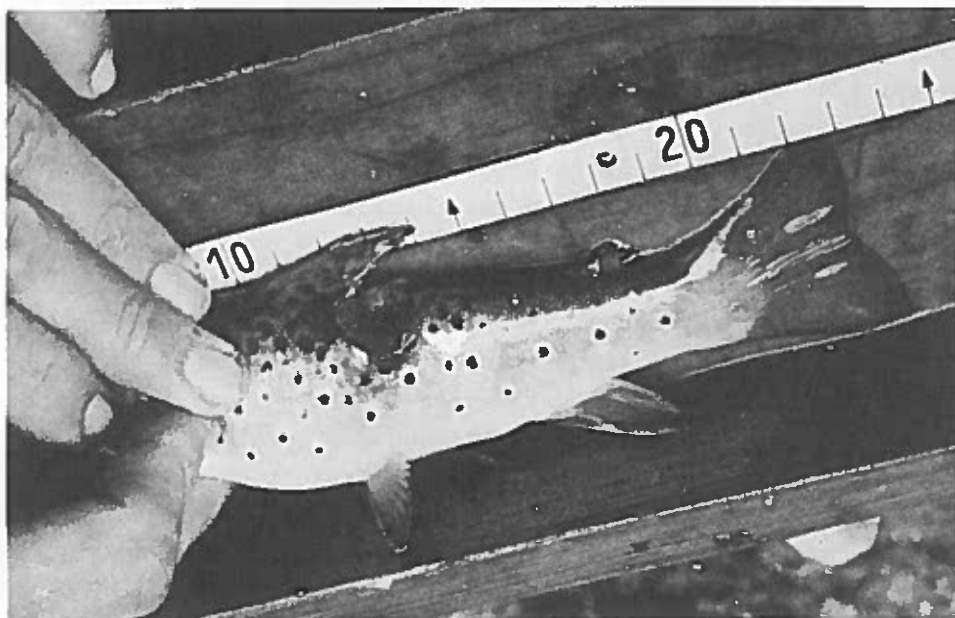


Foto 17: Eine Bachforelle (196 mm Länge) mit schwerer Verletzung am Rücken, die bei der Abdrift durch das Hochwasser entstanden ist.

Bei Sperre 19 (hm 16,33) befindet sich ein kleiner Kolk zwischen Sperre und Rampe, wodurch die Fänge bereits besser sind (1979 18F|320|380| $K_{FB}=1,14$). Die Sohlrampen sind auch hier sehr gute Einstände, nur sind die gehakten Fische schlecht zu fangen, da Wildholz in den Fugen steckt. Die folgenden Sperren 20 bis 22 (hm 16,50, hm 16,66 und hm 16,98) sind für den Fischaufstieg wieder unüberwindlich, besitzen aber tiefe und großflächige Kolke, in denen wieder standortstreu Regenbogenforellen anzutreffen sind. Diese Kolke beherbergen oft bis zu 25 Fische, davon einige starke Exemplare. Der Sperrenkolk von 20 ermöglichte den Fang einer 6-jährigen Bachforelle (297|256| $K_{F7}=0,98$). In Sperre 22 gab es folgende starke Exemplare: 1974 RB (290|240| $K_{F7}=0,98$) BF (320|320| $K_{FB}=0,98$) und 1975 RB (305|330| $K_{F5}=1,16$). Bachaufwärts folgt die Staffelstrecke von hm 17,14 bis hm 18,05. Sie hat geringere Überfallshöhen und Kolk-tiefen, die Bachsohle ist zwischen den einzelnen Sperren gut

strukturiert. Die Fänge liegen hier wieder über dem Durchschnitt, obwohl nie ganz kapitale Fische erbeutet wurden (Abb. 23). In der letzten Sperre dieser Staffelsecke wurde eine Bachforelle von 273 mm Länge bei der E-Befischung gefangen, die eine 152 mm große Artgenossin bereits verschluckt hatte und durch den Schock wieder hervorwürgte (Foto 15). Es folgen die Sperren 30 (hm 18,18), 31 (hm 18,33) und 32 (hm 18,65), die durch ihre über 2 m hohen Überfälle den Fischzug wieder unterbinden. Ihre Kolke sind breit, nicht besonders lang, die Tiefen für die beiden unteren liegen um 60-70 cm, für Sperre 32 bei 80 cm. Der Besatz in diesen Kolken ist sehr gut und erreicht - wie die E-Befischungen zeigten - bis zu 12 Stück. Im Jahr 1975, ein Jahr vor der Errichtung der Retentionssperre Nr.33 bei (hm 19,39), wurde hier von einem Gast am 7.8. mit dem Rotspinner der bisherige Rekordfisch im Dixelbach seit der Pachtung im Jahr 1971 gefangen ($BF\ 340|510|K_{FB}=1,3$). Diese Bachforelle hatte ein orange-rotes Fleisch wie ein Lachs. Bei der E-Befischung 1983 wurde wieder eine starke Bachforelle in diesem Kolk gefangen ($305|260|K_{FB}=0,92$). Anschließend folgt bis zur Retentionssperre Nr. 33 (hm 19,39), die einen Überfall von 4 m hat (Foto 4), eine naturbelassene Strecke mit vielen Jungfischen. Im Kolk dieser Sperre wurden bis zu 25 Fische elektrisch gefischt. Der Kolk ist bis über 1 m tief und hat durch mehrere Wurfsteine, die aber nicht bis unter den Überfall reichen, sehr gute Einstände. Eine Bachforelle mit 332 mm Länge wurde hier bereits gefangen. Oberhalb dieser Sperre beginnt der natürliche Bachabschnitt, der sich über die Schluchtstrecke bis Sperre 34 und 35 fortsetzt (hm 23,21 und hm 23,96). In dieser Strecke (5) liegen die Durchschnittslängen bei 175 mm und die Gewichte bei 53,3 g (vgl. Tab. 17b) knapp an zweiter Stelle des Gesamtbestandes. Es werden hier viele starke Bachforellen gefangen, doch die ganz starken fehlen. Die Ursache hiefür liegt nicht nur in der Instabilität des Biotops dieser Gewässerstrecke, obwohl gelegentlich verendete Fische nach Hochwässern gefunden wurden, sondern im Fehlen von entsprechenden Gumpentiefen um

einen Meter. Hier finden sich gute Laichplätze (Foto 3). Durch die lineare Regression zwischen Maximaltiefen und den Längen der Bachforellen in diesen natürlichen Gumpen und Flachstrecken wird die Erfahrung des Praktikers bestätigt (Abb. 24). Die Sperre 35 (hm 23,96) unterbindet mit ihrem 2,45 hohen Überfall wieder den Fischaufstieg. In ihrem Kolk wurden jedoch nie mehr als 10 Fische gezählt. Eine starke Bachforelle ging 1981 an die Angel ($298|230|K_{Fg}=0,87$). Nach einer kurzen Auflandungsstrecke erfolgt die Einmündung des Lichtenbuchinger Grabens (hm 24,30). Von hier aufwärts folgt nach einigen natürlichen, für die Fische kaum überwindbaren Kaskaden, wieder eine Staffelstrecke, die mit 3 Konsolidierungssperren in ZMMW- und 7 in doppelwandiger Steinkastenbauweise bis zum Güterweg verbaut ist. Sperre 45 (hm 26,82) bildet den Abschluß. Diese Strecke ist wieder für die Befischung sehr interessant, da sich in den großen und tiefen Kolken nicht nur zahlreiche, sondern auch starke Exemplare finden. Bis zu 23 Fische wurden in Sperre 38 (hm 25,77) gezählt, ansonsten meist ein Dutzend. Diese Befischungsstrecke (3) weist die größte Fischdichte mit 2.842 Stück pro Hektar und die größte Fischbiomasse mit 102,6 kg pro Hektar auf (Tab. 17b). Diese guten Werte sind auf die Beruhigung dieser Strecke und die tiefen Sperrenkolke sowie eine gute Strukturierung in den Zwischenstrecken zurückzuführen. Bedingt durch die hohe Fischdichte und die Seehöhe liegen hier die Längen- und Gewichtswerte im Mittel mit 153,3 mm und 36,1 g. Sie sind aber bereits wesentlich kleiner als in den darunterliegenden Abschnitten. Einzelne Standfische wachsen trotz der Höhenlage von 700 m zu erstaunlicher Größe ab. Aus dem Kolk von Sperre 43 wurde eine Bachforelle ($321|400|K_{F10}=1,21$) mit 8 Jahren (7+) 1983 gefangen. 1982 wurde aus Sperre 41 eine weitere große Bachforelle erbeutet ($300|214|K_{F8}=0,79$), die aber sehr schlechte Kondition hatte, wie ihr Konditionsfaktor aufzeigte. Im nächsten Jahr wurde aus demselben Kolk eine mindestens 7-jährige Bachforelle $>(6+)$ gefangen ($278|192|K_{F9}=0,89$). 1971 wurde von mir aus Sperre 42 (hm 26,52) ein Tigerfisch mit

195 mm Länge erbeutet (Kap. 7.3.3).

Oberhalb des Güterweges wird nicht gefischt, obwohl einige kleinere Gumpen noch guten Besatz aufweisen.

Der Lichtenbuchinger Graben (4) bringt mit 2.297 Bachforellen pro Hektar die zweitstärkste Population (Tab. 17b), liegt aber in den Mittelwerten mit 152 mm und 35,2 g noch knapp unter der Abfischstrecke 3. Da der größte Teil unverbaut ist und eine sehr gute Sohlenstruktur aufweist, ist die große Populationsdichte verständlich. Auf Länge und Fischgewicht dürfte sich auch hier bereits die Seehöhe auswirken. Die Fischwanderung ist hier gleich nach der Einmündung in den Hauptgraben durch mehrere hohe natürliche Felskaskaden unterbrochen. Bei hm 1,61 befindet sich eine Betonsperre zur Konsolidierung des Bachregimes (Kap. 2.5), die immer ein guter Fischeinstand für ein Dutzend Fische war. Bei der letzten E-Befischung wurde hier die RB 15 (Foto 16), die 1981 oberhalb dieser Sperre ausgesetzt worden war, wieder gefangen. 1981 betrugen die Kennzahlen der RB 15 ($199|91|K_{F9}=1,15$). Nach ihrer Migration bachabwärts wurde sie in diesem großen Kolk standortstreu und war bereits im Oktober in voller Laichtracht wie die Bachforellen. Ihr Abwuchs war sehr gut, wie die Werte 1983 zeigen ($271|250|K_{F10}=1,25$).

Bei hm 2,11 findet sich wieder eine Steinkastensperre, in deren Kolk meist ein Dutzend Fische einstehen. Die starken Bachforellen werden hier immer wieder gestohlen. Zwischen dieser Sperre und der Grundschwelle bei hm 3,47 finden sich in dem sehr stark strukturierten Bachbett zahlreiche Jungfische. Diese Grundschwelle war immer ein guter Fischeinstand, da sich bis zu 20 Stück dort befanden. Bei der E-Befischung hatte die stärkste Bachforelle folgende Werte ($285|227|K_{F10}=0,98$).

Oberhalb des Zusammenflusses dieser Strecke wird nicht mehr gefischt. Dieser Abschnitt wird als Laichschonstätte behandelt, da er beste Bethosbiomassewerte hat (Kap. 5.3, Tab. 14). Diese Strecke ist ebenfalls durch Fischdiebe sehr gefährdet, da in nächster Nähe die Häuser von Schwarzenbach und Lichtenbuch liegen.

7.5.2 Fischbiomasse, Ertrag und Besatz

Der Fischbestand für den Dixelbach ergab aus den beiden E-Befischungen 1.338 bzw. 1.363 Stück für eine Wasserfläche von 11.155 m² bei Niederwasserführung. Der durchschnittliche Abfluß bei der Meßsperre betrug für 1983 rund 761/sec. (Jahrhundertsummer). Pro Hektar ergab sich für 1983 ein Bestand von 1.222 Stück bzw. eine Biomasse von 50,6 kg und auf 100 m Bachlänge 45 Stück im Mittel (Tab. 17a und b).

Der Gesamtfischbestand von 1.338 Stück unterteilte sich 1980 auf 1.074 BF, 250 RB und 14 BS; 1983 entfielen von 1.363 Stück auf BF 1.350, 10 auf RB und 3 auf BS. Der starke Rückgang der Regenbogenforelle ist wie bereits in Kap. 7.4.2 auf die dort angeführten Ursachen zurückzuführen. Nicht unerheblich dürfte auch die Entnahme von 40 Exemplaren für die Berechnung der Längen - Gewichtsregression gewesen sein.

Die Bachforelle benötigt keinen Nachbesatz, die Regenbogenforelle wurde in kleinen Stückzahlen eingesetzt. 1976 55 Stück mit 120 bis 150 mm Länge und 1977 20 Stück mit derselben Größe. Der starke Regenbogenbesatz stammte aber aus einem Seitenarm des Lichtenbuchinger Grabens. Dort befanden sich vorgestreckte Regenbogenforellen, die bei einem Hochwasser abgespült wurden. Diese drifteten im Lauf der Zeit immer weiter ab, einige wurden standortstreu, viele dürften die zahlreichen Abstürze über die Sperren nicht überlebt haben. Bachsaiblinge wurden im Dixelbach 1976 27 Stück, 1978 25 Stück und 1981 10 Exemplare mit Farbmarkierung, 5 Saiblinge mit Dennisonmarkierung ausgesetzt (Kap. 8.3.2 und 8.3.1).

Das Brittelmaß war für alle Fische von mir mit 25 cm festgelegt worden. Die Zahl der entnommenen Fische betrug nie mehr als 25 Stück pro Jahr. Dies entspricht bei der mittleren Länge von 280 mm einem Gewicht von 5,5 kg. Das Gewicht des Gesamtbestandes würde etwa 56 kg betragen, bzw. 18,7 kg/km Bachlänge.

Bei einem Gesamtbestand von 56 kg könnte somit ein Ertrag

von 28 kg/Jahr entnommen werden. Diese Ertragsentnahme von 50 % des Gesamtbestandes wurde nach einem Gutachten von JAGSCH (1976 u. 1977) vom BUNDESINSTITUT FÜR GEWÄSSERFORSCHUNG UND FISCHEREIWIRTSCHAFT ermittelt. Aus dem im Gutachten festgelegten Prozentsatz für die altersmäßige Zusammensetzung der Fische ergibt sich für den Dixelbach ungefähr folgende Aufteilung: 36 kg Speisefische, 13 kg 2-sümmrige, 4 kg 1-sümmrige, und 1 kg Brut.

7.5.3 Praktische Ratschläge für Fischer

Die Fischeausübung soll ausschließlich mit der Fluggerte erfolgen, da sie besonders bei Verwendung von widerhakenlosen Fliegenmustern, die schonendste Befischungsart für ein Kleingewässer ist. Bei dieser Befischungsart kann man die noch untermaßigen Fische vom Haken abkommen lassen, ohne sie in die Hand nehmen zu müssen. Da beinahe alle Fliegenfischer mit einer Polaroidbrille ausgestattet sind, haben sie noch die Möglichkeit, die Fische gar nicht zu haken, da sie diese ja bereits vor dem Anbiß sehen.

Wird so ein Kleingewässer wie der Dixelbach nicht intensiv befischt, so ist keinerlei Besatz erforderlich. Fischen mehrere Pächter und Lizenznehmer oder werden noch dazu Tageskarten ausgegeben, so muß auf alle Fälle ein Besatz erfolgen.

Wegen der Verlängerung der Fischeaison ist die Regenbogenforelle in solchen Gewässern in kleinem Maße erwünscht, erfordert aber auf alle Fälle einen dauernden Nachbesatz.

Ähnlich verhält es sich mit dem farbenprächtigen Saibling, der noch dazu ein begehrter Sportfisch ist und ein äußerst delikates Fleisch besitzt.

Nähere Angaben über die Ausrüstung überschreiten das Thema dieser Arbeit.

7.6 ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit Hilfe der E-Befischung von 1980 und 1983 konnte für den Dixelbach nachgewiesen werden, daß die Höhe der Gesamtpopulation trotz schwerer Trockenperioden, mit Fischausfällen überwiegend in der unteren Staffeltrecke, erhalten blieb. Die Regenbogenforelle war 1983 nur mehr mit 0,73 % und der Bachsaibling mit 0,22 % im Gesamtfischbestand vertreten. Die mittlere Fischlänge der Bachforelle und das mittlere Fischgewicht betrug 1983 160,2 mm und 41,2 g, 1980 dagegen 170 mm und 49,2 g.

Das Längen-Frequenz-Diagramm für 1980 und 1983 brachte zum Ausdruck, daß der Abwuchs für 1983 etwas besser war als 1980, was jedoch nicht zu dem geringeren mittleren Fischgewicht für 1983 im Gegensatz steht, da letzteres durch eine größere Anzahl von Jungfischen bedingt ist. Der günstige Abwuchs für 1983, der besonders beim zweiten (1+) und dritten (2+) Jahrgang auftrat, war in der höheren Wassertemperatur (Jahrhundertssommer) zu suchen. Beim Vergleich mit anderen Gewässern zeigt sich, daß der Dixelbach im Längenwachstum der Fische zu den eher ertragsarmen Fischgewässern zählt. Dies ist auch aus dem Konditionsfaktor, der im Juni bei 0,99 und im Oktober bei 1,01 lag, und aus der Abb. 18 ersichtlich. Als weiterer Vergleichswert kann der Anstieg der Geraden der Längen-Gewichtsregression verwendet werden. Er wird als Konditionsfaktor betrachtet, um die Kondition der Fische innerhalb verschiedener Jahreszeiten vergleichen zu können (Abb. 19a und 19b). Eine größere Steilheit der Geraden drückt einen besseren Konditionsfaktor aus. Bei den Biomassen liegen die Werte im Vergleich zu anderen Gewässern ähnlich niedrig.

Allgemein kann für alle Wildbäche und ähnliche Fließgewässer festgestellt werden, daß Populationsdichte und Biomasse vom Ausmaß der Strukturierung der Bachsohle abhängen, und daß die Gewässertiefe ein maßgeblicher Faktor für die Fischgröße ist (Abb. 21 bis Abb. 24).

Die Untersuchungen im Dixelbach ergaben, daß die eingesetzten Regenbogenforellen zum überwiegenden Teil ab einer Größe von

200 mm bis 220 mm bzw. einem Alter von mehr als vier Jahren (>3+) in den See abwanderten. Ein Teil der Bachsaiblinge migrierte sofort nach dem Aussetzen in den See, oder er wanderte ebenfalls erst im vierten Jahr (3+) dorthin ab. Durch diese Abwanderungstendenz wird die Population dieser beiden Fischarten so verdünnt, daß die Fische zur Laichzeit, bedingt durch zu hohe Sperren, keinen Laichpartner mehr finden können. Als Beispiel dient hier die RB 15 im Lichtenbuchinger Graben (Foto 16), die im Kolk unter der Betonsperre (hm 1,61) ihren Eistan- d hatte und nicht ablaichen konnte.

Wie bereits durch die Ergebnisse der E-Befischungen im Dixelbach bewiesen werden konnte, sind die beiden Fremdfischarten nicht in der Lage, die einheimische Bachforelle aus ihrem angestammten Gewässer (Epi- und Metarhithral) zu verdrängen.

Die zusätzliche Bereicherung eines Gewässers, besonders durch den prächtigen Bachsaibling, sowie die Verlängerung der Fangsaison durch die gutwüchsige Regenbogenforelle bringen dem Sportfischer eine erfreuliche Abwechslung.

Schlußfolgerungen für Planung und Bauausführung von Schutzwasserbauten und Sicherungsarbeiten im Bereich von Fischgewässern:

Die folgenden Vorschläge wurden am Dixelbach mit Hilfe der Untersuchungen über die Fischpopulation erarbeitet und können daher für Wildbäche ähnlicher Größenordnung und Klassifikation übernommen werden und auch für anders gelagerte Wildbachverhältnisse teilweise Anwendung finden. Die Beachtung, Auswahl und Anwendung dieser Vorschläge bleibt entsprechend der nachweislichen Abwägung schutztechnischer, hydraulischer und hydrobiologischer Wertigkeiten dem projektierenden Fachmann überlassen.

1. Da stark strukturierte Fließgewässerabschnitte wesentlich höhere Fischdichten und Biomassen als schwach oder nicht strukturierte Gerinnestrecken aufweisen, wären vorhandene Sohlenstrukturierungen bei baulichen Eingriffen aus hydrobiologischer Sicht zu erhalten bzw. wieder herzustellen.

2. Sind im Bachbett Tiefen- und Breitenheterogenität vorhanden, dann sollten sie auch im Fall einer notwendigen Regulierung erhalten bleiben, da sie in ihrer Wechselwirkung die Populationsdichte heben und die Altersklassenverteilung überaus günstig beeinflussen. Sie können auch durch Sperren und deren Kolke, durch die Wirkung von Buhnen, Wurfsteinen und dgl. künstlich erreicht werden. Ob derartige Tiefen- und Breitenheterogenität natürlich oder durch künstliche Einbauten entstanden sind, ist für die Fische offensichtlich unerheblich. Das ist gerade für die Beurteilung von Wildbachverbauungen sehr wesentlich, da Verbauungen eben keineswegs nur hydrologische Nachteile, sondern auch sehr wohl Vorteile gegenüber dem Naturzustand bringen können. Gerade dieser Bach zeigt, daß durch die Verbauung der Lebensbereich vergrößert werden konnte, wie die gute Fischpopulation in den Staffelstrecken beweist, obwohl durch die Baumaßnahmen der Fischzug unterbunden wurde und andere nachteilige Eingriffe entstanden sind.
3. Vorhandene Kolke bzw. Gumpen sind wichtige Refugien für ältere Fische und hinsichtlich ihrer Tiefe auch ein wichtiger Parameter für die dort zu erwartende Fischgröße. Überdies sind sie bei Hochwässern und Trockenperioden lebenswichtige Einstände für Fische jeglicher Größe. Aus diesen Gründen soll die Wasserkubatur im Kolk groß genug sein und seine Tiefe für einen Bach in der Größenordnung des Dixelbaches über 60 cm liegen, wodurch nicht nur große Fische gedeihen können, sondern auch eine ausreichende Wassertiefe für steigende Fische zur Überwindung kleinerer Überfallshöhen vorhanden ist. Andere Vorteile sind in Kap. 3.3 und 4.3 aufgezählt. Bei Besatz mit Regenbogenforellen sollte die Wasseroberfläche der Kolke mindestens 15 m² betragen, um dadurch ihren Abwanderungstendenzen Einhalt zu gebieten. Sehr wichtig ist auch, daß das Wasser während der Trockenperioden nicht in den Kolken versetzt. Dies kann z. B.

im Schwemmkegelbereich durch Vermeidung von Dammbächen, die durch händisches Räumen in früheren Zeiten oft entstanden sind und deren Niveau man später beibehalten hat oder deren nachträgliche Absenkung zur Einbeziehung des Grundwasserstromes in das Bachregime erreicht werden. Ebenso sollten allfällige Quellen und kleine Gerinne so gefaßt werden, daß sie dem Kolk über die Abflußsektion der Sperre zugeführt werden.

4. Abstaffelungen mit einer großen Zahl kleinerer Grundschwellen und Sperren sind nicht nur wegen der geringeren notwendigen Sprunghöhe zu ihrer Überwindung günstiger als hohe Sperren, sondern sie vergrößern auch den Lebensraum für Fische und Benthostiere. Sie sichern deren Überleben bei Hochwässern und Trockenzeiten, wodurch die Fischpopulation erhöht wird.
5. Die Luftseite von Absturzbauwerken ist so auszuführen, daß abdriftende Fische nicht auf vorspringende Fundamente, verlorene Schalungen, Wurfsteine, Piloten, Spundwände und dgl. aufschlagen können (vgl. Kap. 11.1.2).

Querwerke sind von vornherein so tief zu fundieren, daß sie nicht gefährdet werden können und ihre Kolke (Tosbecken) möglichst stabil bleiben. Nachträgliche Fundamentsicherungen durch Vorwurfsteine unmittelbar vor gefährdeten Sperren, die bis an diese heranreichen, kennzeichnen einen Projektierungsfehler in fachlicher Hinsicht und sind in Fischbächen grundsätzlich abzulehnen. Überdies beschleunigen sie den Hochwasserabfluß in unerwünschter Weise, da die Verweilzeit des abfließenden Wassers im Kolk verhindert wird (RUF, 1983).

6. Um bei Konsolidierungssperren größere Höhenunterschiede überwinden zu können, bietet sich als günstige fischfreundliche Bauweise die Kombination einer Sohlrampe mit daran bachaufwärts anschließendem Kolk und einem Querwerk an, dessen Überfallshöhe bei ausreichender Kolk-tiefe 1,00 bis 1,30 m nicht übersteigen sollte. Um auch Jungfischen den Aufstieg zu ermöglichen, müßten die

Überfallshöhen jedoch mindestens um 30 % niedriger gehalten werden.

Man wird diese Lösungen sicher nicht generell bei der Projektierung von Staffelungen verwirklichen können, obwohl sie aus fischereibiologischer Sicht wünschenswert wären. Sie sollten jedoch bei Sanierung von Bachabschnitten, bei denen Sperren von Unterkolkung bedroht sind, beachtet werden. Mit Hilfe einer solchen kombinierten Bauweise, kann in schutztechnisch und hydrobiologisch einwandfreier Weise eine Sanierung durchgeführt werden.

7. Rückhaltebauwerke (Retentionssperren) bezwecken das Retendieren, Dosieren und/oder Sortieren sowohl für Geschiebe als auch für Wasser. Auf diesem Sektor gibt es eine Unzahl von Konstruktionstypen. Den meisten dieser Bauweisen ist zu eigen, daß sie eine oder mehrere bis zum Fundament durchgehende Öffnungen (Schlitzsperre bzw. Pfeiler- und Gittersperren) aufweisen, die dem Fischzug kein Hindernis entgegen setzen.

ZÖLLINGER (1983) gibt 7 verschieden ausgestaltete Durchflußöffnungen für Schlitzsperren als die wichtigsten an, die aber jeweils verschiedene Modifizierungen erfahren können. Diese für den Fischzug überaus günstigen Bauweisen erhalten aber oft Zusatzkonstruktionen, die den Fischaufstieg wieder erschweren können. Hierzu zählt der oftmals beobachtete hohe Überfall an der Luftseite des Schlitzes, der entweder die Sprunghöhe der Fische übersteigt und/oder in einer gepflasterten Sohle, zum Zweck des Materialtransportes gebaut, weiterführt. Manche zusätzliche Spülvorrichtungen und Wildholzrechen beeinträchtigen ebenfalls den Fischaufstieg.

Einfache Ausführungen von Balkensperren, Schlitzsperren großdoligen Rückhaltesperren mit eigener Grunddole, Rechensperren, Pfeiler- und Pfeilerbalkensperren, Gitterrost- und Netzsperren, Christbaumsperren und dgl. begünstigen den Fischaufstieg im Vergleich zu anderen Querwerken.

Es wird in diesen Fällen jeweils abzuwägen sein, inwieweit eine fischfreundlichere Modifikation der Retentionssperren die erforderliche Schutzfunktion voll gewährleistet.

Es wäre auch zu trachten, die Auswirkungen der Wassertrübung auf den Fischbestand, verursacht durch länger andauernde Spülungen, und die damit verbundene Beeinflussung der Korngrößen des Laichsubstrates auf die hydrobiologischen Folgen durch weitere Untersuchungen zu klären.

8. Wenn bei Unterläufen, Brückenunterführungen und dgl. mit geringem Gefälle Geschiebe weitertransportiert werden muß, dann besteht die Möglichkeit, mit Hilfe einer nicht zu hohen und flachen Sinoidalschwelle mit anschließender Schale und zahlreichen Raststrecken (mindestens alle 30 m) diese Forderung technisch und hydraulisch einwandfrei zu erfüllen.
9. Genügend lang dimensionierte Tosbecken mit seitlich der Abflußsektion wenigstens 1 m weit zurückgesetzten Wangen bieten verbesserte Einstandsmöglichkeiten und tragen zur Hebung und Sicherung der Fischpopulation bei.
10. Bachräumungen sollten nur im Fall einer schutztechnischen Notwendigkeit durchgeführt werden. Zu schematisch ausgeführte Bachräumungen müssen vermieden werden, da sie die Bettstruktur vereinheitlichen und die hydrobiologische Tiefen- und Breitenheterogenität zerstören. Bei Bachräumungen sollten nachfolgende Punkte Beachtung finden:

Sie sind auf die schutztechnisch notwendigen Strecken zu beschränken, und selbst hier wären große in der Bachsohle eingebettete Geröllblöcke dann zu belassen, wenn dies ohne Beeinträchtigung des Abflusses und der bezweckten Schutzfunktion möglich ist, damit die gleichförmige Strömung unterbrochen wird. Die dadurch entstehenden Ruhigwasserzonen bilden gute Fischeinstände. Auch die nachträgliche Einbettung von großen Wurf-

steinen in unregelmäßiger Anordnung im bereits ausgeschobenen Bachbett bietet die Möglichkeit, Strömungs- und Tiefenheterogenität herzustellen.

Diese Wurfsteine sollten länglich sein und bachaufwärts zur eigenen Stabilisierung tiefer eingebettet werden. Dadurch wird auch ein zu starkes Verwerfen des Baches vermieden und das unerwünschte Anlanden von Wildholz verringert. Um Angriffe auf die Uferdeckwerke zu vermeiden, sollte diese Methode aber nur bei Bachbreiten über 5 m Anwendung finden und die Breite der Wurfsteine nicht mehr als ein Zehntel der Sohlenbreite betragen. Diese Methode wurde unter anderem versuchsweise in der GBLTG. ATTERGAU und INNVIERTTEL von KEILER (1984) ausgeführt.

Das Substrat der Bachsohle sollte eher rauh bleiben. MARRER (1981) führt als Höchstwert eine Wassergeschwindigkeit von 1,8 m/sec. an, die bei Normalwasserführung erreicht werden dürfte, um für die Bachforelle noch verträglich zu sein. Nach den eigenen Messungen im Dixelbach liegt dieser Wert aber hier viel zu hoch. Die Messungen der Geschwindigkeit bei Fischeinständen ergaben am Dixelbach nie höhere Geschwindigkeiten als 0,30, einmal 0,70 m/sec. Der letzte Wert wurde am Standplatz eines ausgewachsenen Bachsaiblings festgestellt.

11. Bei Ufersicherungen sollte so vorgegangen werden, daß normalerweise nur die Prallufer saniert werden, bzw. die erforderlichen Uferschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der ungleichen Beanspruchung von Prall- und Gleitufer unterschiedlich gewählt werden. Bei genügenden Platzverhältnissen sollte, wenn es die geforderte Transportleistung im Hinblick auf den vorhandenen Rauigkeitsbeiwert (K-Wert) gestattet, mit flachverlegten Wurfsteinen ein natürlich wirkendes Bachufer geschaffen werden. Die Wurfsteine sind daher so zu verlegen, daß sie bachaufwärts dachziegelartig mehr in das Ufer eingebettet werden als bachabwärts (Abb. 26). Dadurch entstehen

nicht nur gute Verwirbelungen und Fischeinstände, sondern die Wurfsteine sind auch gegen ein Herausreißen bei Hochwasser besser geschützt. Ufersicherungen mit Wurfsteinen oder Steinschlichtungen sind vom fischereilichen und ökologischen Standpunkt glatten Leitwerken vorzuziehen. Letztere sind nur an Bachstrecken anzuwenden, wo es aus Transportgründen dieser hohen Glattheit in Sohle und Uferabdeckung bedarf.

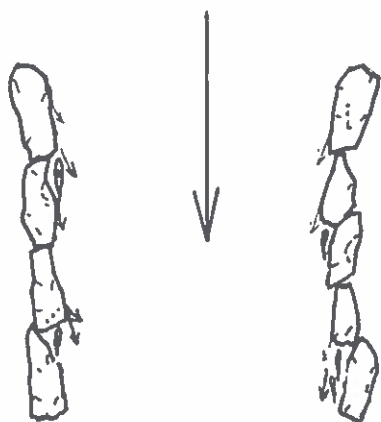


Abb. 26: Bautechnisch und hydrobiologisch wünschenswertes Verlegungsschema für Steinschlichtungen.

Um seitlichen Wasserangriff abzuwehren, bietet sich bei Uferdeckwerken verschiedener Bauweisen das Vorwerfen von verhängtem Wurfsteinmaterial (Verhängmauerwerk) an. Dadurch entstehen kleine Verwirbelungen und solcherart unterschiedliche Wassertiefen.

Eine gute Tiefen- und Breitenvarianz kann in breiteren Unterläufen von größeren Bächen und Wildflüssen auch durch den Einbau von Buhnen erzielt werden.

Bei Hochwasser sollten die Schäden immer nur im schutztechnisch erforderlichen Gerinneabschnitt und nicht generell vorbeugend über weite Strecken behoben werden. Dabei sind protzige Uferbäume, wenn sie ins Bachbett zu

stürzen drohen, wegen der möglichen Verklausungsgefahr für Bachbett und Brücken rechtzeitig auf Stock zu setzen, jedoch noch fest im Ufer verankerte Wurzelstücke zu belassen. Ragt ein den Abfluß nicht hemmender Wurzelfilz in das Bachbett, so ist dieser beliebte Fischeinstand nicht grundlos zu zerstören.

12. Begradigungen und Durchstiche sind mit Rücksicht auf die Fischpopulation, die Abflußverzögerung und die Umweltökologie zu vermeiden, wenn kein schutztechnisches Erfordernis besteht. Durch derartige Baumaßnahmen geht die Tiefenheterogenität zwischen Prall- und Flachufern verloren, und die nutzbare (produktive) Wasserfläche wird dadurch verkleinert. Andererseits wird es natürlich in einem besiedelten Sohlental nicht möglich sein, Mäander zu belassen, weil dann durch die Abflußverzögerung eine Gefahr entsteht.

13. Bei Wasserausleitungen, zu hoch liegenden Sperrenkolken, Revitalisierungsmaßnahmen, Versitzen des Bachwassers und dgl. könnte in Hinblick auf die Erhaltung des Fischbestandes oder des Fischzuges durch die Auskleidung von einzelnen Kolken mit Folien Abhilfe geschaffen werden. Bei stärkerem Geschiebetrieb ist diese Maßnahme nicht durchführbar, bei Niederungs- und Dammbächen jedoch da oder dort möglich.

Die Folie könnte zu ihrem Schutz mit Verhängmauerwerk überdeckt werden. In derartigen Fällen kann man an das Versetzen einer Sohlgurte denken, um die Wassertiefe im Kolk zu stabilisieren und um auch bei geringem Wasserüberfall noch einen Fischeaufstieg zu ermöglichen.

Bei all diesen Maßnahmen, die die Wasserhöhe im Kolk und an der Abflußsektion erhöhen oder stabilisieren, ist daran zu denken, daß die Bachforelle ein Herbstlaicher ist. Dies bedeutet hinsichtlich der Gerinnehydraulik, daß diese Salmonidenart ihren Laichaufstieg erst zu einer Zeit durchführt, in der in den meisten Gewässern bereits eine sehr geringe Wasserführung auftritt. Daher

müßte aus fischereilicher Sicht für einen entsprechenden Wasserstand zu dieser Zeit Sorge getragen werden. Wieweit durch die Verwendung von Folien die Durchströmungsverhältnisse im hyporheischen Interstitial geändert werden, kann nur durch künftige Untersuchungen geklärt werden.

Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

Heft Nr.

- 135 "Österreichisches Symposium Fernerkundung"
(1981) Veranstaltet von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der Österreichischen Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen (ASSA) in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 1. - 3. Oktober 1980 in Wien
Preis ö. S. 250,-
- 136 "Großdüngungsversuch Pinkafeld"
(1981) JOHANN Klaus: "Ertragskundliche Ergebnisse"
STEFAN Klaus: "Nadelanalytische Ergebnisse"
Preis ö. S. 150,-
- 137/I "Nachweis und Wirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen"
(1981) IUFRO-Fachgruppe S2.09-00 Luftverunreinigungen, Tagungsbeiträge zur XI. Internationalen Arbeitstagung forstlicher Rauchsachverständiger, 1. - 6. September 1980 in Graz, Österreich
Preis ö. S. 180,-
- 137/II "Nachweis und Wirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen"
(1981) IUFRO-Fachgruppe S2.09-00 Luftverunreinigungen, Tagungsbeiträge zur XI. Internationalen Arbeitstagung forstlicher Rauchsachverständiger, 1. - 6. September 1980 in Graz, Österreich
Preis ö. S. 200,-
- 138 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (3)
(1981) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö. S. 200,-
- 139 "Zuwachskundliche Fragen in der Rauchsachschadensforschung"
(1981) IUFRO-Arbeitsgruppe S2.09-10 "Diagnose und Bewertung von Zuwachsendänderungen", Beiträge zum XVII. IUFRO-Kongress
Preis ö. S. 100,-
- 140 "Standort: Klassifizierung-Analyse-Anthropogene Veränderungen"
(1981) Beiträge zur gemeinsamen Tagung der IUFRO-Arbeitsgruppen S1.02-06, Standortklassifizierung, und S1.02-07, Quantitative Untersuchung von Standortsfaktoren, 5. - 9. Mai 1980 in Wien, Österreich
Preis ö. S. 250,-

Heft Nr.

- 141 MÜLLER Ferdinand: "Bodenfeuchtigkeitsmessungen in den Donauauen des
(1981) Tullner Feldes mittels Neutronensonde"

Preis ö. S. 150,-

- 142/I "Dickenwachstum der Bäume"
(1981) Vorträge der IUFRO-Arbeitsgruppe S1.01-04, Physiologische Aspekte der
Waldökologie, Symposium in Innsbruck vom 9. - 12. September 1980

Preis ö. S. 250,-

- 142/II "Dickenwachstum der Bäume"
(1981) Vorträge der IUFRO-Arbeitsgruppe S1.01-04, Physiologische Aspekte der
Waldökologie, Symposium in Innsbruck vom 9. - 12. September 1980

Preis ö. S. 250,-

- 143 MILDNER Herbert, HASZPRUNAR Johann, SCHULTZE Ulrich: "Weginventur im
(1982) Rahmen der Österreichischen Forstinventur"

Preis ö. S. 150,-

- 144 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (4)
(1982) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen

Preis ö. S. 300,-

- 145 MARGL Hermann: "Zur Alters- und Abgangsgliederung von (Haar-)
(1982) Wildbeständen und deren naturgesetzlicher Zusammenhang mit dem Zuwachs und
dem Jagdprinzip"

Preis ö. S. 100,-

- 146 MARGL Hermann: "Die Abschüsse von Schalenwild, Hase und Fuchs in Beziehung
(1982) zu Wildstand und Lebensraum in den politischen Bezirken Österreichs"

Preis ö. S. 200,-

- 147 "Forstliche Wachstums- und Simulationsmodelle"
(1983) Tagung der IUFRO-Fachgruppe S4.01-00 Holzmessung, Zuwachs und Ertrag, vom
4. - 8. Oktober 1982 in Wien

Preis ö. S. 300,-

- 148 HOLZSCHUH Carolus: "Bemerkenswerte Käferfunde in Österreich" III

(1983) Preis ö. S. 100,-

Heft Nr.

- 149 SCHMUTZENHOFER Heinrich: "Über eine Massenvermehrung des Rotköpfigen
(1983) Tannentriebwicklers (Zeiraphera rufimitrana H.S.) im Alpenvorland nahe
Salzburg"
Preis ö. S. 150,-
- 150 SMIDT Stefan: "Untersuchungen über das Auftreten von Sauren Niederschlägen
(1983) in Österreich"
Preis ö. S. 150,-
- 151 "Forst- und Jagdgeschichte Mitteleuropas"
(1983) Referate der IUFRO-Fachgruppe S6.07-00 Forstgeschichte, Tagung in Wien vom
20. - 24. September 1982
Preis ö. S. 150,-
- 152 STERBA Hubert: "Die Funktionsschemata der Sortentafeln für Fichte in
(1983) Österreich"
Preis ö. S. 100,-
- 153 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (5)
(1984) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö. S. 250,-
- 154/I "Österreichische Forstinventur 1971 - 1980, Zehnjahresergebnis"
(1985) Preis ö. S. 220,-
- 154/II "Österreichische Forstinventur 1971 - 1980, Inventurgespräch"
(1985) Preis ö. S. 100,-
- 155 Braun Rudolf: "Über die Bringungslage und den Werbungsaufwand im
(1985) österreichischen Wald"
Preis ö. S. 250,-
- 156 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (6)
(1985) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö. S. 250,-
- 157 "Zweites österreichisches Symposium Fernerkundung"
(1986) Veranstalter von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der Österreichischen
Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen (ASSA) in Zusammenarbeit
mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 2. - 4. Oktober 1985 in Wien
Preis ö. S. 250,-

Heft Nr.

158/I MERWALD Ingo: "Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbach-
(1987) verbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation".
Dargestellt am Dixelbach - einem Flyschwildbach"

Preis ö. S. 250,--

158/II MERWALD Ingo: "Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbach-
(1987) verbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation".
Dargestellt am Dixelbach - einem Flyschwildbach"

Preis ö. S. 250,--

ANGEWANDTE PFLANZENSOZIOLOGIE

Heft Nr.

- XXI MARGL Hermann: "Waldgesellschaften und Krummholz
(1973) auf Dolomit"
Preis ö.S. 60,--
- XXII SCHIECHTL Hugo Meinhard, STERN Roland: " Die Zirbe
(1975) (Pinus Cembra L.) in den Ostalpen", I. Teil
Preis ö.S. 100,--
- XXIII KRONFUSS Herbert, STERN Roland: "Strahlung und
(1978) Vegetation"
Preis ö.S. 200,--
- XXIV SCHIECHTL Hugo Meinhard, STERN Roland: "Die Zirbe
(1979) (Pinus Cembra L.) in den Ostalpen", II. Teil
Preis ö.S. 100,--
- XXV MÜLLER H.N.: "Jahrringwachstum und Klimafaktoren"
(1980) Preis ö.S. 100,--
- XXVI "Alpine Vegetationskartographie"
(1981) Preis ö.S. 300,--
- XXVII SCHIECHTL Hugo Meinhard, STERN Roland: "Die Zirbe
(1983) (Pinus Cembra L.) in den Ostalpen", III. Teil
Preis ö.S. 200,--
- XXVIII SCHIECHTL Hugo Meinhard, STERN Roland: "Die Zirbe
(1984) (Pinus Cembra L.) in den Ostalpen", IV. Teil
Preis ö.S. 200,--
- XXIX BALATOVA-TULACKOVA Emilie, HÜBL Erich: "Feuchtbiotope
(1985) aus den nordöstlichen Alpen und aus der böhmischen
Masse
Preis ö.S. 280,--

Bezugsquelle

Ö s t e r r e i c h i s c h e r A g r a r v e r l a g
A-1141 Wien

