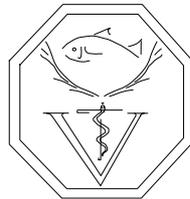


Teilprojekt „Netzwerk Fischrückgang Schweiz“

Problem Fischrückgang Langeten Synthesebericht

Heike Schmidt-Posthaus

Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Institut für Tierpathologie, Länggassstrasse 122,
3012 Bern, email: heike.schmidt@itpa.unibe.ch



Im Auftrag:
Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des
Kantons Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor Bern
Fischereiinspektorat Bern

Danksagung: An dieser Stelle möchte ich allen Mitarbeitern des Fischereiinspektorats, des Gewässer- und Bodenschutzlabors, des Wasser- und Energiewirtschaftsamtes und des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern danken für ihre kooperative Mitarbeit und die Bereitstellung der nötigen Informationen für diesen Bericht. Ausserdem gilt der Dank den Mitarbeitern des Fischnetzes* für das Gegenlesen des Berichtes.

* Das Projekt Fischnetz „Netzwerk Fischrückgang Schweiz“ wurde 1998 von der EAWAG, dem BUWAL, den Kantonen, dem Schweizerischen Fischerei-Verband und der Chemischen Industrie ins Leben gerufen. Es hat zum Ziel, den Fischrückgang und die gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Fische in der Schweiz zu dokumentieren, die Ursachen für die Veränderungen der Fischbestände und der Fischgesundheit zu analysieren und Massnahmen vorzuschlagen. Eine Synthese der Ergebnisse aller Teilberichte von Fischnetz ist ab 2004 als Schlussbericht erhältlich.

Das Projekt Fischnetz wurde von folgenden Institutionen finanziert: EAWAG, BUWAL, Kantone (AG, AI, AR, BE, BL, BS, FR, GE, GL, GR, JU, LU, NE, NW, OW, SG, SH, SO, SZ, TG, TI, UR, VD, VS, ZG, ZH) und Fürstentum Lichtenstein, SGCI (Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie), SFV (Schweizerischer Fischereiverband)

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Berichtes liegt ausschliesslich bei der Autorin.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
1. Einleitung.....	8
1.1 Projektziel und –umfang.....	8
1.2 Geographischer Hintergrund.....	8
2 Ist-Zustand der Langeten.....	10
2.1 Ökomorphologie.....	10
2.2 Wassertemperatur und Abflussdaten.....	11
2.2.1 Temperatur.....	11
2.2.2 Abfluss.....	13
2.3 Wasserkraftnutzung.....	14
2.4 Kolmation.....	15
2.5 Wasserqualität.....	16
2.5.1 Äusserer Aspekt.....	16
2.5.2 Biologische Untersuchungen.....	16
2.5.3 Chemisch-physikalische Untersuchungen.....	20
2.5.4 Permethrin und Nonylphenol.....	22
2.5.5 Belastung mit sonstigen Xenobiotika.....	25
2.6 Schwermetalluntersuchungen.....	26
2.7 Sedimenttoxizität.....	27
2.8 Kläranlagen.....	30
2.8.1 ARA Huttwil.....	30
2.8.2 ARA Lotzwil.....	31
2.8.3 Biomonitoring organische Schadstoffe.....	32
2.8.4 Ökotoxikologische Untersuchungen des Langetenwassers und der Kläranlagenausläufe.....	33
2.8.5 Ökotoxikologische Belastung von Abwasserproben aus dem Kanton Bern ...	34
2.9 Altlasten.....	35
2.10 Betriebe.....	38
2.11 Fischbestand.....	41
2.11.1 Abfischungen Prof. Klingler.....	41
2.11.2 Abfischungen Fischereiinspektorat.....	43
2.11.3 Baustellenabfischungen.....	48
2.11.4 Besatzmassnahmen.....	48
2.11.5 Murg.....	49
2.12 Fischgesundheit.....	50
2.12.1 Untersuchungen FIWI.....	50
2.12.2 Abfischungen für Fischgesundheitsuntersuchungen.....	54
2.12.3 Syndrom „Schwarze Forellen“.....	55
2.12.4 Einfluss von Kläranlagen auf den Gesundheitszustand von Bachforellen.....	55
2.12.5 Passives Monitoring an Bachforellen.....	56
2.13 PKD.....	60
2.14 Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen.....	60
3 Synthese der Untersuchungen.....	63
3.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen Fischbestand und Fischgesundheit.....	63
3.2 Können Krankheiten einen Einfluss auf die Bestandentwicklung an der Langeten haben?.....	64
3.3 Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem örtlichen Auftreten geringer Bachforellenbestände und herabgesetzter Gesundheit und den toxikologischen und stofflichen Untersuchungen an der Langeten?.....	64
3.4 Gibt es einen Zusammenhang zwischen niedrigem Bachforellenbestand, herabgesetzter Gesundheit und Veränderungen des Lebensraumes?.....	66

3.5	Gibt es Zusammenhänge zwischen dem Bachforellenrückgang und dem saisonalen Auftreten bestimmter Stressoren?	67
3.6	Welche Altersklasse ist v.a. betroffen und gibt es mögliche Erklärungen dafür? ...	69
3.7	Liegt eine Veränderung der Reproduktionsfähigkeit vor, mit der der sinkende Fischbestand erklärt werden kann?	70
4	Vergleich Langeten / Rot	72
4.1	Ökomorphologie	72
4.2	Wasserqualität	72
4.2.1	Äusserer Aspekt	72
4.2.2	Biologische Untersuchungen	72
4.2.3	Chemisch-physikalische Untersuchungen	72
4.2.4	Sedimenttoxizität	73
4.3	Kläranlagen	73
4.4	Altlasten	73
4.5	Fischbestand	73
4.6	Fischgesundheit	74
5	Ausblick und Zielsetzungen	76
5.1	Fischnetz-Hypothesen	76
5.2	Empfohlene weitere Untersuchungen	79
5.2.1	Ökomorphologie	79
5.2.2	Temperatur	79
5.2.3	Kolmation	80
5.2.4	Wasserqualität	80
5.2.5	Kläranlagen	81
5.2.6	Altlasten	82
5.2.7	Betriebe	82
5.2.8	Fischbestand	83
5.2.9	Fischgesundheit	83
5.2.10	Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen	84
5.2.11	Vergleich Langeten / Rot	84
5.3	Weitere Massnahmenvorschläge	85
5.3.1	Ökomorphologie	85
5.3.2	Altlasten und Betriebe	85
6	Literatur	86
6.1	Zugrundeliegendes Datenmaterial	86
6.1.1	Ökomorphologie	86
6.1.2	Wassertemperatur und Abflussdaten	86
6.1.3	Wasserkraftnutzung	86
6.1.4	Kolmation	86
6.1.5	Wasserqualität	87
6.1.6	Schwermetalluntersuchungen	88
6.1.7	Sedimenttoxizität	88
6.1.8	Kläranlagen	89
6.1.9	Altlasten	89
6.1.10	Betriebe	90
6.1.11	Fischbestand	90
6.1.12	Fischgesundheit	90
6.1.13	Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen	91
6.1.14	Vergleich Langeten / Rot	91
6.1.15	Empfohlene weitere Untersuchungen	91
6.2	Sonstige Literatur	92

Zusammenfassung

Seit Mitte der 80-iger Jahre ist der Bachforellenbestand an der Langeten rückläufig. Dabei begann der Rückgang zuerst unterhalb der ARA Huttwil, heute ist der Beginn weiter flussabwärts bei Wystäge lokalisiert und der Bestand bleibt flussabwärts niedrig. Trotz regelmässiger Besatzmassnahmen bleibt die Zahl der Jungtiere bei den Frühjahrsabfischungen niedrig. Um die Ursachen dieses Phänomens näher zu untersuchen, wurden seit Mitte der 80-iger Jahre und intensiv seit Anfang der 90-iger Jahre verschiedene Untersuchungen u.a. zur Ökomorphologie, der Wasserqualität, der Fischgesundheit, der Eientwicklung und der Gefährdung durch Altlasten oder Betriebe durchgeführt. Bisher konnten bereits verschiedene mögliche Gefährdungsquellen lokalisiert werden und verschiedene Sanierungsmassnahmen wurden bereits eingeleitet (z.B. Massnahmen zur verringerten Belastung durch Permethrin, Nonylphenol, Kläranlagen). Diese Massnahmen konnten die Zahlen des Bachforellenbestands bisher jedoch noch nicht positiv beeinflussen. Weiterhin wurde an der Langeten die parasitäre Erkrankung PKD (Proliferative Nierenkrankheit) gefunden, die bei Temperaturen über 15°C zu erhöhten Mortalitäten bei „naiven“ Tieren (Tiere, die noch keinen Kontakt mit der Erkrankung hatten) führen kann. Dabei sind v.a. die Jungtiere betroffen. Im Sommer wurden vermehrt tote Tiere im Mittel- und Unterlauf der Langeten gefunden, bei denen PKD als Todesursache diagnostiziert werden konnte. PKD wurde zwar über den gesamten Flussverlauf gefunden, im Oberlauf ist aber sowohl die Prävalenz (Anzahl befallener Tiere) als auch die Abundanz (Anzahl der Parasiten pro Tier) dieser Erkrankung deutlich geringer, so dass sie wahrscheinlich nicht zu Problemen bzgl. der Bachforellenpopulation führt. Im Mittel- und Unterlauf müssen somit noch weitere Faktoren (z.B. erhöhte organische Belastung durch die Kläranlagen, Schwächung des Immunsystems durch weitere Belastungsfaktoren, erhöhte Temperatur) vorliegen, die den Ausbruch der Erkrankung fördern. Als Belastungsquellen, die den Ausbruch von PKD fördern können, kommen verschiedene Kläranlagen, Einträge durch die Landwirtschaft, Altlasten oder Betriebe, die gefährliche Stoffe in die Langeten einleiten könnten, in Frage. Diese Belastungsquellen können auch zu einer direkten Schädigung der Forellen führen.

Im Jahr 2004 soll eine moderne zentrale Abwasserreinigungsanlage (ZALA) in Betrieb genommen werden, die die Abwässer der gesamten Region klären wird. Die Einleitungsstelle dieser Anlage wird an der Aare liegen. Zu diesem Zeitpunkt werden die Kläranlagen an der Langeten (Huttwil, Lotzwil und Langenthal) vom Netz genommen. Man erhofft sich mit dieser Massnahme eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität an der Langeten. Um einen möglichen Effekt dieser neuen Anlage auf die Wasserqualität und den Bachforellenbestand der Langeten messen zu können, ist eine umfassende Datengrundlage der jetzigen Situation und

eine Zusammenstellung der vorliegenden Daten notwendig. In dem hier vorliegenden Bericht wurden vorhandenen Daten gesammelt, zusammengestellt und somit der Ist-Zustand beschrieben. In einer Synthese wurden mögliche Zusammenhänge aufgezeigt. Am Ende werden noch vorhandene Lücken und Probleme dargestellt und mögliche Massnahmen diskutiert.

Summary

Since the 1980-ies the brown trout population at the Langeten is declining. At the beginning, this decline started downstream of the sewage plant Huttwil, today number of brown trout are low downstream of Wystäge and it remains low over the whole length. Despite regularly stocking programs the number of yearling remains low during the fishing procedures every January. To investigate the reasons for this decline different projects were initiated since middle of the 80-ies and intensively since the beginning of the 90-ies. These projects investigated aspects of the ecomorphology, water quality, fish health status, egg development and the danger of different industries. Until now various possible causes could be evaluated and some could be changed, e.g. permethrin, nonylphenol, sewage plants. Nevertheless, these steps did not result in an increase of the brown trout population. Additionally, the parasitic disease, Proliferative Kidney Disease (PKD), was diagnosed in fish in the Langeten. This disease can lead to increased mortality, especially in young animals, at temperatures higher than 15°C. During the summer month high number of dead brown trout could be found in the lower parts of the river which died because of PKD. PKD was diagnosed over the whole length of the river, but near the spring the prevalence and abundance of the disease was lower and it did not cause serious problems. Therefore, in the lower parts of the river additional factors, as organic pollution or influences of the immune system, have to contribute to the severity of the disease. Factors, which could influence PKD, are different sewage plants, agriculture, residual wastes or industries. Pollution by these factors can also directly disturb the fish.

2004 a new modern sewage plant (ZALA) will be build at the Aare, which will clear the waste water from the whole region. The plants at the Langeten (Huttwil, Lotzwil and Langenthal) will be closed at that time. An improvement of the water quality is expected. To measure the effect of this step the situation today should be documented as well as possible and the available data should be documented. In this document the data, which are available at the moment, are summarized and possible connections are shown. At the end problems and possible additional investigations or actions are discussed.

1. Einleitung

1.1 Projektziel und –umfang

Seit den 80-iger Jahren ist die Population der Bachforellen in der Langeten laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli rückläufig. Anfang der 90-iger Jahre erlitt die Population einen zusätzlichen starken Einbruch. Seither wurde die Entwicklung der Bachforellenpopulation regelmässig dokumentiert, es wurden mehrere Untersuchungen über mögliche Ursachen dieses Rückgangs durchgeführt. Dabei konnten verschiedene Belastungsquellen eruiert werden und Sanierungsmassnahmen wurden bereits eingeleitet (z.B. Permethrin, Nonylphenol, Kläranlagen). Diese Massnahmen konnten die Situation des Bachforellenbestands bisher jedoch noch nicht positiv beeinflussen. Im Jahre 2004 soll die zentrale Abwasserreinigungsanlage Langenthal (ZALA) in Betrieb genommen werden. Dann werden die bisherigen Einzelanlagen Huttwil, Lotzwil und Langenthal vom Netz genommen. Man erwartet mit diesem Schritt eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität in der Langeten. Um mögliche positive Effekte erkennen zu können, ist eine umfassende und verlässliche Datengrundlage der jetzigen Situation notwendig. Ziel dieses Syntheseberichtes ist es, das vorliegende Datenmaterial zu sammeln und auszuwerten. Durch eine Gegenüberstellung der Ergebnisse sollen mögliche Zusammenhänge deutlich werden. Aus diesem Grund wird am Anfang der Ist-Zustand des Gewässers dargestellt, d.h. alles mir vorliegende Datenmaterial wird kurz zusammengefasst. Danach folgt eine Zusammenfassung und ein Vergleich der einzelnen Ergebnisse. Weiterhin werden die Ergebnisse an der Langeten mit denen an der Rot verglichen. Bei der Rot handelt es sich um ein Seitengewässer der Langeten mit einem guten Fischbestand. Durch diese Arbeit sollen mögliche Zusammenhänge deutlich werden, aber auch Lücken aufgezeigt werden, an denen noch Untersuchungsbedarf besteht. Am Ende werden mögliche weitere Massnahmen diskutiert.

1.2 Geographischer Hintergrund

Zwei Quellbäche bilden den Beginn der Langeten, einer am Ahorngrat auf 1100 m Höhe, ein zweiter unterhalb der Fritzenflue. Von dort fliesst die Langeten durch wenig besiedeltes, landwirtschaftlich genutztes Gebiet nach Huttwil. Auf der Höhe von Huttwil nimmt sie den Rotbach auf, in den die Kläranlage Dürrenroth entwässert. Zwischen Rohrbach und Kleindietwil, innerhalb einer Restwasserstrecke (infolge Wasserkraftnutzung), werden der Langeten die gereinigten Abwässer der Kläranlage Huttwil zugeleitet. Bei Kleindietwil mündet der Ursenbach in die Langeten. Von hier fliesst der Fluss über Madiswil und Lotzwil nach Langenthal. Eingang Langenthal dient die Langeten der ARA Lotzwil als Vorfluter. Nach

Mündung von Rot und Brunnbach nördlich von Roggwil geht die Langeten in die Murg über, welche westlich von Murgenthal in die Aare fliesst. Die Langeten entwässert ein 133 km² grosses Einzugsgebiet, welches Napfbergland und oberaargauisches Hügel- und Flachland umfasst. Sie weist einen ausgeglichenen Jahresgang der Wasserführung auf. Ihr Abfluss wird durch zahlreiche kleine Ausleitungen zur Bewässerung der Wiesen und zur Produktion von Strom verändert. An fünf Orten wird an der Langeten Wasserkraftnutzung betrieben (Rohrbach, Kleindietwil, Lindenholz, Lotzwil und Roggwil) (von Orelli, pers. Mitteilung). Im Gebiet von Huttwil liegt der Abfluss in der Restwasserstrecke infolge der Wasserkraftnutzung ca. 25% unter den natürlichen Verhältnissen (Welti und Marti, 1990). Da unterhalb von Langenthal die Grösse des Flussbettes nicht ausreicht, um grosse Hochwasser abzuführen (häufige Überschwemmungen in früheren Jahren), werden seit 1991 bei Madiswil Hochwasserspitzen über einen Stollen direkt der Aare zugeleitet.

Hydrologisch umfasst die Langeten drei Bereiche (Binggeli & Leibundgut, 1984; von Känel, 1991):

- Oberlauf (bis Häberenberg): geringe Wasserführung, grosses Gefälle, starke lineare Eintiefung
- Mittellauf (bis Lotzwil): Molasse Plateau Landschaft, Trapezprofile (Terrassen), niedriges Gefälle, zwischen Kleindietwil und Lotzwil ist der Grundwasserspiegel fast auf Höhe des Langeten-Wasserspiegels und stellenweise exfiltriert Grundwasser in die Langeten
- Unterlauf: Langeten gegenüber Umgebung leicht erhöht, niedriges Gefälle, zwischen Lotzwil und Roggwil infiltriert Langeten-Wasser in Grundwasser, unterhalb Roggwil exfiltriert Grundwasser aus der Roggwiler-Terrasse in die Langeten

2 Ist-Zustand der Langeten

2.1 Ökomorphologie

Wegen der verschiedenen Schwellen, v.a. bei den Ausläufen für die Wässerungen, war die Bachforellenwanderung in der Langeten seit jeher eingeschränkt. Überfallhöhen von mehr als 30 cm können bereits von Jungforellen nicht mehr überwunden werden. Für adulte Tiere beträgt die maximale Höhe 80 cm (Peter, 1991). Die Fischdurchgängigkeit wurde in den letzten Jahrzehnten verbessert. Bereits 1992 gab es auf der Strecke Madiswil bis Roggwil nur noch wenige Totalhindernisse für Bachforellen (Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992). Heute gibt es auf der gesamten Langetenstrecke folgende Abstürze mit mehr als 80 cm: Unterhalb von Häberenbad bei Fällimoos liegen zwei Abstürze von 1m, direkt unterhalb vom Dorf Rohrbach (oberhalb ARA Huttwil) befinden sich zwei Abstürze von 1.30m bzw. 2m. Unterhalb der ARA Huttwil vor Mühle befindet sich ein Absturz von 1.40m. Bei Golihof liegt eine Schwelle von 80cm Höhe und bei Gutenberg, Roschbach eine Schwelle von 1.80m. Oberhalb und unterhalb der ARA Lotzwil sind keine Abstürze höher als 80cm vorhanden. (Datenquelle: Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern). Bei diesen Wasserschwellen wurden Aufstiegshilfen gebaut, bei den Kleinkraftwerken in Lindenholz, Lotzwil und Roggwil sind Fischpässe vorhanden. Laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli ist von der Mündung bis Rohrbach ein Aufstieg adulter Bachforellen (20 bis 25 cm) möglich, für kleinere Tiere ist der Aufstieg jedoch eingeschränkt.

In Untersuchungen 1997 bis 1999 wurde die Ökomorphologie verschiedener Einzugsgebiete bernischer Fliessgewässer untersucht (Kirchhofer, 1998, 1999, 2000). Dabei wurden folgende Parameter untersucht: mittlere Breite der Gewässersohle, Breiten- und Tiefenvariabilität, Sohlenverbauung, Art und Material der Sohlenverbauung, Verbauungsgrad der Böschungsunterkante, Material der Verbauung und mittlere Breite des Uferbereichs. Danach wurden Gewässerabschnitte in verschiedene Natürlichkeitsgrade eingeteilt. Im Einzugsgebiet der Langeten wurden 1.4% nicht klassiert, 16.4% als natürlich eingestuft, 29.8% als wenig beeinträchtigt, 24.6% als stark beeinträchtigt, 5.1% als naturfremd und 22.6% als eingedolt (Kirchhofer, 2000). Die natürlichen und wenig beeinträchtigten Abschnitte befanden sich im Oberlauf, während sich die stark beeinträchtigten und naturfremden Abschnitte auf den Mittel- und Unterlauf beschränkten. Laut der Übersichtsdarstellung von Kirchhofer (2000) wechseln sich im Mittel- und Unterlauf wenig und stark beeinträchtigte Abschnitte ab, naturfremde Abschnitte scheinen v.a. auf die Ortschaften beschränkt zu sein. Bei intensiver Landnutzung durch Landwirtschaft und erhöhtem Siedlungsdruck nimmt auch der Natürlichkeitsgrad des Fliessgewässers ab. Die Uferbereichsbreite ist ebenfalls von der Intensität der Landnutzung abhängig. Die Breite des

Uferbereiches wird in Abhängigkeit von der Sohlenbreite gemäss einer Formel vom BWW berechnet (Kirchhofer, 1998). Der Uferbereich war nur auf ca. 22% der kartierten Gewässerslänge genügend breit. Ansonsten war er ungenügend (ca. 44%), fehlte ganz (ca. 10%) oder konnte (z.B. bei eingedolten Abschnitten) nicht bestimmt werden (ca. 24%).

Fazit: Da sich die Untersuchungen der Ökomorphologie auf das gesamte Einzugsgebiet beziehen, ist eine detaillierte Einstufung der Langeten schwierig. Allgemein wurde die Ökomorphologie im Oberlauf als grösstenteils unbeeinträchtigt eingestuft, während sich wenig und stark beeinträchtigte Abschnitte v.a. auf den Mittel- und Unterlauf beschränkten. Naturfremde Abschnitte scheinen auf die Ortschaften beschränkt zu sein.

2.2 Wassertemperatur und Abflussdaten

2.2.1 Temperatur

Das Wasser- und Energiewirtschaftsamt führt seit mehreren Jahren regelmässig Temperatur- und Abflussmessungen an vier verschiedenen Stellen in der Langeten (Kleindietwil; Lotzwil; Roggwil Hintergasse; Roggwil) durch. Grundlage für diesen Bericht waren Tagesmittelwerte (aus Stundenmessungen), Tageshöchst- und Tagestiefstwerte der Jahre 1995 bis 2002.

Bei Kleindietwil blieb die Temperatur von November bis April in der Regel unter 10°C. Von Mai bis Oktober stiegen die Monatsmittelwerte über 10°C. Bereits im Juni wurden einzelne Spitzenwerte von über 15°C erreicht. Der August war der wärmste Monat mit regelmässigen Temperaturwerten bis über 17°C. Die Schwankungen zwischen Tagesmaximal- und Tagesminimalwerten lagen i.d.R. zwischen 0.5 und 1°C. Insgesamt kam es im Flussverlauf der Langeten zu einer leichten Erwärmung. Diese Erwärmung machte sich v.a. in den Frühlings- und Sommermonaten (April bis September) bemerkbar (Fig.1) und betrug zwischen Kleindietwil und Roggwil bis zu 2°C (Juli und August). Bei Roggwil wurden bereits im Mai Spitzenwerte von 15 bis 16°C erreicht, im August stieg die Temperatur regelmässig auf Werte bis zu 18°C. Der Einfluss der Kleinkraftwerke und der Einleitung geklärter Abwässer an dieser Erwärmung ist wahrscheinlich als gering einzustufen (von Orelli, pers. Mitteilung). Die Erwärmung ist eher natürlich bedingt (Austausch mit der Atmosphäre). An den Messstellen Lotzwil und Roggwil, Hintergasse war eine leichte Erwärmung von ca. 1°C im Laufe der Jahre 1996 bis 2001 festzustellen (Fig.2), an den übrigen Messstellen war dieses Phänomen weniger stark ausgeprägt. Laut Aussagen von Herrn Bader (pers. Mitteilung) hat sich die Temperatur in der Langeten analog zu den Lufttemperaturen entwickelt. Die Lufttemperaturen haben sich in den letzten Jahrzehnten um ca. 1°C erhöht,

wie sich an anderen Messstationen in der Schweiz gezeigt hat (Jakob et al., 1996). Somit ist auch eine leichte Erwärmung des Langetenwassers anzunehmen.

Temperaturen von 16 bis 17°C liegen über dem Temperaturoptimum von Bachforellen (Küttel et al., 2002). Ab 17 bis 18°C treten bei Bachforellen wegen erhöhtem Sauerstoffbedarf bei gleichzeitig verringertem Sauerstoffangebot Stresssymptome auf, die Nahrungsaufnahme geht stark zurück (Jakob et al., 1996). Ausserdem können Temperaturen über 15°C den Ausbruch von der Proliferativen Nierenerkrankung (PKD) fördern (s. Kap. 3.12 Fischgesundheit). Die hohen Temperaturen können somit zur Schwächung der Tiere beitragen.

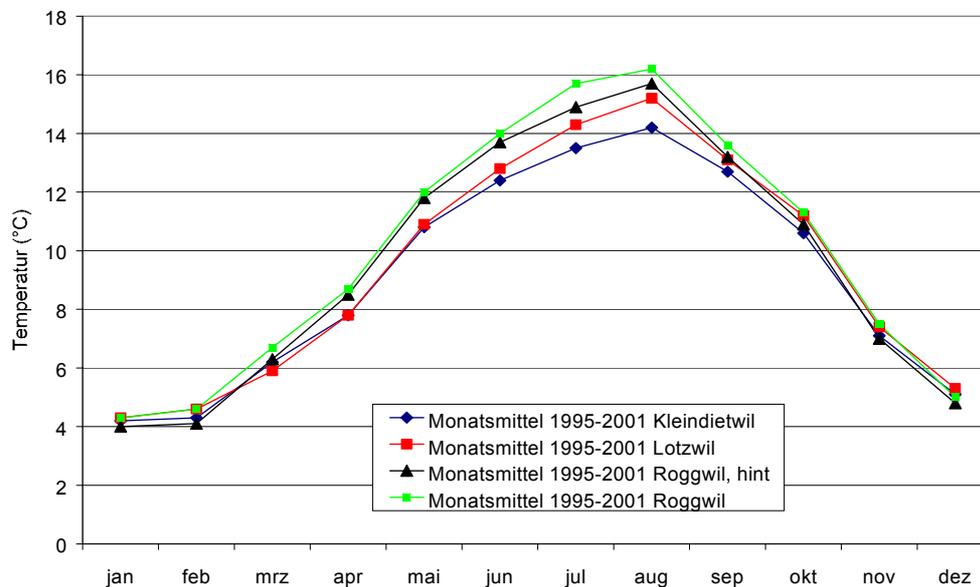


Fig.1: Temperaturkurven an den Standorten Kleindietwil, Lotzwil, Roggwil, Hintergasse und Roggwil. Dargestellt sind die Monatsmittel von 1995 bis 2001. Datenquelle: Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Bern

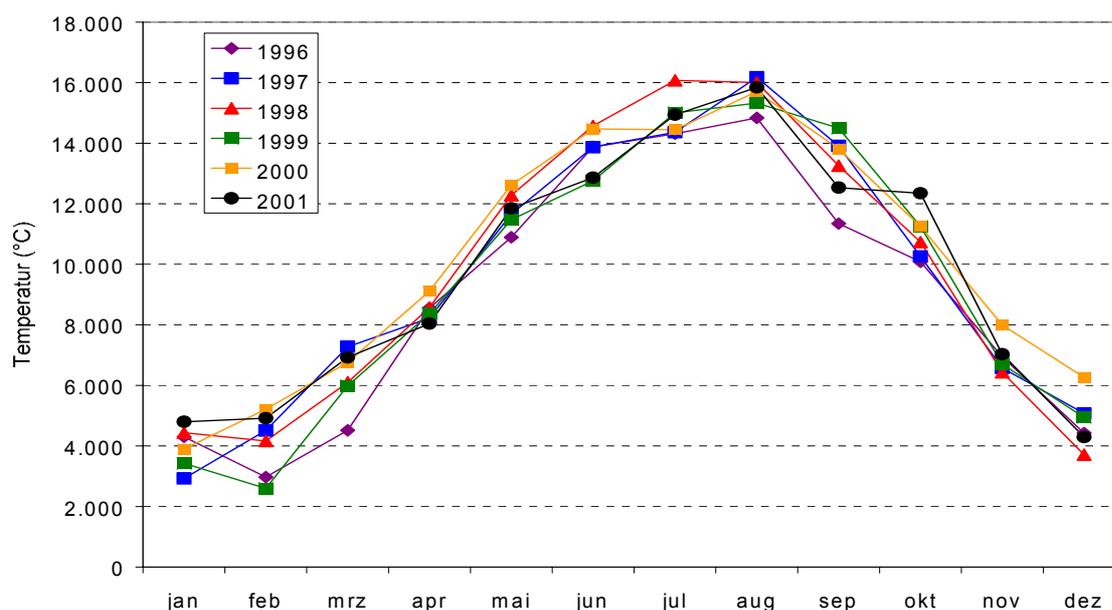


Fig.2: Temperaturverlauf an der Messstelle Roggwil, Hintergasse von 1996 bis 2001. Datenquelle: Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Bern

Exemplarisch werden im folgenden die Temperaturwerte von 2001 tabellarisch dargestellt.

2001

	Kleindietwil	Lotzwil	Roggwil, hint	Roggwil
Jan	4.1 (2.2 / 5.6)	5.4 (4.1 / 7.0)	4.8 (2.1 / 6.7)	4.7 (2.4 / 6.6)
Feb	4.1 (1.3 / 6.2)	5.5 (4.3 / 7.4)	4.9 (1.5 / 7.3)	5.0 (2.0 / 6.9)
Mrz	5.7 (1.1 / 8.6)	7.2 (4.4 / 8.9)	6.9 (1.9 / 10.2)	6.9 (2.4 / 9.2)
Apr	6.7 (4.6 / 9.6)	8.0 (6.5 / 9.3)	8.4 (5.5 / 11.3)	7.8 (6.4 / 9.6)
Mai	9.8 (7.0 / 13.3)	11.4 (9.1 / 14.2)	11.8 (9.5 / 17.9)	11.8 (9.6 / 14.8)
Jun	11.0 (8.2 / 14.3)	12.9 (11.4 / 15.9)	12.9 (9.5 / 17.9)	13.2 (11.2 / 16.5)
Jul	12.8 (11.2 / 15.5)	14.8 (13.5 / 17.1)	14.9 (12.7 / 18.0)	15.1 (13.5 / 17.5)
Aug	13.6 (11.2 / 15.6)	15.8 (14.5 / 17.6)	15.8 (10.0 / 15.1)	16.1 (13.7 / 18.2)
Sep	11.3 (9.3 / 13.4)	13.0 (11.5 / 15.1)	12.5 (9.7 / 15.2)	12.7 (10.4 / 15.1)
Okt	10.9 (8.9 / 12.8)	12.6 (11.1 / 14.0)	12.3 (9.7 / 15.2)	12.5 (10.2 / 14.5)
Nov	6.8 (4.7 / 9.8)	7.6 (5.7 / 11.6)	7.0 (4.4 / 11.4)	6.6 (4.6 / 11.5)
Dez	4.2 (0.9 / 7.8)	5.3 (2.8 / 8.8)	4.3 (-0.1 / 9.0)	3.9 (1.0 / 8.1)

Tab.1: Monatsmittel (Minimal- und –Maximalwerte) der Temperaturwerte an den Messstellen Kleindietwil, Lotzwil, Roggwil, hint. und Roggwil von 2001. In Klammern angegeben sind die Tagesminimalwerte in dem angegebenen Monat und die entsprechenden Maximalwerte. Datenquelle: Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Bern

2.2.2 Abfluss

In der Abschlussarbeit der Universität Zürich (1992) wurde der mittlere Jahresabfluss der Langeten mit 1.7 bis 2.5 m³/s angegeben. Laut diesem Bericht sind die Hochwasserereignisse seit Mitte der 70-iger Jahre bis Anfang der 80-iger Jahre öfter

aufgetreten als in früheren Jahren. Seit Mitte der 80-iger Jahre scheinen sie jedoch wieder rückläufig zu sein. Durch den Stollenbau bei Madiswil Anfang der 90-iger Jahre werden Hochwasserspitzen direkt der Aare zugeführt. Damit soll der Hochwasserabfluss unterhalb des Stolleneinlaufs auf $12 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert werden.

In der Auswertung der Daten von 1995 bis 2002 lag der Abfluss in der Langeten im Durchschnitt zwischen 1 bis $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Der mittlere Tagesabfluss differierte kaum zwischen den einzelnen Standorten. Einzelne Tagesmittelwerte bei Kleindietwil gingen bis über $13 \text{ m}^3/\text{s}$, Spitzenwerte sogar bis über $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies waren jedoch nur Einzelereignisse. An den Standorten Lotzwil, Roggwil, Hintergasse und Roggwil lag der mittlere Tagesabfluss nie über $12 \text{ m}^3/\text{s}$. An den Standorten Roggwil und Roggwil, Hintergasse gab es jedoch ebenfalls einzelne Abflussspitzen über $12 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies bedeutet einerseits, dass die Hochwasserereignisse meist nur wenige Stunden dauerten, andererseits werden Hochwasserspitzen erfolgreich über den Stollen abgeleitet. Die Abflussmengen waren im Zeitraum 1995 bis 2002 im Mittel stabil.

Fazit: Wassertemperaturdaten zwischen Kleindietwil und Roggwil, Hintergasse haben gezeigt, dass es im Flussverlauf zu einer leichten Erwärmung des Wassers kommt. In den Sommermonaten steigt die Temperatur, v.a. im Mittel- und Unterlauf häufig über 17°C , was bei Bachforellen einerseits zu Stressreaktionen führen kann und andererseits den Ausbruch von PKD fördert. Schwankungen zwischen Tagesmaximal- und Tagesminimalwerten an einem Tag waren gering, sie lagen i.d.R. bei 0.5 bis 1°C .

Die Abflussdaten waren im Messzeitraum von 1995 bis 2002 im Mittel stabil und zeigten nur einzelne Hochwasserspitzen.

2.3 Wasserkraftnutzung

In der Abschlussarbeit der Universität Zürich, 1992, wurden 4 Turbinen und ein Wasserrad im Gebiet der Langeten erwähnt. Eine Anlage in Kleindietwil und zwei in Lindenholz dienten der Energieversorgung von Gewerbebetrieben. Die Wasserkraftnutzung in Lotzwil war in Betrieb, die Konzession zu diesem Zeitpunkt jedoch abgelaufen. In Roggwil gab es ein Kleinkraftwerk. Durch diese Anlagen wurden die Strecken in Huttwil und Lotzwil zu Restwasserstrecken.

An all diesen Standorten (Kleindietwil, Lindenholz, Lotzwil, Roggwil) sind heute noch Kleinkraftwerke in Betrieb. Zusätzlich liegen zwei Kleinkraftwerke (mit Restwasserstrecke) und zwei Wasserableitungen im Bereich Rohrbach. Die entsprechenden Kleinkraftwerke zu den Wasserableitungen sind z.Zt. nicht in Betrieb, die Wasserableitungen bleiben jedoch

auch im Falle einer Löschung erhalten (Daten: Fischereiinspektorat Bern). Die ARA Huttwil entwässert in die Restwasserstrecke, die durch die Anlage in Kleindietwil entsteht. Bei der Sanierung des Wehrs 1984 wurde ein Umgehungsgewässer erstellt, welches fischgängig ist. Weitere Fischpässe liegen in Lindenholz, Lotzwil und Roggwil. Durch bauliche Veränderungen des Kraftwerks in Lotzwil entsteht dort heute keine Restwasserstrecke mehr. Bei dem Kleinkraftwerk in Roggwil entsteht ebenfalls keine Restwasserstrecke.

Fazit: An der Langeten sind neun Kleinkraftwerke in Betrieb, die kurze Strecken der Langeten zu Restwasserstrecken machen (Ausnahme: Anlagen in Lotzwil und Roggwil). Die ARA Huttwil entwässert in die Restwasserstrecke, die durch die Anlage Kleindietwil entsteht.

2.4 Kolmation

Bezüglich der Kolmation in der Langeten wurden widersprüchliche Aussagen gefunden. In dem Bericht von Bangeter (1992) wird die Bachsohle oberhalb des ARA-Einlaufs Huttwil als kaum kolmatiert bezeichnet. Unterhalb der ARA Huttwil wird jedoch eine zunehmende und teils starke Kolmation der Bachsohle beschrieben. Laut Bangerter (1992) resultiert dies einerseits aus den Strömungsverhältnissen, andererseits aus der Sedimentation feinsten Stoffe aus dem ARA-Auslauf. Eine Folge des Stollenbaus bei Madiswil ist eine flussabwärts stark kolmatierte Flusssohle. Gleiche Aussagen werden auch in der Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992 gemacht. Gemäss einer dort zitierten Studie der VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, 1990) wurde die Flusssohle nur auf einem kurzen Teilstück zwischen Lotzwil und Langenthal und von Langenthal flussabwärts natürlicherweise regelmässig aufgerissen und so eine Verfestigung verhindert. Diese Studie prognostizierte durch den Hochwasserentlastungsstollen eine Reduktion der Durchlässigkeit der Langetensohle um 50-95%. Dagegen stehen die Aussagen von S. Kaderli (pers. Mitteilung). Nach seinen Aussagen ist die Sohle nur lokal kolmatiert, an kurzen Strecken im Bereich von Dörfern und vor Schwellen (ca. 100 m). Diese Situation hat sich in den letzten Jahren nicht geändert. Es findet ein Geschiebetransport bis in die Murg statt. An verschiedenen Stellen haben sich in den letzten Jahren neue Kiesbänke gebildet (von Orelli, pers. Mitteilung). Im unteren Teil, im Bereich von Roggwil, liegt ein starkes Gefälle vor (3%).

Fazit: Die Aussagen zur Kolmation sind widersprüchlich. Eine abschliessende Beurteilung ist somit nicht möglich.

2.5 Wasserqualität

2.5.1 Äusserer Aspekt

Gemäss Angaben des Fischereiaufsehers S. Kaderli wurde bereits seit 1978 unterhalb der ARA Huttwil mehrfach unnatürliche Schaumbildung beobachtet. Ab ca. 1985 nahm das Algenwachstum in der Langeten zu und erreichte in den Wintern 89/90 und 90/91 einen Höhepunkt. Der Algenbewuchs begann abrupt beim ARA-Auslauf in Rohrbach (Kaderli, 1991). Zu diesem Zeitpunkt waren Permethrin aus der Wollspinnerei Huttwil und das Sickerwasser der Deponie Ufhusen bedeutende Verschmutzungsquellen des ARA-Auslaufwassers. Die Belastung durch das Sickerwasser der Deponie Ufhusen nahm im Laufe der 80-iger Jahre jedoch deutlich ab (Bangerter, 1992). Eine mögliche Hypothese zu dem verstärkten Algenwachstum wäre ein Abtöten von Insektenlarven durch das Permethrin. Dadurch würden die Algen nicht mehr abgeweidet, ein deutlicher Algenteppich würde sichtbar.

Bei Untersuchungen 1991 (AquaPlus, 1991) wurde der äussere Aspekt oberhalb der ARA Huttwil als leicht beeinträchtigt eingestuft. Unterhalb der ARA verschlechterte sich der Zustand auf eine mittlere Beeinträchtigung (Geruch nach Abwasser, Eisensulfidflecken auf Steinen, Ciliatenrasen). Bis Madiswil kam es zu einer Verbesserung (leichte Beeinträchtigung), die Einleitung der Abwässer der ARA Lotzwil verschlechterte den Zustand wieder auf eine mittlere Beeinträchtigung (v.a. Schaumbildung), was auch bei Roggwil der Fall war. 1994 war das Bild ähnlich, unterhalb der ARA Huttwil war der äussere Aspekt stark beeinträchtigt, bei Roggwil mässig. An allen anderen Probestellen gab es nur eine leichte Beeinträchtigung. AquaPlus (1994) vermutete weitere Belastungsquellen oberhalb und unterhalb der ARA Lotzwil (Schaumbildung, Geruch nach Abwasser).

Fazit: Der äussere Aspekt wird v.a. durch die Kläranlagen beeinträchtigt (Abwassergeruch, Eisensulfidflecken, Ciliatenrasen, Schaumbildung).

2.5.2 Biologische Untersuchungen

Zu biologischen Untersuchungen liegen mehrere Berichte vor (von Känel, 1991; Schipper, 1991; AquaPlus, 1991, 1994; von Känel, 1993, 1998; Biologie-Daten zur Langeten, 2001).

2.5.2.1 Untersuchungen 1985 bis 1994

Im Mai 1991 und im Oktober 1994 wurden an verschiedenen Stellen in der Langeten die Fauna (Wasserwirbellose) und Flora (Algen, Moose und Makrophyten) untersucht und die Gewässergüte bestimmt (AquaPlus, 1991; 1994).

Bezüglich **Wasserwirbellosen** wurde einer der Quellbäche, der linke Quellbach, als artenreicher, unbelasteter Bach der Güteklasse I beschrieben, anspruchsvolle Steinfliegen waren zahlreich (von Känel, 1991). Oberhalb der Kläranlage Huttwil (Üech, Häberenbach, ARA Huttwil oben) nahmen die anspruchsvollen Arten ab, es resultierte eine Güteklasse II (mässig belastet) (Schipper, 1991; von Känel, 1991; AquaPlus 1991,1994. s. Tab. 2). Dies lässt sich vermutlich auf die oberhalb liegende, in den Rotbach entwässernde ARA Dürrenroth, auf die Siedlungsentwässerung von Huttwil und Einträge aus landwirtschaftlichen Flächen zurückführen. Unterhalb der ARA verschwanden die Steinfliegen völlig, die Eintagsfliegen nahmen stark ab (Güteklasse II-III (1991) bzw. III (1994)). Dagegen dominierten hier die Wenigborster und Zuckmücken. Generell nahm die Gesamtindividuumdichte unterhalb der Kläranlagen zu. Köcherfliegen und Gammarus traten auf der ganzen Strecke nur sehr spärlich auf oder fehlten ganz. 1985 war die Langeten bei Madiswil stark verschmutzt (Güteklasse III), 1991 kritisch belastet (Güteklasse II-III) und 1994 mässig belastet. Hier zeigte sich eine Verbesserung der Gewässergüte im Laufe der Jahre. Weiter flussabwärts verbesserte sich die Situation aufgrund von Selbstreinigung. Im Oktober 1994 nahm oberhalb der ARA Lotzwil der Anteil der Köcher- und Eintagsfliegen wieder zu. Unterhalb der ARA Lotzwil änderte sich das Bild kaum (1985, 1991, 1994: Güteklasse II). Bei einem Vergleich zwischen den Jahren müssen die verschiedenen Jahreszeiten beachtet werden. Es zeigte sich jedoch, dass es zwischen 1985 und 1994 keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich des Vorkommens der Grossgruppen gegeben hat, eine leichte Zustandsverbesserung ist jedoch sichtbar. Dies lässt sich u.a. auf eine bessere Abwasserqualität und eine Verminderung der Permethrinbelastung durch die Wollspinnerei zurückführen.

Allgemein kann von einem dichten **Algenbewuchs** gesprochen werden. Der Algenbewuchs der Langeten setzte sich aus der weit verbreiteten fädigen Grünalge *Cladophora glomerata* und Algenlagern (Kiesel-, Blau- und Rotalgen) zusammen. Bemerkenswert ist das Auftreten der nährstoffanzeigenden Gelbgrünalge *Vaucheria* sp. unterhalb der ARA Huttwil. Auch unterhalb der ARA Lotzwil kam es zu einem erhöhten Vorkommen dieser Alge. Sowohl 1991 als auch 1994 dominierten an allen Stellen die sensiblen Kieselalgen (Ausnahme: 1991 ARA Huttwil unten). 1994 traten als Folge der Einleitung der Abwässer der Kläranlagen Huttwil und Lotzwil vermehrt abwassertolerante Arten auf, 1991 war dieser Effekt unterhalb der ARA Lotzwil nicht ausgeprägt. Die Einstufung der Güteklassen bezüglich der Kieselalgen ergab ein ähnliches Bild wie bei den Wasserwirbellosen (Tab. 2).

2.5.2.2 Untersuchungen von 1995 und 1996

Bei **Zoobenthos**-Untersuchungen im Januar 1995 (FI, Protokolle; Biologie-Daten der Langten, 2001) mit einer grösseren Anzahl an Probestellen war von den drei Oberläufen der Schwändibach das beste Gewässer, gefolgt von der Langeten, der Margelbach wurde am schlechtesten klassiert (IBG). Allgemein war die Qualität der Langeten schlechter als diejenige der Zuflüsse, diese konnten die Langeten jedoch nicht verbessern (z.B. Rotbach, Ursenbach). Die Qualität der Langeten fiel von Eriswil bis Roggwil stufenweise ab, ab der Stelle oberhalb Kleindietwil, unterhalb des ARA Einlaufs war die Langeten deutlich belastet, zwischen Langenthal und Roggwil sogar stark. Im oberen Abschnitt (bis Huttwil) war die Zusammensetzung der Organismen noch recht vielfältig mit Steinfliegen und anspruchsvollen Eintagsfliegen (Heptageniidae), im übrigen Lauf gab es eine mittelmässige Zusammensetzung mit Eintagsfliegen, Zuckmücken, Köcherfliegen und belastungstoleranten Würmern in schwankenden Beständen. Eine Qualitätsverbesserung wurde nur einmal festgestellt, zwischen Madiswil und Gutenberg. Hier waren ausserdem die Sohlenstrukturen aussergewöhnlich gut. Die Stellen eindeutiger Qualitätsverschlechterung fanden sich zwischen Eriswil und Huttwil, unterhalb der ARA Huttwil, zwischen Gutenberg und der ARA Lotzwil und unterhalb von Langenthal. Die Einleitung der Abwässer der ARA Lotzwil bewirkte keinen Unterschied (FI, Protokoll). Bei weiteren Untersuchungen 1996 fiel eine zusätzliche leichte Verschlechterung der Situation an den oberen Probestellen auf (H. Berner, Protokoll; Biologie-Daten der Langten, 2001). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Vielfalt der Organismenzusammensetzung der Wasserwirbellosen im Lauf der Langeten abnahm, v.a. unterhalb Huttwil. Die Zusammensetzung im mittleren und unteren Flusslauf entsprach jedoch noch den minimalen gesetzlichen Qualitätszielen.

2.5.2.3 Untersuchungen 1997

In dem VOKOS Bericht (1997) wurde die Langeten über die ganze Strecke als mässig verschmutzt eingestuft (**Kieselalgen**-Differentialartengruppen und **Wasserwirbellosen**-Biozönose), mit Ausnahme des stark belasteten Abschnittes unterhalb der ARA Huttwil (nach Saprobienindex).

2.5.2.4 Untersuchungen 2000

Im März und September 2000 wurden nochmals an 5 verschiedenen Stellen im Fluss **Kieselalgen**proben erhoben und die Gewässergüte bestimmt (AquaPlus, 2001). Die Gewässergüte differierte im Flussverlauf nur gering. An der Stelle Häberenbad war die Langeten bereits deutlich belastet, möglicherweise durch den Rotbach. Unterhalb der ARA

Huttwil änderte sich die Situation im März kaum, im September wurde die Langeten hier als kritisch belastet eingestuft. Unterhalb der ARA Lotzwil (Schwimmbad Langenthal) wurde die Gewässergüte erneut als mässig bis kritisch belastet bewertet.

Probestellen			Gewässergüte					
	Äusserer Aspekt (Beeinträchtigung)		Wasserwirbellose			Kieselalgen		
	1991	1994	1985	1991	1994	1991	1994	2000
Uesch	leicht	leicht	II	II	I-II	II	II	
Häbererenbad	n.u.	n.u.	II	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	II*
ARA Huttwil oben	leicht	leicht	n.u.	II	II	I-II*	II	
ARA Huttwil unten	mittel	stark	n.u.	II-III	III	II-III	II*	II* (M) II-III (S)
Madiswil	leicht	leicht	III	II-III	II	II*	II	
ARA Lotzwil oben	leicht	leicht	n.u.	n.u.	II	II	II	
ARA Lotzwil unten	mittel	leicht	II	II	II	II	II*	II*
Roggwil	mittel	mittel	n.u.	II-III	II	II*	II	

Abgewandelt nach Ochsenbein, 1991; AquaPlus 1991, 1994

Tab. 2: Zusammenfassende Übersicht über den äusseren Aspekt und die Gewässergüte nach Kieselalgen und Wasserwirbellose. Berücksichtigt wurden Daten aus Untersuchungen 1985, 1991, 1994 und 2000. * Tendenz zu schlechterer Gewässergüte. Grau unterlegte Felder genügen Qualitätszielen nicht. (M) = Probenahme im März, (S) = Probenahme im September. N.u. = nicht untersucht.

Fazit: Im Flussverlauf, vermutlich durch die Einleitung der geklärten Abwässer, kommt es zu einer deutlichen Veränderung der Wasserwirbellosen- und Kieselalgengemeinschaften. Die stärksten Veränderungen sind nach der ARA Huttwil zu sehen. Nach Aussagen von Frau von Känel (GBL) ist eine Nahrungsgrundlage für Bachforellen jedoch immer noch gegeben, ein Rückgang der Population kann mit diesen Untersuchungen nicht erklärt werden.

2.5.3 Chemisch-physikalische Untersuchungen

2.5.3.1 Untersuchungen des Gewässer- und Bodenschutzlabors (GBL)

Von **1983 bis 1991** wurden Proben an 5 verschiedenen Stellen der Langeten zweimonatlich chemisch-physikalisch untersucht. Da es sich bei diesen Werten um Stichproben handelt, können keine Aussagen über Konzentrationsschwankungen und mögliche Konzentrationsspitzen gemacht werden. Bei einer ersten Zusammenstellung (Ochsenbein, 1991) wurde die Langeten im Oberlauf (Uech bis Häberenbad) als anthropogen schwach belastet eingestuft. Im Mittel- und Unterlauf (ab Rohrbach) wurde der Fluss durch die Einleitung der Abwässer der Kläranlagen Huttwil und Lotzwil deutlich belastet mit häufigen Überschreitungen der Qualitätsziele bei BSB₅, DOC, Ammonium, Nitrat und Nitrit. Dies deutet auf ein zu geringes Verdünnungsverhältnis zwischen Abwasser und Vorfluter bzw. auf eine zu geringe Reinigungsleistung der ARA hin. Ammonium und Ammoniak bilden abhängig von pH und Temperatur ein Gleichgewicht. Es ist nicht auszuschliessen, dass fischtoxische Ammoniakkonzentrationen in der Langeten auftraten (Ochsenbein, 1991; Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992). Zudem können hohe Ammoniumkonzentrationen zu einem Artendefizit führen (Blohm und Borchardt, 1989; Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992). Auch bzgl. Nitrit war die Langeten kein gutes Salmonidengewässer (> 0.05 mg NO₂-N/l [zitiert in: Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992]). Der NOEC (no-observerd-effect-concentration) (Langzeit) für Regenbogenforellen wird abhängig vom Cl⁻ Gehalt bei 0.03 – 0.5 mg/l bzw. bei 0.09 – 0.2 mg/l angegeben (Baccini, 1990). Der Oberlauf wies laut chemischen Index eine Güteklasse von I-II, der Mittel- und Unterlauf von II auf. Weitere Untersuchungen wurden monatlich in den Jahren 1995/1996 und 1999/2000 durchgeführt (Datenblätter, GBL). Auch in diesen Perioden konnte der Oberlauf bei den Messstellen Uech und Häberenbad als wenig belastet bezeichnet werden. **1995/96** wurden die Grenzwerte (GschV, 1998) für Ammonium und Nitrat bei den Messstellen im Mittel- und Unterlauf (Unter Bisig bis Mängen) häufiger überschritten, v.a. in den Winter- und Frühjahrsmonaten. Dies kann evtl. mit der Einleitung geklärter Abwässer der unvollständig nitrifizierenden Kläranlagen erklärt werden. Die Nitrifikation ist nur bei ausreichend hohen Temperaturen zufriedenstellend. Auch der Referenzwert für Nitrit für ein gutes Salmonidengewässer wurde häufig überschritten. Diese Überschreitungen traten unregelmässig verteilt über den gesamten Jahresverlauf auf. Subletale Konzentrationen von Nitrit können bei Fischen zu Kiemenschäden und degenerativen Leberveränderungen führen (Laurent & Perry, 1991; Mazik et al., 1991; Michael et al., 1987). **1999/2000** wurden nur vier Stellen in der Langeten untersucht, aber die Rot, der Rotbach, der Ursenbach und der Brunnbach integriert. In der Langeten fielen nur noch einzelne Grenzwertüberschreitungen auf. Eine Ausnahme bildete

die Stelle „Mühle“ unterhalb der ARA Huttwil, an der die Grenzwerte für DOC, Ammonium und Nitrat und der Referenzwert für Nitrit immer noch häufig überschritten wurden. Insgesamt schien sich die Belastungssituation leicht verbessert zu haben. Auffallend waren v.a. geringere Ammoniumgehalte, die auf die verbesserten Nitrifikationsleistungen der Kläranlagen zurückgeführt werden können (Protokoll 10. Langete-Sitzung, 1999). Nach den letzten Untersuchungen wurde die Belastung der Langeten folgendermassen eingeschätzt (GBL; Datenblätter): Bezüglich DOC war die Langeten auf der ganzen Strecke mässig belastet. Die Belastungen oberhalb der Kläranlage waren natürlich bedingt (Ochsenbein, pers. Mitteilung). Bzgl. Ammonium war der Oberlauf der Langeten schwach belastet. Dabei lag die Messstelle hinter der Mündung des Rotbachs, der nach der Einleitung der Abwässer der Kläranlage Dürrenroth als stark belastet galt. Die Grenzwerte für Ammonium wurden hier oft überschritten. Durch die Einleitung der geklärten Abwässer der ARA Huttwil stieg die Ammonium-Belastung in der Langeten auf deutlich belastet. Flussabwärts fiel die Ammonium-Belastung wieder langsam ab. Der Ursenbach war schwach belastet. Bzgl. Nitrat war die Langeten, der Rotbach und der Ursenbach schwach belastet (Ausnahme: unterhalb ARA Huttwil: mässig belastet). Bezüglich Nitrit war die Langeten im Oberlauf mässig belastet. Unterhalb der ARA Huttwil stieg die Belastung auf „stark“. Weiter flussabwärts sank sie wieder auf „mässig belastet“. Bzgl. Phosphat war die Langeten, der Rotbach, der Ursenbach und der Brunnbach an allen Messstellen stark belastet. Phosphat ist der wichtigste Pflanzennährstoff und kann das Wachstum von Algen und Wasserpflanzen fördern. Bzgl. der Keimbelastung ergab sich ein ähnliches Bild (Ausnahmen: Oberlauf Langeten, Ursenbach: deutlich belastet).

2.5.3.2 Untersuchungen VOKOS

In dem VOKOS Bericht (1997) wurde die Belastung der Langeten mit Gesamtstickstoff als 531 t pro Jahr angegeben, wobei der grösste Anteil (>50%) aus der Landwirtschaft (diffus anthropogen) stammte, ca. ein Viertel aus Abwasserreinigungsanlagen (punktuell anthropogen) und ein nur geringer Anteil aus diffus natürlichen Quellen (VOKOS, 1996; VOKOS, 1996). Beim Gesamtphosphor ergibt sich ein umgekehrtes Bild. Von insgesamt 19 t stammte ca. die Hälfte aus Abwasserreinigungsanlagen, über ein Viertel aus der Landwirtschaft und der Rest aus diffus natürlichen Quellen. Bei gelöstem Phosphor war die Verteilung der 15 t ähnlich. Bei der Ammoniumbelastung wurde der Oberlauf als gering belastet, der Mittellauf nach der Einleitung der Abwässer der ARA Huttwil als stark belastet (>0.8 mg NH₄-N/l (unter 10°C) bzw. >0.4 mg (über 10°C)) und der Unterlauf als deutlich belastet (0.4-0.8 mg bzw. 0.2-0.4 mg NH₄-N/l) eingestuft. Das Ammonium stammte

hauptsächlich aus nicht oder unvollständig nitrifizierenden Kläranlagen. Die erhöhten Konzentrationen treten v.a. während Niederwasserphasen auf, bei denen das Abwasser nicht genügend verdünnt wird. Bzgl. Nitrat galt die Langeten in den oberen Bereichen als belastet (3-6 mg NO₃-N/l). Nach der Einmündung des Ursenbach wechselte das Bild auf deutlich belastet. Ein grosser Anteil dieser Belastung stammte aus der Landwirtschaft. Die Phosphatbelastung im Oberlauf war eher gering (0.03-0.05 mg PO₄-P/l), nach Einmündung des Rotbach deutlich, unterhalb der ARA Lotzwil stieg sie auf stark (>0.1 mg) an, sank jedoch weiter flussabwärts wieder auf deutlich. An der Langeten hatten sowohl die Abwässer aus den Kläranlagen als auch die Landwirtschaft einen Einfluss auf die Phosphatbelastung. Bzgl. der Keimbelastung war die Langeten über den gesamten Verlauf stark belastet. In dem VOKOS Bericht 1996, in dem der Einfluss der Kläranlage Lotzwil beurteilt wurde, galt die Langeten bereits oberhalb der ARA Lotzwil als deutlich vorbelastet durch die Abwässer der ARA Huttwil und Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft. Die Einleitung gereinigter Abwässer aus der ARA Lotzwil führte nicht mehr zu grundlegenden Veränderungen. VOKOS (1996) stellte sowohl oberhalb als auch unterhalb der ARA Lotzwil einen hohen Handlungsbedarf für Verbesserungsmassnahmen fest.

Fazit: Die Langeten ist v.a. mit höheren Mengen an Ammonium und Nitrit belastet, die zu Problemen der Fischgesundheit führen können. Ein Teil dieser Belastung hängt mit den bei niedrigeren Temperaturen unvollständig nitrifizierenden Kläranlagen zusammen. Dabei hat die ARA Huttwil einen grösseren Einfluss auf die Wasserparameter als die ARA Lotzwil. Wie aus Kapitel 2.8 ersichtlich entwässert die ARA Huttwil mit 13000 EW einen grösseren Abwasseranteil als die ARA Lotzwil mit 4500 EW. Die Nitrifikationleistung der beiden ARA's ist vergleichbar, der Nitrit-Wert liegt im Auslaufwasser der ARA Huttwil (90%-Wert 2001: 0.8 mg/l) jedoch höher als in der ARA Lotzwil (90%-Wert 2001: 0.6 mg/l). Auch die Landwirtschaft trägt zur Stickstoff- und Phosphorbelastung bei.

2.5.4 Permethrin und Nonylphenol

2.5.4.1 Permethrin

1992 wurden Permethrinkingonzentrationen im Abwasser der Wollspinnerei Huttwil, im Sickerwasser der Deponie Ufhusen (<0.2 µg/l), im Zu- und Auslauf der ARA Huttwil, im Belebtschlamm, im Frisch- und Faulschlamm der ARA Huttwil und im Schwimmschlamm im ARA Auslauf gemessen (Würsch, 1992). 1993 wurden Sedimentproben oberhalb, beim und unterhalb des Pumpwerks Fichten (Regenentlastung) und oberhalb und unterhalb der ARA Huttwil untersucht (Würsch, 1993). Permethrin stammte hauptsächlich aus der Wollspinnerei,

wo Eulan SPA[®] zur Mottenechtausrüstung seit 1989 verwendet wurde. 1992 wurde Permethrin einerseits in toxikologisch bedenklichen Konzentrationen im ARA-Auslauf (1-2 µg/l) nachgewiesen und andererseits in hohen Konzentrationen im Schwimmschlamm (20 mg/kg TS), der bei Betriebsstörungen in die Langeten gelangen konnte (Würsch, 1992, 1993). In der ARA Huttwil sind gehäuft Betriebsstörungen im Bereich der biologischen Abwasserreinigung aufgetreten. Auch die Regentlastung beim Pumpwerk Fiechten trug zur Permethrinbelastung bei (Würsch, 1993). 1993 wurden in Sedimentproben bereits oberhalb der ARA Huttwil (bei Wehr) hohe Konzentrationen (120 µg/kg TS Sediment) gefunden, unterhalb der ARA noch Werte von 10 µg/kg TS Sediment. Eine mögliche Erklärung dieses Phänomens wäre, dass die Langeten nicht nur durch den ARA-Auslauf, sondern bei starken Regenfällen auch über die Regentlastung beim Pumpwerk Fiechten belastet wurde. So kamen mit dem Rohabwasser besonders grosse Mengen Permethrin in die Langeten (Würsch, 1993). An dieser Stelle wurde zum Messzeitpunkt viel feines organisch reiches Sediment gefunden, in dem sich entsprechend viel der lipophilen Substanz Permethrin adsorbiert hatte. Würsch (1993) stellte einen möglichen Zusammenhang mit dem sinkenden Fischbestand an der Probestelle I, oberhalb der ARA Huttwil (siehe unten), her. Die Fischtoxizität von Permethrin ist sehr hoch: LC₅₀(96h) für juvenile Regenbogenforellen (1-5g): 6.4 µg/l (Fent, 1998). Das Mittel Eulan SPA wurde in der Wollspinnerei kurzfristig ersetzt, und die Permethrinkonzentrationen im Abwasser und im Frischschlamm der ARA sind danach um das 100-500 -fache gesunken. Permethrin ist bereits seit mehreren Jahren wieder im Einsatz. Es wurden jedoch weitere Sanierungsmassnahmen eingeleitet, Permethrin wird heute durch betriebsinterne Massnahmen weitestgehend vom Abwasser fern gehalten. Bei Untersuchungen in den folgenden Jahren (1994-1998) wurde jedoch immer wieder Permethrin in den Langetensedimenten unterhalb der ARA Huttwil gefunden (Sitzungsprotokolle Langeten). Verschiedene Holzverarbeitende Betriebe haben auch zur Permethrinbelastung beigetragen, bei Huttwil und Madiswil wurde Permethrin auch in Direkteinleitungen nachgewiesen (Gasser, Protokoll der 3. Langetensitzung, 1995). Im Oktober 1998 lagen die Permethringehalte erstmals an allen Probenahmestellen unterhalb der Nachweisgrenze von 25 µg/kg Sediment (Sägesser, Protokoll der 8. Langeten-Sitzung, 1998).

1996 wurde ausserdem 0.3 – 0.4 µg/kg Permethrin in Fischeiern aus der Langeten nachgewiesen (Sägesser, Protokoll der 5. Langeten-Sitzung, 1996; GBL, Untersuchungsprotokoll). Die Permethrinbelastung im Klärschlamm der ARA ist seit Ende 1997 deutlich unter den Zielwert von 1 mg/kg gesunken.

Seit 1998 wurde Permethrin in der Langeten nicht mehr untersucht (Ochsenbein, pers. Mitteilung). Da Permethrin nicht in Forellengewebe untersucht wurde, bleibt unklar, inwieweit Permethrin für die Forelle in der Langeten bioverfügbar war. Somit sind der zu erwartende Level im Fisch und damit verbunden mögliche Schäden unbekannt

2.5.4.2 Nonylphenol

1992/93 wurde Nonylphenol im Faulschlamm der ARA Huttwil (230-430 mg/kg TS), 1995 in Sielhautproben der Kanalisation Fiechten (240 mg/kg TS) und Huttwil (2.4 mg/kg TS) nachgewiesen (organisch-chemische und toxikologische Untersuchungen im Gebiet der Langeten von Dez. 94 bis April 95; Würsch, Protokoll der 2. Langeten-Sitzung). Als hauptsächliche Verschmutzungsquelle wurde wiederum die Wollspinnerei vermutet (Abwasser Wollspinnerei Dez. 94 – März 95: ca. 0.05 – 2.5 mg/l). Nonylphenol wurde auch in Langeten-Sedimenten bei Roggwil und Lindenholz nachgewiesen (ca. 10 – 14 µg/kg TS) (organisch-chemische und toxikologische Untersuchungen im Gebiet der Langeten von Dez. 94 bis April 95; Würsch, Protokoll der 2. Langeten-Sitzung, 1995). Im September 1995 wurde Lavasul[®] durch ein nonylphenolfreies Produkt ausgewechselt. Bei Schadstoffuntersuchungen geklärter Abwässer 1998/99 (Sägesser & Ochsenbein, 2000) lagen die Konzentrationen im Auslaufwasser der ARAs Huttwil und Lotzwil bei 1 – 6 µg/l. Spätere Sediment-Untersuchungen oder Untersuchungen des Langetenwassers liegen leider nicht vor.

Die LOEC für Nonylphenol wird mit 17.7 µg/l (Medaka) und der NOEC mit 1 – 5 µg/l (*Cyprinus carpio*) bzw. 8.2 µg/l (Medaka) angegeben (Schwaiger et al., 2000; Yokota et al., 2001). Ein östrogenen Effekt bei Regenbogenforellen wurde bereits bei Konzentrationen von 8.3 µg/l gefunden (Harris et al., 2001). Da es sich bei Nonylphenol um einen stark lipophilen Stoff handelt, der an organisches Material, wie Sedimentpartikel, bindet, ist die effektive Bioverfügbarkeit von Nonylphenol im Langetenwasser schwer abzuschätzen. Die oben angegebenen Konzentrationen lassen jedoch auf geringe Nonylphenolmengen im Langetenwasser schliessen.

Fazit: Anfangs der 90-iger Jahre war Permethrin in Sedimentproben der Langeten und im Auslauf und Schwimmschlamm der ARA Huttwil in toxikologisch bedenklichen Konzentrationen vorhanden. Permethrin stammte hauptsächlich aus der Wollspinnerei, wo Eulan SPA[®] zur Mottenechtausrüstung verwendet wurde. Nach Einleitung verschiedener Sanierungsmassnahmen, die Permethrin grösstenteils vom Abwasser fernhielten, nahmen die Konzentrationen von Permethrin in Sedimentproben ab, ab 1998 konnte kein Permethrin mehr nachgewiesen werden. Auch Nonylphenol wurde in der Wollspinnerei verwendet und in Langetensedimenten gefunden. Das Nonylphenol-haltige Mittel wurde ersetzt. Weitere Kontrollmessungen von Nonylphenol in Langetensedimenten wurden jedoch nicht durchgeführt.

2.5.5 Belastung mit sonstigen Xenobiotika

1992/93 wurden vom GBL verschiedene Gewässer auf 22 Pestizide untersucht (Fliessgewässer und Seen 1993/94, 1995). Insgesamt konnten sechs Verbindungen nachgewiesen werden: Atrazin, dessen Abbauprodukt Desethylatrazin, Simazin, Terbutylazin, Pendimethalin und Carbofuran. Dabei zeigte sich, dass die Pestizid-Belastung der Gewässer deutlich mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Einzugsgebiete korrelierte. Daraufhin wurde 1994 die Langeten bei Mängen monatlich u.a. auf Atrazin, Desethylatrazin, Simazin und Terbutylazin untersucht. Am häufigsten konnte Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin nachgewiesen werden. Während Atrazin ein Maximum im Juli/August zeigt, nach der hauptsächlich Anwendung im Frühjahr, wurde Desethylatrazin relativ konstant nachgewiesen. Bei hohen Niederschlagsmengen kommt es aufgrund verstärkter Auswaschung und Abschwemmung zu Erhöhung der Pestizid-Konzentration im Gewässer. Die Konzentrationen in der Langeten lagen jedoch i.d.R. unter dem Grenzwert von 0.1 µg/l (GschV, 1998) mit Ausnahme von Atrazin. Hier wurde der Grenzwert zweimal überschritten (bis ca. 0.15 µg/l). Die Konzentrationen der übrigen Stoffe lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Neuere Untersuchungsergebnisse liegen nicht vor. Über die Belastung der Langeten mit sonstigen Xenobiotika, wie PAHs, PCBs, liegen leider keine Angaben vor.

Fazit: Es liegen nur wenig Untersuchungsergebnisse vor, so dass eine ausgewogene Beurteilung der Xenobiotika-Belastung der Langeten nicht möglich ist. 1992/93 wurden verschiedene Pestizide in der Langeten gefunden, die mit der Verwendung in der Landwirtschaft korrelierten. Die Konzentrationen waren eher niedrig, einzelne Grenzwertüberschreitungen kamen jedoch vor.

2.6 Schwermetalluntersuchungen

Bei Sedimentuntersuchungen 1994 durch das GBL im Schwendibach und in der Langeten von Eriswil bis Roggwil (Langeten-Untersuchung vom 30.8.94; Langeten-Untersuchung II, 1995) konnten hohe **Zink**werte im Raum Langenthal festgestellt werden. In der ersten Untersuchung fanden sich die hohen Zink-Werte unmittelbar unterhalb der ARA Lotzwil, in der zweiten Untersuchung unterhalb Langenthal. Weiterhin fielen deutliche Anstiege im **Blei**- und **Quecksilber**gehalt unterhalb des Pumpwerks Fiechten auf. Ein sehr hoher **Chrom**-Gehalt in den Schwändibach-Sedimenten überraschte. Bei einem Vergleich mit den Gewässern Kiese und Suze lagen die Schwermetallhalte der Langeten jedoch alle im Rahmen anderer Fliessgewässer mit Fischen. Auch bei Untersuchungen von Schwermetallen in Fischlebern fielen keine grösseren Unterschiede zwischen oberhalb Eriswil und Mittel- und Unterlauf auf. Ausnahmen bildeten ein hoher Kupferwert bei Häberenberg, hohe Zinkwerte bei Häberenberg und Langenthal und hohe Chromwerte bei Häberenberg, Madiswil und Langenthal. Die Lebern der untersuchten Tiere waren teilweise bereits fixiert worden, was den Nachweis von Schwermetallen beeinträchtigen könnte. Leider liegen keine Untersuchungen von Tieren vor, die unter Standardbedingungen gehalten wurden und das gleiche Alter hatten (Schwermetallaufnahme ist akkumulativ). Herr Bürgy schloss aus diesen Ergebnissen, dass die Schwermetalle bei der Langeten-Problematik vermutlich keine grosse Bedeutung haben (Protokoll der 2. Langeten-Sitzung, 1995). Im März 1996 und 1997 wurden erneut Langeten-Sedimente auf Schwermetalle untersucht. Dabei fielen nur einzelne hohe Werte auf: 0.3 mg/kg Quecksilber bei Kleindietwil mit Abnahme der Gehalte unterhalb dieser Stelle und ein einzelner hoher Zinkwert bei Kleindietwil. Die Ursache dieser Werte ist nicht ersichtlich (Bürgy, Protokoll der 6. Langeten-Sitzung, 1997). 1999 wurde erneut eine deutliche Erhöhung des Zinkgehaltes im Sediment durch die Einleitung der ARA-Abwässer Lotzwil festgestellt (ca. 100 mg/kg auf ca.180 mg/kg) (Protokoll 9. Langeten-Sitzung).

Bei Untersuchungen von Bach- und Regenbogenforellen, die verdünntem, geklärtem Abwasser der ARA Lotzwil exponiert wurden, konnte in Kiemen eine erhöhte Menge

metallbindender Proteine (Metallothioneine) festgestellt werden (Burkhardt-Holm, 1999). In Langetenwasser bei Roggwil exponierten Tieren wurden keine erhöhten Mengen Metallothionein gefunden. Diese Untersuchungen korrelierten nicht mit den histopathologischen Veränderungen der Organe dieser Tiere (deutliche stärkere Organschäden bei Flusswasser-exponierten Tieren als bei ARA-Wasser-exponierten Tieren). Die Ergebnisse deuten somit auf eine Schwermetallbelastung der Abwässer der ARA Lotzwil hin, die Bedeutung für die Fischgesundheit ist jedoch unklar.

Fazit: Es wurden verschiedene Schwermetalle an unterschiedlichen Stellen in der Langeten gefunden. Auch Untersuchungen an Fischen deuten auf eine gewisse Schwermetallbelastung hin. Bis auf vereinzelte Ausnahmen lagen die Konzentrationen in Sedimenten und Fischgewebe jedoch alle im Normbereich, so dass Schwermetalle an der Langeten eher eine untergeordnete Rolle zu spielen scheinen.

2.7 Sedimenttoxizität

Im April, Juli und Oktober 1996, im Dezember 97, im Dezember 98 und Juli 99 wurden Sedimentproben der Langeten entnommen und mittels „Daphnia magna“ und Microtox Test untersucht (ecoconceil, 1996a, b, c, 1997, 1998, 1999). Der Microtox Test misst die Hemmung der Lumineszenz der Leuchtbakterien *Vibrio fischeri*. Im April 1996 wurde unterschieden zwischen dem wässrigen Extrakt (schwach adsorbierte Substanzen, effektive Toxizität) und dem organischen Extrakt (hydrophobe Substanzen, die von Organismen mobilisiert werden könnten, potentielle Toxizität). In den folgenden Untersuchungen beschränkte man sich auf den organischen Extrakt. Im April 1996 (ecoconceil, 1996a) wurden Proben an 8 verschiedenen Stellen zwischen Huttwil und Roggwil und dem Rotbach untersucht. Die wässrigen Extrakte aller Sedimentproben zeigten keine akute Toxizität. Bei den organischen Extrakten zeigte die Probe von Madiswil eine mittel- bis hochgradige potentielle Toxizität und die Probe von Langenthal eine hochgradige (Microtox) bzw. eine sehr starke Toxizität (Daphnia) an. Ecoconseil (1996a) diskutiert, dass die bedeutendste Belastungsquelle wahrscheinlich punktuell zwischen Kleindietwil und Madiswil liegt und die gesamte untere Strecke der Langeten belastet. Eine weitere Quelle ist die Kläranlage Lotzwil, die direkt oberhalb der Probestelle in Langenthal liegt. An den übrigen untersuchten Stellen konnte keine potentielle Toxizität festgestellt werden. Im Juli 1996 wurden 10 Proben zwischen Kleindietwil und Roggwil untersucht mit detaillierteren Probestellen zwischen Kleindietwil und Langenthal (ecoconseil, 1996b). Keine der Sedimentproben zeigte eine akute potentielle Toxizität mittels Daphnientest und nur eine geringe Hemmung der

Bakterienlumineszenz. Eine starke Saisonalität der Toxizität wurde diskutiert und die Hypothese einer intermittierenden Kontaminationsquelle, evtl. im Zusammenhang mit dem Zufluss des Ursenbachs, wurde beibehalten. Um diese Hypothese weiter zu untersuchen, wurden im August 1996 7 Proben zwischen Kleindietwil und Roggwil untersucht, im Oktober 11 Proben zwischen Kleindietwil und Roggwil, dem Ursenbach, dem Öschenbach und dem Walterswilbach (ecoconseil, 1996c). Im August 1996 konnten die Ergebnisse der Untersuchung vom Juli 1996 bestätigt werden mit Ausnahme einer mittelgradigen Toxizität im Ursenbach, gemessen mit dem Microtox Test. Im Oktober 1996 wurde eine mittel- bis hochgradige akute Toxizität mit dem Daphnientest v.a. in der Nähe von Ursenbach gemessen. Ecoconseil schloss daraus, dass sich eine Schadstoffquelle oberhalb der Probestelle Öschenbach, südwestlich von Ursenbach befindet, die das Sediment unterhalb dieser Stelle, inklusive der Langeten, belastet. Die Sedimentuntersuchungen von April bis Oktober 1996 an der Langeten sprechen für zwei Toxizitätsspitzen, eine in Lindenholz und eine in Roggwil. Die Spitze in Lindenholz lässt sich mit dem Zufluss des Ursenbachs erklären, die in Roggwil mit dem Staudamm oder einer weiteren punktuellen Kontaminationsquelle (ecoconseil, 1996c). Im Jahre **1997** wurden erneut 4 Stellen in der Langeten (Kleindietwil (unt. ARA), Madiswil, Langenthal (unt. ARA), Roggwil), der Ursenbach und der Öschenbach im März, Juni, August und September untersucht (ecoconseil, 1997). Eine mittelgradige Toxizität wurde im März bei Roggwil, im Juni bei Kleindietwil und im September an allen Probenahmestellen an der Langeten sowie im Ursenbach gemessen (Microtox Test). Eine akute Toxizität (Daphnia-Test) wurde nur im März 1997 an den Stellen Madiswil und Langenthal festgestellt. Neben dem Einfluss der Kläranlagen wurde wiederum eine intermittierende Kontaminationsquelle zwischen Öschen- und Ursenbach diskutiert. Im November **1998** wurden weitere 11 Stellen zwischen Kleindietwil und Roggwil z.T. mittels Schwebstofffallen untersucht (Soluval, 1998). Es ergab sich keine akute Toxizität mit dem Daphnia-Test, jedoch mittelgradige Toxizitäten mit dem Microtox Test in Langenthal (unt. ARA), oberhalb Lotzwil und bei Lindenholz. Die übrigen Stellen ergaben keine Toxizität. Im Raum Wystäge wurden 1998 weitere Untersuchungen im Februar, März und April 1998 durchgeführt. Dabei zeigten sich signifikant höhere Toxizitäten an den Stellen Wald Wystäge/Lindenholz und oberhalb und unterhalb vom Wehr, Golihof im März 1998. Nach diesen Untersuchungen bewertete Soluval die ökotoxikologische Relevanz des Raums Ursenbachs deutlich geringer als in den Vorjahren. Dagegen deuteten die Ergebnisse auf eine intermittierende Kontaminationsquelle im Raum Wystäge hin. Da sich die Schwebstofffallen als sensitiver herausstellten als oberflächliches Sediment, wurden im Februar, März und April **1999** 8 Stellen zwischen Kleindietwil und Roggwil und der

Ursenbach mittels Schwebstofffallen untersucht (Soluval, 1999). Im März zeigte sich eine mittelgradige akute Toxizität in Langenthal, unterhalb Lotzwil, Mühle Wystäge und bei Kleindietwil. Eine starke Toxizität wurde wiederum unterhalb vom Wehr, Golihof festgestellt. Im April fand sich nur noch eine mittelgradige Toxizität an der Stelle Mühle Wystäge. Diese Ergebnisse stimmen mit den Resultaten von 1998 überein, die eine erhöhte Toxizität im Raum Wystäge v.a. in dem Monat März zeigen.

Neben den Untersuchungen von ecoconseil wurden Sediment- und Schwebstoffextrakte aus der Langeten bei der ARA Huttwil durch die Universität Heidelberg auf ihre Toxizität gegenüber RTG-2-Zellen untersucht (Hollert et al., 2000). Hier zeigte sich sowohl im akuten Zelltest in RTG-2 Zellen als auch im Daphnien- und Microtox Test ein hohes toxisches Schädigungspotenzial der partikulär gebundenen Schadstoffe. Aufgrund dessen ist eine Beeinträchtigung der Organismen insbesondere bei einer möglichen Remobilisation während Hochwasserereignissen nicht auszuschliessen (Hollert et al., 2000).

Die Ergebnisse der Microtox Tests müssen mit Vorsicht betrachtet werden, da elementarer Schwefel im Sediment im Zusammenhang mit Leuchtbakterientests zu einem Problem führen kann (Müller, 2000). Elementarer Schwefel wird v.a. durch Oxidation von Schwefelwasserstoff gebildet. Als Oxidationsmittel fungiert Eisen in oxidiert Form. Die Anwesenheit von Eisensulfid im Sediment manifestiert sich in Schwarzfärbung des Sediments und einem unangenehmen Geruch. Bei Anwesenheit von Eisensulfid kann man auch von einem hohen Anteil an elementarem Eisen ausgehen. Die Leuchtbakterienspezies *Vibrio fischeri* reagiert äusserst empfindlich auf die Anwesenheit von elementarem Schwefel (Svenson, 1998; Müller, 2000). Ist in einem organischen Extrakt elementarer Schwefel enthalten, wird seine toxische Wirkung auf die Leuchtbakterien die Wirkung anderer Komponenten völlig überschatten.

Fazit: Die Untersuchungen 1996 und 1997 deuteten auf eine intermittierende Kontaminationsquelle im Raum Ursenbach hin. Bei den nachfolgenden Untersuchungen 1998 und 1999 war die Kontaminationsquelle im Raum Ursenbach jedoch unbedeutender und es kristallisierte sich eine andere intermittierende Kontaminationsquelle im Raum Wystäge heraus. Dies korreliert gut dem Einbruch der Fischpopulation im Raum Wystäge. Ergebnisse des Microtox Test ohne Berücksichtigung von elementarem Schwefel müssen jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da der elementare Schwefel die verwendeten Leuchtbakterienspezies *Vibrio fischeri* stark schädigen kann.

2.8 Kläranlagen

Das ARA-Personal kontrolliert regelmässig BSB₅, CSB, Ammonium, Nitrat, Nitrit, früher zusätzlich Phosphat und den Permanganatverbrauch, heute Gesamtphosphor und GUS im Auslauf. Zusätzlich werden die ARA's viermal jährlich durch das GSA kontrolliert.

2.8.1 ARA Huttwil

Die Kläranlage Huttwil/Rohrbach wurde 1974 in Betrieb genommen und entsorgt die Abwässer der Gemeinden Auswil, Eriswil, Huttwil, Rohrbach, Rohrbachgraben und Wyssachen. Die Anlage verfügt über zwei Reinigungsstufen, eine mechanische Stufe und eine chemisch-biologische Stufe mit Aluminiumchlorid-Simultanfällung. Seit Juni 1990 wird das Aluminiumfällmittel Conalpur AC eingesetzt (Bangerter, 1991). Zwei Regenrückhaltebecken sind im Einzugsgebiet vorhanden.

Das Verdünnungsverhältnis im Vorfluter beträgt ca. 1:6 (Schätzung aus Q_{tw} der ARA Huttwil und Q_{347} des Vorfluters, aus: Bernet, 2002)

Bis 1992 wurden die Werte von Nitrit häufiger überschritten, der Wert für DOC lag an der oberen Grenze (Bangerter, 1992). Da die Werte für BSB₅ in der Regel tief waren, liess sich auf eine Belastung der ARA mit schwer abbaubaren organischen Kohlenstoffen schliessen. Die Deponie Ufhusen hat zu einem grossen Teil zu dieser Belastung beigetragen. Bei den Phosphatwerten traten einzelne deutliche Überschreitungen auf, die auf einzelne Spitzenbelastungen hindeuteten. Aus den Ammonium- und Nitratwerten geht hervor, dass die ARA nur bei ausreichend hohen Temperaturen vollständig nitrifiziert. Deshalb wurde die Langeten zeitweise mit hohen Ammonium- und Nitritkonzentrationen belastet. Dies wurde ebenfalls durch die Flusswasser-Untersuchungen bestätigt (Ochsenbein, 1991; Bangerter, 1992). Ausserdem wurden einzelne akute Fischsterben festgestellt, die einerseits durch interne Betriebsprobleme und andererseits durch Überlastung mit Industrieabwasser erklärt wurden. Dementsprechend wurden einerseits Massnahmen zur Leistungssteigerung der ARA und andererseits genauere Untersuchungen des Abwassers der Wollspinnerei eingeleitet. Als hauptverdächtiges Produkt wurde Eulan SPA[®] eruiert, das Permethrin enthielt. Daraufhin wurden verschiedene Sanierungsmassnahmen durch die Wollspinnerei eingeleitet (s. Kap. 2.5.4.1 Permethrin).

Heute sind 7941 Einwohner an die ARA Huttwil angeschlossen. Die Gesamtbelastung in Industrie- und Gewerbeabwasser entspricht 13000 EW (Daten GSA, 2001). Der Fremdwasseranteil beträgt 46%. Die Richtwerte für Nitrit werden weiterhin häufig überschritten (90%-Wert 2001: 0.8 mg/l; Richtwert: 0.3 mg/l nach GSchV von 1998). Spitzenwerte werden v.a. in den Wintermonaten erreicht. Zusammen mit den Ammonium-

und Nitratwerten kann man weiterhin davon ausgehen, dass die Nitrifikation nur bei höheren Temperaturen (Sommermonate) vollständig ist. Allgemein beträgt die Nitrifikation 85 - 90%. Der Anteil ist in den letzten Jahren sinkend. Die Werte für BSB₅ und GUS liegen weitestgehend unter den gesetzlichen Grenzwerten. Die Werte für P ges liegen ebenfalls in der Regel unterhalb der Limite. Als Ergänzung der Werte in der GSchV kommen im Kanton Bern für den CSB folgende Richtwerte zur Anwendung: ARA grösser 10'000 EW: 90%-Wert: 50 mg CSB/l, Max. Wert: 110 mg CSB/l; ARA zwischen 200 und 10'000 EW: 90%-Wert: 60 mg CSB/l, Max. Wert: 120 mg CSB/l. Gemäss diesen Werten überschreitet die ARA Huttwil den Grenzwert für CSB (90%-Wert 2001: 59.7 mg/l). Die Spitzenwerte sind knapp tolerierbar. Beim hohem CSB könnte das Abwasser der Deponie Ufhusen eine gewisse Rolle spielen. CSB, der aus Deponien ausgewaschen wird, ist in der Regel gut löslich und schlecht abbaubar, so dass er auch die ARA zu einem grossen Teil durchlaufen wird. Den grössten Teil dieses CSB werden vermutlich Huminstoffe oder Huminsäuren bilden (Bangerter, pers. Mitteilung).

Insgesamt ist die Abbauleistung bei hoher Niederschlagsmenge geringer.

Die Temperatur des Abwassers steigt im August bis auf über 18°C. Eine leichte Erwärmung der Langeten durch das Abwasser ist also denkbar.

2.8.2 ARA Lotzwil

Die Kläranlage wurde 1968 in Betrieb genommen. Sie entsorgt die Abwässer der Gemeinden Gutenberg, Kleindietwil, Leimiswil, Lotzwil, Madiswil, Oeschenbach, Ursenbach und Walterswil. Die Anlage verfügt über zwei Reinigungsstufen, eine mechanische und eine biologische Stufe. Eine P-Fällung wird ab 1996 betrieben (Bangerter, pers. Mitteilung). Es ist ein Regenrückhaltebecken vorhanden. Bei der ARA Lotzwil sind z.Zt. 5696 Einwohner angeschlossen, die gemessene Belastung liegt mit 4500 EW tiefer.

Das Verdünnungsverhältnis im Vorfluter beträgt ca. 1:10 (Schätzung aus Q_{tw} der ARA Lotzwil und Q_{347} des Vorfluters, aus: Bernet, 2002)

Wenn in Lotzwil die effektive Belastung in EW kleiner ausfällt als die Zahl der angeschlossenen Einwohner, so können dafür folgende Gründe in Frage kommen (Bangerter, pers. Mitteilung):

- Die Belastung aus Industrie- und Gewerbebetrieben ist heute sehr gering und damit vermutlich auch die Zahl der Arbeitsplätze in der Region. Es dürften deshalb viele Einwohner tagsüber in die Region Langenthal wegendeln.
- Bei hohem Fremdwasseranfall und langen Kanälen kann eine relevante Abbauleistung im Kanalnetz beobachtet werden. Diese Vermutung wird gestützt

durch die deutlich höhere Belastung in EW, die aus der Phosphorfracht (EW Phosphor 7100) oder dem Schlammanfall geschätzt wird. Phosphor wird nicht abgebaut, der Schlammaufbau erfolgt im Kanalnetz als Sielhaut, die periodisch abgeschwemmt wird.

- Der hohe Fremdwasseranfall von 71% im Jahr 2001 könnte zu zeitweisen hydraulischen Überlastungen und damit zu Entlastungen vor der ARA geführt haben.

Die Grenzwerte für BSB₅, CSB und GUS werden in der Regel eingehalten, ebenfalls die Werte für P ges. Die Richtwerte für Nitrit werden jedoch häufig überschritten (90%-Wert 2001: 0.6 mg/l). Die Langeten wird somit regelmässig mit hohen Nitritwerten belastet. Die Nitrifikation nimmt in den letzten Jahren eher zu, 2001 lag sie bei 87%. Eine starke Belastungsquelle, ein Schlachtbetrieb (Schweinemästerei, s. auch Betriebe), wurde geschlossen, so dass sich die Belastungssituation bei der ARA Lotzwil in den letzten 7 bis 8 Jahren eher verbessert hat (Bangerter, pers. Mitteilung). Laut Aussagen von S. Kaderli werden zur Zeit jedoch wieder Tiere gemästet, ein möglicher Einfluss auf die Belastungssituation bleibt abzuwarten. Auch in der ARA Lotzwil steigt die Abwassertemperatur teilweise über 18°C. Der Auslauf kann somit zur Erwärmung der Langeten beitragen, die im Flussverlauf festgestellt wurde.

Es ist zu berücksichtigen, dass die beiden ARAs relativ alt sind. Bei der damaligen Dimensionierung wurde die Leistung nur auf den Abbau der biologisch abbaubaren organischen Belastung, nicht aber auf die Nitrifikation ausgelegt (Bangerter, pers. Mitteilung). Die beiden ARAs können die Anforderungen vor allem bezüglich Nitrifikation nicht (vollständig) einhalten.

2.8.3 Biomonitoring organische Schadstoffe

1998 und 1999 wurden an 6 verschiedenen Zeitpunkten über den Zeitraum von einem Jahr Wochensammelproben des Abwassers der ARA Huttwil und Lotzwil entnommen (Sägesser & Ochsenbein, 2000) und auf folgende Stoffe untersucht: VOC (flüchtige organische Verbindungen), AOX (adsorbierbare organische Halogene), α -Tenside, polyzyklische Moschusduftstoffe (ADBI, AHMI, AHTN, ATII, DPMI, HHCB), Pestizide (Atrazin, Desethylatrazin, Simazin, Diazinon, Metribuzin, Metamitron, Isoproturon, Diethyltoluamid, Chloridazon, Metalaxyl, Dimefuron, Chlortoluron, Ethofumesat) sowie Nonylphenole und Nonylphenolethoxylate. Dabei wurden v.a. Moschusduftstoffe und Pestizide in erhöhten Mengen gefunden. Moschusduftstoffe wurden im allgemeinen in Konzentrationen von 0-1µg/l nachgewiesen. Nur in der Probenahme vom Mai 1999 lagen die Werte in höheren Konzentrationen vor: ARA Huttwil (5.9 µg/l), ARA Lotzwil (3.2 µg/l). Dabei wurden

vorwiegend Tonalide/Fixolide (AHTN) und Galaxolide/Abbalide (HHCB) nachgewiesen. Moschusduftstoffe sind schwer abbaubar und reichern sich in der Umwelt an. Hohe Pestizid-Konzentrationen wurden ebenfalls nur in den frühen Sommermonaten (Juni 98 und Mai 99) gefunden (ARA Huttwil: 17.3 µg/l, ARA Lotzwil: 24.4 und 38 µg/l). Bei der geringen Verdünnungsleistung durch den Vorfluter (ARA Huttwil 1:6, ARA Lotzwil 1:10) werden die Anforderungen an die Wasserqualität von <0.1 µg/l je Pestizid (GschV, 1998) teilweise massiv überschritten (Bernet, 2002). Die Tatsache, dass vorwiegend in der Landwirtschaft verwendete Pestizide wie Atrazin und Isoproturon den grössten Teil der Pestizidbelastung ausmachten, und bedeutende Pestizidbelastungen vorwiegend im Mai und Juni auftraten, spricht für die Landwirtschaft als Herkunft der Pestizidbelastung. Die Höchstkonzentrationen in der ARA Lotzwil, v.a. verursacht durch Atrazin (Herbizid im Maisanbau) und Isoproturon (Herbizid), entsprechen nach Angaben von Gerecke et al. (2001) einer Menge von 0.4 kg eingesetztem Atrazin und 1.5 kg verwendetem Isoproturon pro Woche. Solche Mengen können nicht mit einzelnen kleinen Verlusten (beispielsweise Ausschwemmung aus gespritzten Feldern) erklärt werden, sondern sprechen für eine unsachgemässe Entsorgung überflüssiger Sprühbrühe oder dem Reinigen einer grossen Anzahl Pestizidbehälter (Gerecke et al., 2001). Die höchsten Konzentrationen an Atrazin wurden im Ablauf der ARA Lotzwil mit 20 µg/l gemessen, die höchsten Konzentrationen für Isoproturon lagen bei 37 µg/l. Bei einer Verdünnung durch den Vorfluter von 1:10 liegen diese Konzentrationen noch weit über der NOEC. Der NOEC für Atrazin liegt bei 0.2 µg/l, der für Isoproturon bei 0.3 µg/l (USEPA Datenbank). Diese Konzentration liegt auch höher als der LOEC von 5 bzw. 10 µg/l Atrazin für Nierenveränderungen bei Regenbogenforellen (Fischer-Scherl et al., 1991; Oulmi et al., 1995). Die Autoren haben nach einer 1-monatigen Expositionszeit Tubulodegenerationen feststellen können. Daher könnte Atrazin auch nach der Verdünnung durch den Vorfluter (in Lotzwil Verdünnung bei Niederwasser 1:10) zu Nierenveränderungen geführt haben.

2.8.4 Ökotoxikologische Untersuchungen des Langetenwassers und der Kläranlagenausläufe

Im Februar und April 1995 wurden Tagessammelproben der ARA-Ausläufe Huttwil und Lotzwil auf Leuchtbakterientoxizität und Daphnientoxizität untersucht. Die Leuchtbakterientoxizität war relativ konstant und lag signifikant über der anderer Berner ARAs (20 – 25% Hemmung gegenüber 10% Kantonsdurchschnitt) (Würsch, Protokoll der 2. Langeten-Sitzung; Protokoll der 3. Langeten-Sitzung, 1995). Die Ausläufe der ARA Huttwil waren leicht daphnientoxisch.

Im Oktober und November 1997 wurden erneut verschiedene Tagessammelproben der ARA-Ausläufe Huttwil und Lotzwil und Langetenwasser bei Lindenholz und Langenthal auf chronische Daphnientoxizität und Toxizität auf die Grünalge *Pseudokirchneriella subcapitata* ausgewertet (ecoconseil, 1997). Dabei wurde die Mortalität nach 18 bis 21 Tagen und die Reproduktion von Daphnia und die Hemmung des Wachstums der Grünalge nach 96 h Exposition dokumentiert. Die Daphnientoxizität war v.a. im Langetenwasser bei Lindenholz und Langenthal signifikant gegenüber der Kontrolle erhöht. Ecoconseil schloss auf eine intermittierende Toxizität, die sich bereits bei Lindenholz manifestierte. Wie bei den Sedimentuntersuchungen von 1996 und 1997 fiel der Verdacht auf eine intermittierende Quelle im Ursenbach. Daphnien, die überlebten, zeigten jedoch eine zufriedenstellende Reproduktion. Dagegen war die Reproduktionsfähigkeit in Langenthal etwas erniedrigt gegenüber Lindenholz. Eine weitere chronische Toxizität kam also bei Langenthal hinzu. Im verdünnten Auslaufwasser der ARA Huttwil (5 und 20%) zeigte sich keine Erhöhung der Toxizität, während das Auslaufwasser der ARA Lotzwil ebenfalls eine erhöhte Daphnientoxizität erzeugte, die jedoch unter der des Langetenwassers lag. Auch bei Untersuchungen mit der Grünalge zeigten sich ähnliche Resultate: eine relativ hohe Wachstumshemmung durch das Langetenwasser an beiden Standorten, wenig Einfluss des ARA - Auslaufwassers. ARA Auslaufwasser der ARA Huttwil zeigte keine signifikante chronische Toxizität. Auslaufwasser der ARA Lotzwil belastete die Langeten erneut mit einer gewissen Toxizität (ecoconseil, 1997).

2.8.5 Ökotoxikologische Belastung von Abwasserproben aus dem Kanton Bern

Die Wochensammelproben der Kläranlagen Huttwil und Lotzwil wurden neben den chemischen Analysen (Kap.3.6.4.) auch mit verschiedenen in vitro Biotestsystemen auf ihr toxisches, mutagenes und östrogenes Schädigungspotenzial untersucht (Hollert et al., 2000). Zur Bestimmung der akuten Zytotoxizität wurden die Proben auf RTG-2 Zelllinien mittels Neutralrotretention, Laktatdehydrogenasefreisetzung und MTT-Assay untersucht, mit der mikrobiellen Dehydrogenase-Aktivität in *Arthrobacter globiformis* wurden sie auf ihre bakterientoxische Wirkung geprüft. Durch die kurze Generationsdauer der Bakterien wird neben der akuten auch die chronische Toxizität erfasst. Mit dem AMES-Test wurden die Proben auf ihre Mutagenität und dem COMET-Assay Test auf ihre Gentoxizität untersucht. Östrogen wirksame Stoffe wurden auf isolierten Hepatozyten mithilfe der Vitellogenin-Induktion geprüft.

Keine der Proben zeigte eine akute Toxizität im Zelltest mit RTG-2-Zellen. Dagegen zeigten die untersuchten Proben aus Huttwil und Lotzwil bei mindestens einem Untersuchungstermin

eine bakterientoxische Wirkung. Für jede der untersuchten Kläranlagen konnte bei mindestens einem Beprobungstermin ein signifikanter gentoxischer oder mutagener Effekt festgestellt werden. Dabei wurde die Gentoxizität der ARA Huttwil als stark eingestuft, die der ARA Lotzwil als mittelmässig. Das östrogenaktive Schädigungspotenzial der Abwasserproben variierte zwischen den Beprobungsdaten erheblich. Während in Huttwil nur im Januar und Mai 1999 eine endokrine Belastung festgestellt wurde, wurden in Lotzwil Belastungen im Juni und August 1998 und Januar 1999 gemessen. Sowohl die Gentoxizität als auch die endokrine Belastung lag in Lotzwil jedoch deutlich unter den Werten, die in Huttwil gemessen wurden. Bereits Konzentrationen von 10-100 ng/l 17 β -Östradiol können bei männlichen Regenbogenforellen VTG induzieren (Hollert et al., 2000). An der ARA Huttwil wurde sowohl im Januar als auch im Mai 99 ein östrogenes Schädigungspotenzial ermittelt, das in der 1:2 verdünnten Probe über dem von 27 ng/l 17 β -Östradiol lag (Hollert et al., 2000).

Fazit: Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Langeten durch die Kläranlagen Huttwil und Lotzwil stark mit Nitrit belastet wird, v.a. bei tieferen Temperaturen. Weiterhin gelangen wahrscheinlich saisonal grosse Mengen an Pestiziden in beide Kläranlagen und somit in das Gewässer. Auch Moschusduftstoffe und Nonylphenol wurden gefunden. Eine Wiederholung dieser Messungen ist vorgesehen. Die Abwasserproben der ARA Huttwil zeigten einen starken gentoxischen, mittelmässig toxischen Effekt und endokrine Wirksamkeit. Dagegen zeigten Abwasserproben der ARA Lotzwil nur geringe toxische Effekte. Bei Daphnien- und Grünalgenuntersuchungen zeigten die Kläranlagenausläufe nur einen geringen ökotoxikologischen Effekt, während eine erhöhte Toxizität des Langetenwassers bei Lindenholz und Langenthal gefunden wurde. Es wurde hier auf eine intermittierende Belastungsquelle bei Ursenbach geschlossen.

Die bisherigen Untersuchungen geben somit noch wenige schlüssige Hinweise auf eine toxische Belastung der Langeten durch die Kläranlagen, weitere Untersuchungen in dieser Richtung sollten durchgeführt werden und sind teilweise in Planung (s. auch Kap. 5.2)

2.9 Altlasten

Vom GSA werden Ablagerungs- und Betriebsstandorte, die eine mögliche Gefahr für Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden oder Luft darstellen könnten, erfasst und beschrieben. Eine potentielle Gefährdung wird mit einem Punktesystem, getrennt nach Stofffluss und Nutzung, bewertet. Die Gesamtpunktzahl reicht von 0 (keine potentielle Gefährdung) bis 200 (hohe potentielle Gefährdung).

In der Gemeinde Eriswil gibt es eine Deponie, gefüllt mit Bauschutt und Aushubmaterial. Laut GSA ist die potentielle Gefährdung für Oberflächengewässer und der Handlungsbedarf gering. In der Gemeinde Rohrbach ist im Bereich Häberenbadbrücke ein Ablagerungsstandort und in Rohrbach ein Betriebsstandort bekannt. In der Deponie (Ablagerungsstandort) wurden Siedlungsabfälle abgelagert. Aufgrund der Nähe zum Langetenufer besteht die Gefahr, dass Sickerwässer in die Langeten gelangen. Die potentielle Gefährdung für Oberflächengewässer wurde als mittelmässig eingestuft, Handlungsbedarf nur bei Bauvorhaben/Umnutzung. Bei dem Betrieb handelt es sich um einen Holzverarbeitungsbetrieb. Verwendet wurden Farben, Lacke, Pestizide und Schwermetalle (Zinnhaltige Bläuebäder), die infolge unsachgemässer Handhabung in die Umwelt gelangt sein können. In diesen Bläuebädern waren Organozinnverbindungen enthalten. Organozinnverbindungen sind leber- und immunotoxisch. Bei Meeresschnecken wurden Änderungen des Sexualhormonsystems (androgen wirksam) beobachtet. Die potentielle Gefährdung für die Langeten wurde vom GSA als mittel bis hoch eingestuft, Handlungsbedarf nur bei Bauvorhaben/Umnutzung. Auf dem Gemeindegebiet Ursenbach liegt einerseits die Deponie „Wystäge“, daneben eine Autogarage. Die Deponie „Wystäge“ wurde auf der Stufe einer historischen und technischen Voruntersuchung der Altlasten-Verdachtsfläche untersucht. Die Deponie befindet sich westlich der Mündung des Ursenbachs in die Langeten. Die Deponie besteht aus Bauschutt und Aushub, es lagert grösstenteils auf einer wenig durchlässigen, natürlich gebildeten Lehmschicht. Das Sickerwasser wird nordöstlich abgeleitet, gelangt dort zunächst in das Grundwasser und mit diesem in die Langeten. Im Sickerwasser wurden hohe Konzentrationen an Ammonium (ca. 3.5 mg/dm^3 , Referenzwert AltIV 0.5 mg/dm^3) nachgewiesen, jedoch sind die Abstromfrachten (ca. 0.5 g/h) so gering, dass kaum ein Gefährdungspotential vorhanden ist (Dr. Benkert AG, 1999). Ausserdem scheint das Ammonium noch im Grundwasser abgebaut zu werden, bevor es in die Langeten fliesst. In einer zweiten resp. dritten Messperiode (Dr. Benkert AG, 2000 resp. 2001) wurde in je einer Grundwasserprobe aus dem Abstrombereich der Deponie zusätzlich Dichlormethan resp. Tetrachlormethan in erhöhter Konzentration ($0.1 \pm 0.01 \text{ mg/dm}^3$, Referenzwert 0.02 mg/dm^3 resp. $0.0013 \pm 0.0001 \text{ mg/dm}^3$, Referenzwert 0.002 mg/dm^3) gefunden. Messungen des Porengases (Dr. Benkert AG, 2002) wiesen jedoch darauf hin, dass die Orte im Untergrund, an denen die Grenzwerte überschritten wurden, nicht verbreitet vorkommen. Permethrin wurde nicht nachgewiesen. Aufgrund einer detaillierteren Beurteilung (Dr. Benkert AG, 2002) wurde die Deponie hinsichtlich des Schutzes oberirdischer Gewässer als nicht sanierungs- und nicht überwachungsbedürftig eingestuft. Der zweite Standort ist eine Autogarage. Hier wurden Mineralöl und Toluol,

eventuell auch halogenierte flüchtige Kohlenwasserstoffe, gelagert. Die potentielle Gefährdung für Oberflächengewässer wurde vom GSA als mittel bis hoch eingestuft, Handlungsbedarf besteht nur bei Bauvorhaben/Umnutzung. In der Gemeinde Lotzwil liegen zwei Betriebe und eine Deponie. Beim ersten Betrieb besteht der vermutete Inhalt des belasteten Standortes aus Chrom, Fluorchlorkohlenwasserstoffen, halogenierten flüchtigen KW, KW allgemein, Laugen, Säuren, Tetrachlorethen und Trichlorethen. Die Stoffgefährlichkeit für die Langeten wurde als hoch eingestuft, nach einer Voruntersuchung durch das GSA zeigte sich jedoch, dass die Emissionen ins Grundwasser gering sind. Somit ist auch eine Gefährdung der Langeten über den Grundwasserpfad unwahrscheinlich. Die Drahtziegelfabrik lagerte Eisen, Säuren und Zink ein. Bei Untersuchungen 2000 wurden erhöhte Zinkwerte im Untergrund gefunden. Bei Sedimentuntersuchungen 1994 in der Langeten wurden ebenfalls erhöhte Zinkwerte nach der ARA Lotzwil im Raum Langenthal gefunden (Bürgy, 1994). Diese Werte konnten jedoch bei späteren Untersuchungen nicht mehr bestätigt werden. Bei Fischen, die verdünntem ARA Wasser exponiert wurden (s. 3.2 Fischgesundheit) konnten erhöhte Metallothionein Werte in den Kiemen nachgewiesen werden, was auf eine Exposition mit Schwermetallen hindeutet (Burkhardt-Holm et al., 1999). Zink wirkt v.a. schädigend auf das Kiemenepithel, Larvenstadien sind besonders empfindlich. Der zweite Betrieb wurde 2000 grösstenteils saniert, so dass die Gefahr im Moment gering sein sollte (GSA, pers. Mitteilung). Weiterhin gibt es eine Deponie mit Aushubmaterial, Bauschutt und Siedlungsabfällen. Es wurden auch Materialien der Drahtziegelei (Schwermetalle) abgelagert (GSA, persönliche Mitteilung). Von dieser Deponie führt eine Drainage in die Langeten. Die Qualität möglicher Abschwemmungen ist noch unbekannt, wird jedoch zur Zeit untersucht (GSA, pers. Mitteilung). In der Gemeinde Roggwil befindet sich ein Ablagerungs- und ein Betriebsstandort. In der Deponie wurden Aushubmaterial, Bauschutt und Siedlungsabfälle abgelagert. Die potentielle Gefährdung für Oberflächengewässer wurde als mittel eingestuft. Bei dem Betrieb handelt es sich um einen ehemaligen Autoabbruchbetrieb. Versickert bzw. abgelagert wurden Benzin, Motorenöl und Zementschlämme. Zum Teil wurden auf dem Gelände Autoteile verbrannt. Die stark belastete Brandschuttschicht wurde entsorgt. Im Moment wird die Gefahr für Oberflächengewässer als gering eingeschätzt.

Fazit: An der Langeten liegen einige belastete Standorte, v.a. im Bereich Lotzwil und Roggwil, bei denen bedenkliche Stoffe vermutet werden bzw. im Untergrund nachgewiesen worden sind. Die bislang untersuchten Standorte wurden vom GSA hinsichtlich des Schutzes oberirdischer Gewässer als nicht überwachungsbedürftig eingestuft, das Gefährdungspotential für Oberflächengewässer ist jedoch bei einigen Standorten gegeben.

2.10 Betriebe

Der folgende Abschnitt setzt sich einerseits aus Berichten und Informationen zusammen, die in Langeten-Sitzungen zusammengetragen wurden, und andererseits aus aktuellen Daten der Datenbank des GSA.

1994 wurden Sielhautuntersuchungen auf Schwermetalle von einem Sammelkanal vor einer Pelzveredlungsfirma im Raum Lotzwil und im Kanal dieser Firma durchgeführt (Langeten-Untersuchung vom 30.8.94). Die Gehalte im Sammelkanal lagen im normalen Rahmen, während die Gehalte im Kanal der Pelzveredlung v.a. für Chrom (17750 mg/kg TS), aber auch für Blei (340 mg/kg TS), Kupfer (770 mg/kg TS) und Zink (3870 mg/kg TS) sehr hoch lagen. Bei Abwasseruntersuchungen erfüllten die Abwässer der Pelzveredlung zum Probenahmezeitpunkt die Einleitbedingungen. Es liegt kein Indiz dafür vor, dass die schwermetallhaltigen Abwässer in die Langeten eingeleitet wurden. Bei einer weiteren Firma im Raum Lotzwil wurde der Grenzwert für Kohlenwasserstoffe massiv überschritten, aufgrund eines überlaufenden Schlammsammlers. Weiterhin lagerte ein Drahtziegelwerk in Lotzwil seit Jahren Aushubmaterial zwischen Fabrikgebäude und Langeten mit einem Zinkgehalt von 15600 mg/kg TS. Die oben erwähnten Werte liegen in Bereichen, die bei einer Abschwemmung zu Fischproblemen führen können. Im Sediment konnten immer wieder Zinkrückstände gefunden werden (s. Kap. 2.6). Die Drahtziegelfabrik wurde 2000 grösstenteils saniert, so dass die Zinkbelastung stark zurückgegangen sein sollte (s. auch Kap. 2.9)

1995 wurden weitere Betriebe im Einzugsgebiet der ARA Lotzwil besichtigt (Gasser, Protokoll der 3. Langeten-Sitzung, 1995). Eine Betonherstellung im Raum Kleindietwil leitete evtl. stark alkalisches Betonwasser direkt ein. Eine Sanierung dieses Betriebes fand statt (Widmer, Protokoll der 4. Langeten-Sitzung, 1996). Die oben erwähnte Drahtziegelfabrik entwässerte vom Vorplatz mit Zinkabschliff in die Langeten. Weiterhin wurden an einem Ort Methylenchlorid-Fässer nicht vorschriftsgemäss gelagert. Eine Saumästerei im Raum Madiswil leitete die Gülle direkt in die Langeten. Gegen diese Mästerei wurde ein Verfahren eingeleitet (Hilpert, Steiner, Protokoll der 5. Langeten-Sitzung, 1996). Der Betrieb wurde

geschlossen bis zur Sanierung der Abwassersituation (Protokoll der 6. Langeten-Sitzung, 1997). Laut Aussagen von S. Kaderli werden zur Zeit wieder Tiere gemästet, ohne sichtbare Sanierung der Gewässerschutzsituation.

1998 wurden verschiedene Einläufe zwischen Wystäge und Lindenholz untersucht (von Känel, 1998). Dabei enthielt ein Einlauf im Bereich Gollihof ein deutliches Vorkommen von Abwasserindikatoren im Röhrenbewuchs. Unterhalb dieses Einlaufs befanden sich Jaucherückstände am Fels (Kaderli, Protokoll, 8. Langeten-Sitzung). Dieses Rohr stammt von einem Landwirtschaftsbetrieb mit Pferdehaltung. Das Rohr entwässert Dach-, Brunnen- und Vorplatzwasser, das bei Regenereignissen in die Langeten fliesst. Bei den übrigen Einläufen konnten keine sichtbaren Belastungen festgestellt werden. Die Proben wurden jedoch nach einer Trockenperiode entnommen, so dass der Eintrag evtl. nicht repräsentativ war (von Känel, 1998). Weiterhin wurden verschiedene Liegenschaften im Raum Wystäge untersucht (Inspektionsbericht vom 3. Aug. 1998, P. Baeriswyl; Protokoll 8. Langeten-Sitzung). Dabei fielen bei fast allen Landwirtschaftsbetrieben Schwachstellen im Bereich Güllegruben, Mistplätzen und Fahrzeugwaschplätzen auf. Ein weiteres Problem stellten Hobbytierhalter mit Pferde- oder Schafhaltung dar, z.B. das Entsorgen der Tauchbäder vor der Sömmerung der Schafe. Diese Tauchbäder enthalten v.a. Insektizide der Organophosphatgruppe. Aufklärungsarbeit wird in Zukunft durchgeführt.

Dank verschiedener Sanierungsmassnahmen im Bereich der Entwässerung von Liegenschaften, Höfen und Industriebetrieben im Bereich Kleindietwil bis Madiswil sind laut Aussagen von P. Baeriswyl z.Zt. (2002) keine negativen Einflüsse auf die Langeten mehr zu erwarten (Protokoll 11. Langete-Sitzung, 2002).

Grundlage für die folgenden Ausführungen sind aktuelle Daten der Datenbank des GSA. Da eine Abhandlung aller Betriebe in diesem Rahmen nicht möglich ist, werden im folgenden nur Betriebe erwähnt, die nach Einschätzung des GSA (Hr. Widmer) ein Problem für die Langeten darstellen könnten. Da das Problem des Fischrückgangs v.a. im Raum Wystäge zu beginnen scheint (ca. 1 km unterhalb des Einlaufs der ARA Huttwil), wurden in diesem Bereich Betriebe berücksichtigt, die direkt in den Vorfluter entwässern. Bei Kleindietwil befindet sich eine Gerberei. Nähere Angaben zu diesem Betrieb und verwendete Mittel liegen leider nicht vor. Im Raum Madiswil befindet sich eine Holzbaufirma mit Vorplatzentwässerung. Im Januar 2002 wurde eine Anordnung zur Sanierung erlassen. Eine Erfolgskontrolle steht noch aus. Eine Zimmerei mit Holz aussenlagerplatz liegt neben der ARA Huttwil. Von diesem Lagerplatz kann gegebenenfalls belastetes Meteorwasser in die Langeten gelangen. Eine weitere Firma, die Holzschutzmittel anwendet, liegt am

Öschenbach. Mögliche Verschmutzungen kommen somit über den Ursenbach in die Langeten.

Weiterhin wurden für diesen Bericht einige Betriebe ausgelesen, die in die ARA Lotzwil entwässern. Im Bereich Kleindietwil liegt ein Holzimprägnierungsbetrieb und eine Landwirtschaftliche Genossenschaft, bei denen ein Abschwemmen von Pestiziden möglich wäre. Der Umfang ist jedoch unklar. Bei Leimiswil ist ein Schafhalter lokalisiert. Wie bereits oben beschrieben, ist hier ein saisonales Abschwemmen von Insektiziden aus Tauchbädern möglich. Weiter flussabwärts im Raum Madiswil ist erneut eine Landwirtschaftliche Genossenschaft lokalisiert, die bekanntermassen einen Waschplatz für Pestizidspritzen besitzt. In Zukunft wird versucht, das neu erlassene Verbot dieser Waschplätze durchzusetzen (Widmer, pers. Mitteilung). Dann müssten alle Pestizidspritzen noch im Feld gesäubert werden. Im Raum Lotzwil befinden sich die Firma der Pelzveredelung, eine Drahtziegelfabrik und zwei weitere kleine Betriebe. Die Pelzveredelung sollte im Moment kein Problem für die Langeten mehr darstellen. Die Drahtziegelfabrik war v.a. eine Quelle für Zink (s. auch oben und Kap. 2.6). Nach der Sanierung 2000 wurden keine Untersuchungen in der Langeten durchgeführt. Unregelmässige Einträge in die Langeten, besonders an Feiertagen, sind nicht auszuschliessen (Widmer, pers. Mitteilung). In einem weiteren Betrieb, der mit Kunststoff- und Hartschaumprodukten handelt, werden Biozide und Desinfektionsmittel verwendet. Bei einem weiteren Betrieb, der mit Hartmetallwerkzeugen handelt, ist eine nennenswerte Verschmutzung des Abwassers aufgrund der Grösse eher unwahrscheinlich. Im Oberlauf des Ursenbachs bei Walterswil befindet sich eine Schreinerei mit einem Holzlagerplatz. Abschwemmungen von Spritzmitteln sind hier also ebenfalls möglich.

Fazit: Durch verschiedene Betriebe ist eine Verschmutzung der Langeten v.a. mit Pestiziden und Schwermetallen möglich. Dabei handelt es sich meist um holzverarbeitende Betriebe. Hobbytierhalter, wie Schafhalter, sind mögliche Quellen für Insektizide aus Tauchbädern. Eine Einschätzung der effektiven Belastung der Langeten durch diese Hobbytierhalter ist schwierig, wird von P. Baeriswyl jedoch z.Zt. als niedrig eingeschätzt. Mögliche Gewässer gefährdende Betriebe sind u.a. im Raum Wystäge, Madiswil und Lotzwil lokalisiert. Es liegen jedoch keine Daten vor, ob und inwieweit diese Betriebe die Langeten tatsächlich belasten. Somit ist die Gefährdung durch die Betriebe nicht abschätzbar.

2.11 Fischbestand

Die Langeten ist ein Forellengewässer (Kleindietwil bis Langenthal). Sie stellt somit einen Lebensraum für Bachforellen, Groppen und teilweise Elritzen dar. Elritzen sind in der Langeten ausgestorben (Abschlussarbeit, 1992). Aeschen und Schneider wurden besetzt und überleben gut (von Orelli, pers. Mitteilung). Nach Einschätzung des Fischereiaufsehers S. Kaderli war der Fischbestand (Forellen und Groppen) und der Bestand an Dohlenkrebse (*Austropotamobius pallipes*) in der ersten Hälfte der 60-iger Jahre in der Langeten sehr gut. In der zweiten Hälfte der 60-iger Jahre kam es zu einer rasanten Verschlechterung der Wasserqualität mit einem starken Rückgang der Krebs- und Groppenbestände (Kaderli, 1991). Genauere Messdaten liegen leider nicht vor. Auch für die Bachforellenpopulation gibt es die Aussage, dass sie stark zurückging, u.a. aufgrund der UDN (Ulcerative Dermal Necrosis) (Notizen Klingler). Nach Inbetriebnahme der ARA Region Huttwil 1973 verbesserte sich die Situation an der Langeten vorübergehend. Groppen wanderten wieder in die Langeten ein. Auch hier liegen keine genaueren Messdaten vor. Anfangs der 80-iger Jahre erreichte die Bachforellenpopulation ihren Höhepunkt (s. Fig.3). Seither ist sie rückläufig. Auch die Groppenbestände wurden geschwächt (Kaderli, 1991; Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992). Seit 1986 werden nach stetigem Bestandsrückgang keine Dohlenkrebse mehr gefunden (Kaderli, 1991).

2.11.1 Abfischungen Prof. Klingler

Von 1980 bis 1990 liegen Daten der Kontrollabfischungen (Elektroabfischung) von Prof. Klingler in der von ihm verwalteten Langetenstrecke (Engelschwelle bei Rohrbach bis Bad Gutenberg) vor. Abgefischt wurden jeweils 100m. Wenn diese Strecke nicht eingehalten wurde (z.B. Baustellenabfischungen) wurden die Fischzahlen auf 100 m umgerechnet. Es zeigte sich an zwei (II & V) von 5 Stellen ein konstanter Fischbestand (I: oberhalb der ARA Huttwil, II: unterhalb ARA Huttwil, III: oberhalb Zulauf Mühle, IV: Lindenholz, V: Madiswil, Rohr), an zwei Stellen (I & IV) ein sinkender Bestand und an Stelle III eine starke Abnahme. Prof. Klingler besetzte in dieser Zeit jährlich mit ca. 2000 Jährlingen, ab 1989 mit ca. 1500 Jährlingen (Wildfänge, Herkunft Laichfischfang Langeten). Bei weiteren Abfischungen 1992 und 1993 zeigte sich v.a. ein deutlicher Rückgang aller Grössenklassen an der Stelle II (unterhalb ARA Huttwil) (Notizen Klingler). An den übrigen Stellen zeichnete sich ebenfalls ein Rückgang ab, welcher bei den 1+ Fischen am deutlichsten war. Die Strecke oberhalb der Fischenz Klingler wurde als normal bezeichnet (Bangeter, 1992; Hr. Christen, pers. Mitteilung). 1991 wurde oberhalb und unterhalb der ARA Huttwil eine Kontrollabfischung durchgeführt (Berichtblätter M. Flück). Diese ergab oberhalb einen normalen Fischbestand,

während unterhalb eine fischfreie Strecke festgestellt wurde. Dieses Ergebnis ist jedoch auf die Permethrinverschmutzung durch die Wollspinnerei zurückzuführen. Für eine langfristige Beurteilung kann diese Abfischung also nicht herangezogen werden.

Fischbestände in der Langeten Anzahl Fische pro Laufmeter

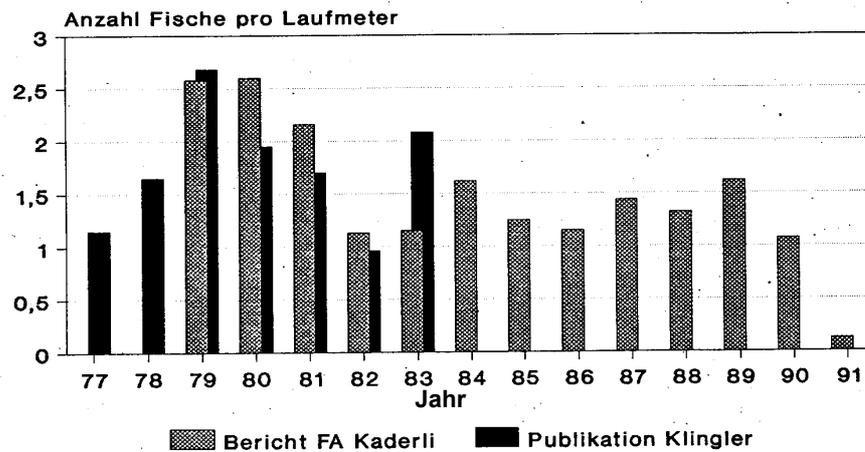


Fig.3: Übersicht über die Entwicklung der Bachforellenbestände in der Langeten (oberhalb ARA Huttwil bis Madiswil, Rohr) von 1977 bis 1991, nach Abfischungsergebnissen von Prof. Klingler und vom Mai 1991. Quelle: Bangerter, 1991

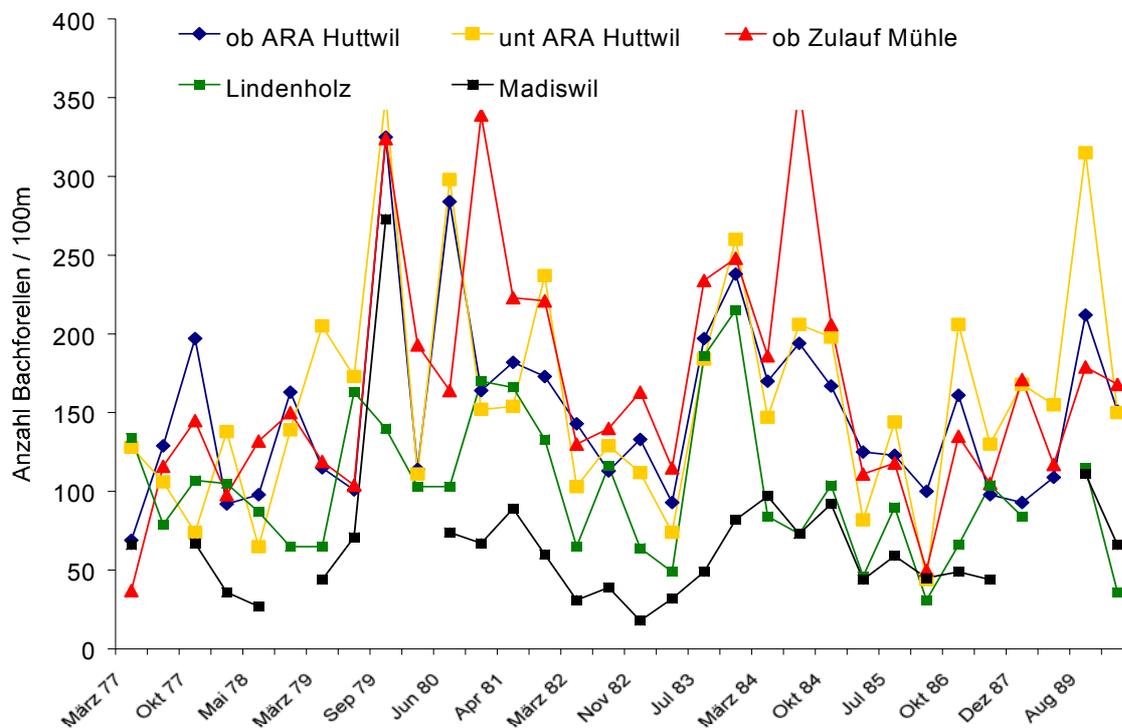


Fig.4: Entwicklung der Bachforellenbestände in der Langeten (oberhalb ARA Huttwil bis Madiswil, Rohr) von 1977 bis 1991, nach Abfischungsergebnissen von Prof. Klingler. Dargestellt Anzahl Fische / 100m

2.11.2 Abfischungen Fischereinspektorat

Ab 1991 wurden regelmässig Elektro-Abfischungen über eine Strecke von 100 m durch das Fischereinspektorat durchgeführt, in 9 Strecken zwischen Rohrbach (Sägerei Zaugg) und Lotzwil (30.7.91/ 25.2.93/ 9.2.94/ 6.8.96), in 6 Strecken zwischen Lotzwil und Langenthal am 22.6.94, in 9 Strecken im Raum Wystäge am 22.1.98 und in 4 bzw. 6 Stellen zwischen Eriswil und Roggwil von 1995 bis 2003 (Fig.6). Die Abfischungen zwischen **Rohrbach und Lotzwil** dienten v.a. der Kontrolle der ARA Huttwil. Es fiel ein erster Einbruch bei den grösseren Bachforellen 300 m unterhalb des ARA-Auslaufs Huttwil auf, danach stieg die Anzahl der Fische leicht an, bis es bei Lindenholz erneut zum Rückgang der Anzahl kam (Fig.5). Bis Lotzwil blieben die Zahlen tief.

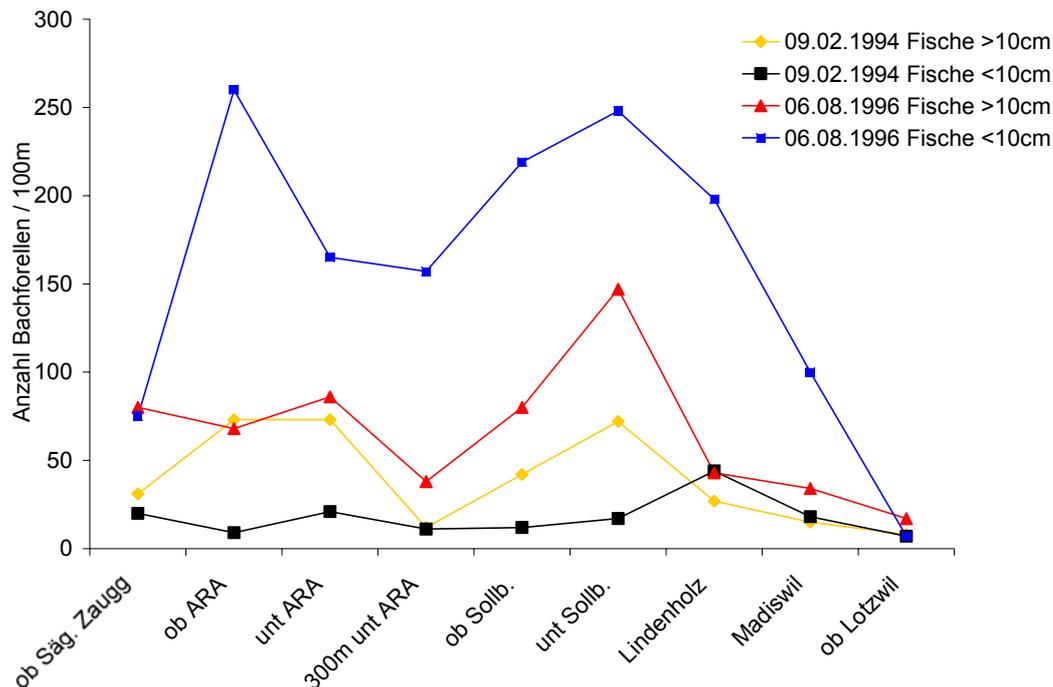


Fig.5: Darstellung der Abfischungsergebnisse vom Februar 1994 und August 1996 von oberhalb der Sägerei Zaugg bis oberhalb Lotzwil, nach Abfischungsergebnissen des Fischereinspektorats

Von 1991 bis 1996 kam es zu einer leichten Verbesserung der Situation bei den Fischen über 10 cm auf den Strecken oberhalb Sägerei Zaugg bis unterhalb Wasserrückgabe Mühle Sollberger, ab Lindenholz war der Bestand jedoch sehr schwach. Ähnliche Befunde ergaben auch weitere Abfischungen durch Prof. Klingler 1992 und 1993. Die regelmässigen Abfischungen von 1995 bis 2003 zwischen **Eriswil** und **Roggwil** ergaben zusammenfassend folgendes Bild: Im Oberlauf der Langeten bei Eriswil kann der Bachforellenbestand als normal (50 bis 100 Tiere auf 100 m) bezeichnet werden. Unterhalb der ARA Huttwil (Mühle Sollberger) ist der Bestand z.Zt. zufriedenstellend (Abfischungen 2001 / 02; Aussagen S. Kaderli). Ein deutlicher Rückgang ist im Bereich Wystäge, Madiswil zu beobachten. Bei Lotzwil nimmt der Bestand nochmals ab und bei Roggwil werden nur noch einzelne Tiere gefunden (Fig.6 & 7). Dabei hat sich die Situation auf den Strecken Madiswil bis Roggwil von 1995 bis heute kaum verändert. Bei Eriswil scheint der Bestand in den letzten Jahren eher rückläufig zu sein. Weiterhin fällt auf, dass v.a. die Bachforellen-Sömmerlinge im Laufe des Sommers, zwischen August und Oktober, verschwinden (Spitzenwerte in der Fig.6 sind v.a. durch hohe Sömmerlingszahlen bedingt). Andere Fischarten scheinen nicht betroffen zu sein (Kaderli, Protokoll der 5. Langeten-Sitzung). Um dieses Phänomen besser zu veranschaulichen, sind in Graphik 8 nur die Zahlen der Bachforellen-Sömmerlinge und 1+ Fische dargestellt. Dabei fällt auf, dass in den

Sommermonaten noch viele Sömmerlinge gefunden wurden, bei den Abfischungen im Januar waren jedoch meistens kaum 1+ Fische vorhanden. Bei einem Vergleich von Graphik 6 und 8 kann man den grossen Übereinstimmungsgrad sehen, d.h. dass die Zahl der älteren Tiere niedrig bleibt. Fig. 9 zeigt eine differenzierte Grössenklassendarstellung der Jahre 2001 bis 2003.

Um den Einbruch des Bachforellenbestands im Raum **Wystäge** näher zu untersuchen, wurden 1998 erneut Abfischungen in diesem Bereich durchgeführt. Bei dieser Abfischung fiel ein insgesamt geringer Bachforellenbestand auf. Nach Beobachtungen von S. Kaderli ist auch ein Bestandseinbruch nach der Verzinkerei Lotzwil zu beobachten. Der Herrenbachzulauf sowie Grundwasseraufstösse führen nur streckenweise zu einem besseren Bestand. Um den Einfluss der Verzinkerei **Lotzwil** auf den Fischbestand zu testen, wurde im Juni 2002 eine Abfischung in diesem Bereich durchgeführt. Der Bachforellenbestand war insgesamt eher schwach, die Anzahl der Sömmerlinge war zufriedenstellend, jedoch gab es nur sehr wenig ältere Tiere. Diese Ergebnisse bestätigen die Abfischungsergebnisse der letzten Jahre (wenig überlebende Sömmerlinge, wenig adulte Tiere). Damit erscheint ein Einfluss der Verzinkerei zum Zeitpunkt der Abfischungen vernachlässigbar zu sein (von Orelli, Abfischungsprotokolle).

S. Kaderli stellte über mehrere Jahre im August vermehrt tote Fische an diversen Stellen flussabwärts der ARA Huttwil fest (Kaderli, pers. Mitteilung). Zu Beginn des Sommers starben Jungtiere, später auch Adulte. Diese Beobachtungen können das Verschwinden der Sömmerlinge während der Sommermonate erklären. Als mögliche Ursache könnte eine erhöhte Infektionsrate mit PKD in Frage kommen. Bei einigen Tieren, die der Fischereiaufseher zur Untersuchung an die Nationale Fischuntersuchungsstelle (NAFUS) gebracht hat, konnte PKD nachgewiesen werden (s. auch Kap. 2.12).

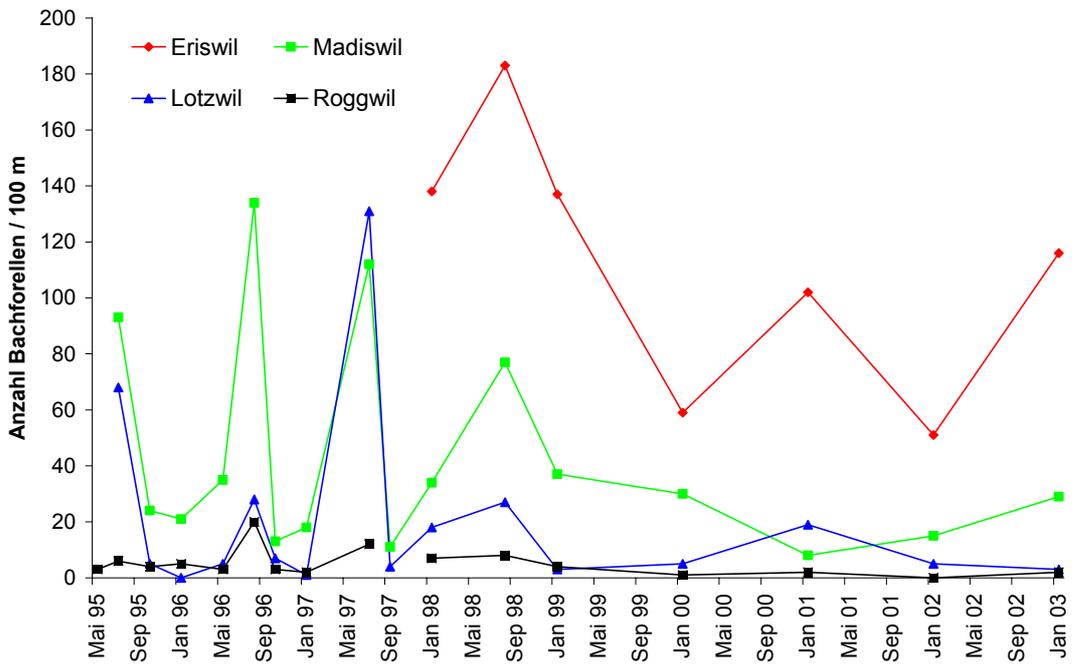


Fig.6: Entwicklung der Bachforellenbestände von 1995 bis 2003 gemäss Abfischungsergebnissen des Fischereiinspektorats bei Elektroabfischungen 1995 – 2003

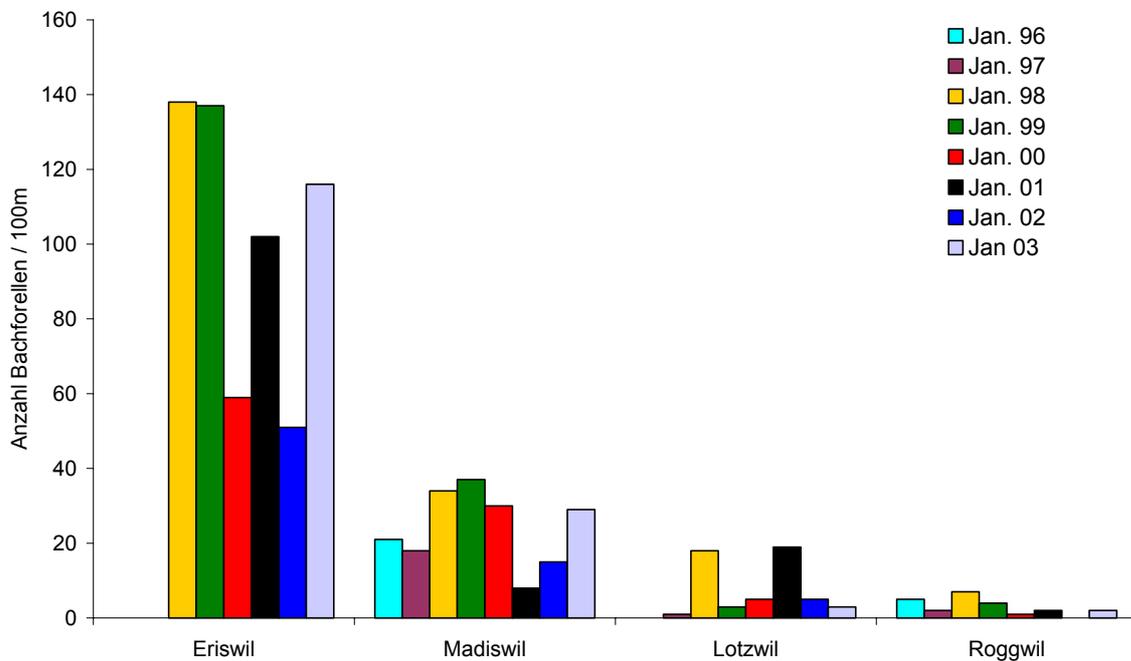


Fig.7: Entwicklung der Bachforellenbestände von 1996 bis 2003. Darstellung über den Verlauf des Flusses. Dargestellt sind nur die Frühjahrsabfischungen. Quelle: Abfischungsergebnisse des Fischereiinspektorats

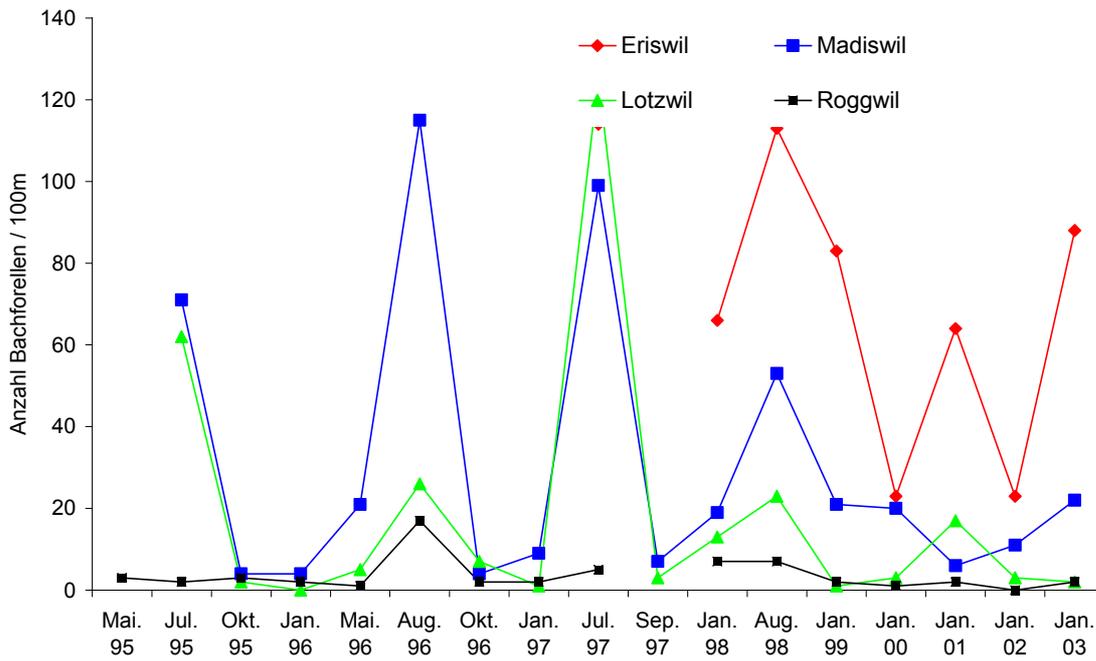


Fig.8: Entwicklung der Bachforellenbestände von 1995 bis 2003 gemäss Abfischungsergebnissen des Fischereiinspektorats bei Elektroabfischungen 1995 – 2003. Dargestellt sind nur die Zahlen der Sömmerlinge und 1+ Fische

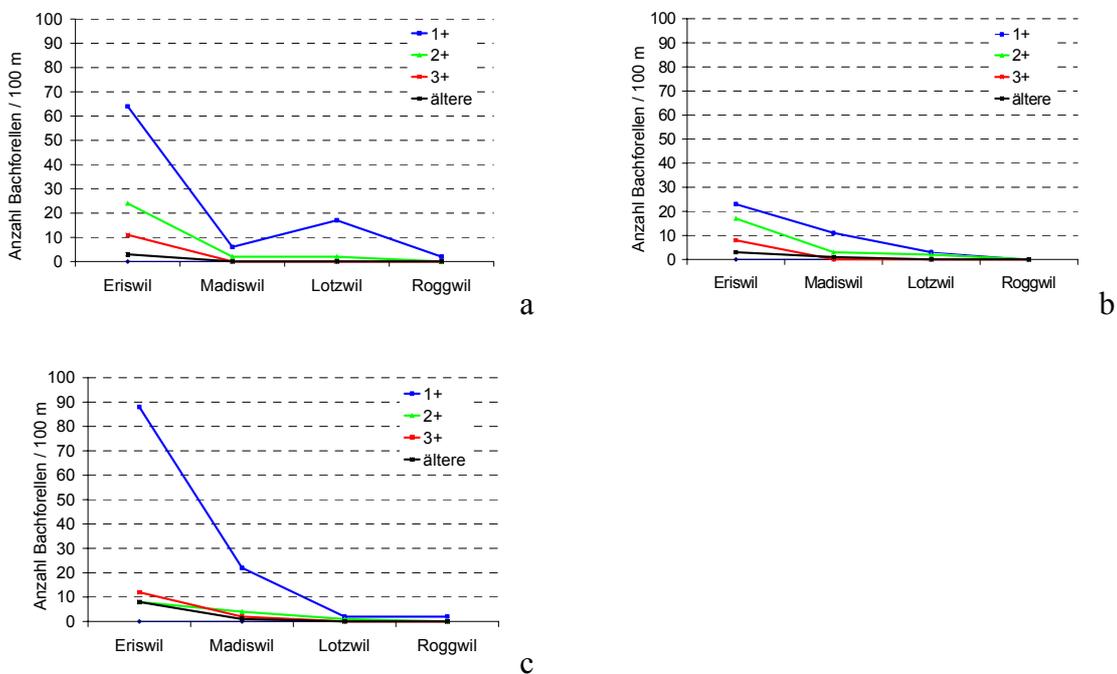


Fig.9: Entwicklung der Bachforellenbestände Januar 2001 (a), 2002 (b) und 2003 (c). Aufteilung nach Grössenklassen. Darstellung über den Verlauf des Flusses. Quelle: Abfischungsergebnisse des Fischereiinspektorats

In folgenden werden die Abfischungsdaten von Prof. Klingler 1977 bis 1990 zusammen mit den Abfischungen des Fischereiinspektorats dargestellt. Da eine Strecke bei Madiswil in beiden Perioden abgefischt wurde, wurde dieser Standort für die Übersicht ausgewählt, damit die Datensätze vergleichbar sind. Dabei wurden nur die Abfischungen in den Frühjahrsmonaten berücksichtigt, d.h. ein direkter Einfluss durch die Besatzmassnahmen sollte auszuschliessen sein. Die Trendlinie zeigt einen mässigen Abfall der Populationsgrösse der Bachforellen bei Madiswil (Fig. 10). Dabei muss beachtet werden, dass bereits die Zahlen der Abfischungen von 1977 bis 1990 als gering bezeichnet werden können (von Orelli, pers. Mitteilung).

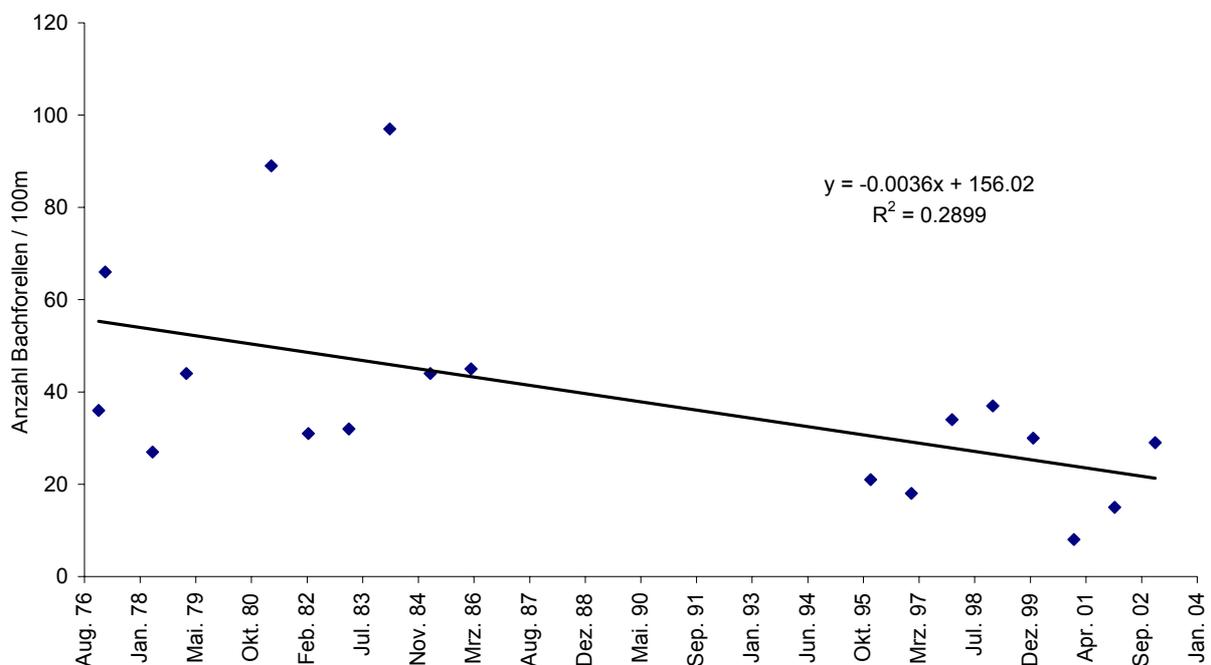


Fig.10: Abfischungsergebnisse von Prof. Klingler 1977 bis 1990 und des Fischereiinspektorats von 1995 bis 2003 bei Madiswil. Berücksichtigt werden nur die Frühjahrsabfischungen.

2.11.3 Baustellenabfischungen

Bei verschiedenen Baustellenabfischungen 1993, 1994 und 1995 wurden die oben dargestellten Ergebnisse weitestgehend bestätigt. Im August 1993 kam es ausserdem von Lotzwil bis Roggwil zu einem akuten Fischsterben. Die Ursache blieb unbekannt.

2.11.4 Besatzmassnahmen

Besetzt wurden pro Jahr ca. 200 bis 400 Jährlinge in 14 verschiedenen Strecken, streckenweise ca. 200 bis 300 Sömmerlinge und einige tausend Brütlinge. Einige

Fischnenzen werden nicht besetzt (Lotzwil bis Langenthal, Mühle). Der Besatz (Anzahl, Alter, Art) blieb in den letzten Jahren ziemlich konstant. Besetzt wird teilweise im Frühling und teilweise im Herbst (Kaderli, pers. Mitteilung). Interessant ist, dass auch Sömmerlinge, die im Herbst besetzt werden (Madiswil bis Lotzwil), bei den Frühjahrsabfischungen wieder verschwunden sind. In diesen Fällen kann PKD wahrscheinlich als Ursache ausgeschlossen werden, da es während der Wintermonate nicht zu einem klinischen Ausbruch kommen sollte. Für den Fischbestand besteht kein Unterschied, ob Brütlinge oder Sömmerlinge ausgesetzt werden (Kaderli, pers. Mitteilung). Von Lotzwil bis Langenthal, Mühle, findet kein Besatz statt. Auf dieser Strecke fehlen die Bachforellen völlig, obwohl der Lebensraum für diese Fischart gut geeignet wäre (Kaderli, pers. Mitteilung). Dagegen gibt es in diesem Bereich Äschen und Regenbogenforellen. Auch bei Roggwil findet kein Besatz statt, auch hier fehlen die Bachforellen. In diesem Abschnitt haben jedoch auch die Groppenbestände in den letzten Jahren abgenommen. Das Habitat an dieser Stelle ist nicht optimal für Bachforellen, ein völliges Fehlen dürfte jedoch mit den Habitatsstrukturen alleine nicht zu erklären sein (Kaderli, pers. Mitteilung).

Der Bestand an Äschen und Regenbogenforellen nimmt v.a. unterhalb von Wystäge stark zu. Er korreliert dabei umgekehrt mit dem Bestand an Bachforellen (Kaderli, pers. Mitteilung). Die Bestände der Äschen und Regenbogenforellen halten sich durch Naturverlaichung, die Naturverlaichung der Äschen dominiert im Stadtbereich Langenthal, die der Regenbogenforellen im Dorfbereich Lotzwil (Kaderli, pers. Mitteilung).

2.11.5 Murg

An der Murg, in die die Langeten mündet, wurde der Fischbestand ebenfalls seit 1990 jährlich bzw. alle 2 Jahre kontrolliert. In dieser Zeit variierte der Bachforellenbestand stark. 1991 und 1998 wurden Spitzenwerte von 182 bzw. 171 Bachforellen auf 100 m erreicht. Insgesamt war die Tendenz sinkend (Fig. 11). Um langfristige Aussagen über die Bestandsentwicklung an der Murg machen zu können, sind weitere Abfischungen in den folgenden Jahren sinnvoll. Im Gegensatz zu den Bachforellen nahm die Zahl der Groppen in den letzten 12 Jahren tendenziell zu. Der Bestand der Äschen in der Murg blieb stabil.

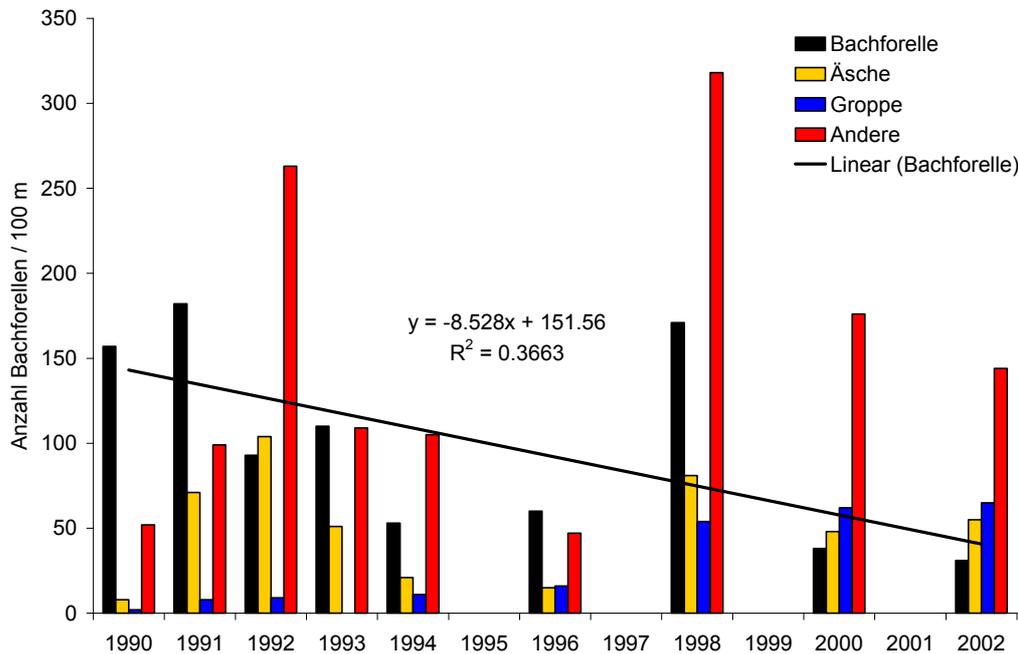


Fig.11: Entwicklung der Bachforellenbestände von 1990 bis 2002 gemäss Abfischungsergebnissen des Fischereiinspektorats. Die eingezeichnete Trendlinie bezieht sich auf die Anzahl der Bachforellen.

Fazit: Der Bachforellenbestand ist seit Mitte der 80-iger Jahre rückläufig, Anfang der 90-iger Jahre gab es einen massiven Einbruch. Dabei sind v.a. Strecken des Mittel- und Unterlaufs der Langeten betroffen. Ab Wystäge ist der Bestand rückläufig, er bleibt flussabwärts auf diesem tiefen Niveau und bei Langenthal / Roggwil kommt es erneut zu einem Rückgang. Bei einem Vergleich der Abfischungen von Prof. Klingler (1977 bis 1990) und des Fischereiinspektorats (1995 bis 2002) fällt ein mässiger Abfall der Bachforellenpopulation an der Stelle Madiswil (Frühjahrsabfischungen) auf. Trotz Besatzmassnahmen ist die Anzahl der Jungtiere bei der nächsten Frühjahrsabfischung wieder sehr gering. Dabei besteht kein Unterschied, ob der Besatz im Herbst oder im Frühjahr stattfand.

2.12 Fischgesundheit

2.12.1 Untersuchungen FIWI

Aufgrund des deutlichen Fischrückgangs wurden im September 1994 mehrere Bachforellen, eine Regenbogenforelle, eine Äsche und mehrere Gropfen auf ihren Gesundheitszustand untersucht (Sektionsprotokolle FUS). Tiere aus dem Oberlauf zeigten bereits geringgradige Leberveränderungen, unterhalb von Lotzwil wurden starke Leber-, Nieren- und Kiemenschäden festgestellt. Um die Veränderungen oberhalb Eriswil näher zu charakterisieren, wurden im Februar 1995 Bachforellen von drei verschiedenen Stellen des Oberlaufes untersucht (Sektionsprotokolle FUS). An der Probenahmestelle Margletebach

(Zufluss über den Schwendibach in die Langeten, oberhalb von Eriswil) zeigten die Tiere auffallende Leber-, Nieren- und Kiemenveränderungen, an den anderen Stellen lagen die Befunde im Bereich, der bei gesunden Fischen zu erwarten ist. In den 90-iger Jahren wurden verschiedene Sanierungsmassnahmen eingeleitet (z.B. Leistungssteigerung der ARA Huttwil, Sanierung der Wollspinnerei [s.o.]). Um die Wirkung dieser Massnahmen zu kontrollieren, wurde ein Projekt initiiert: Bach- und Regenbogenforellen wurden einerseits in geklärtem, 1:10 verdünnten Abwasser auf dem Gelände der ARA Lotzwil und andererseits in Langetenwasser in einer Fischzucht bei Roggwil, 6.5 km unterhalb des Kläranlageneinlaufs Lotzwil gehalten (Schmidt et al, 1999). Für die Versuche kamen 2000 l Rundtröge zum Einsatz, die mittels eines Stahlgitters zur Trennung der Arten in zwei gleiche Hälften unterteilt waren. Im Abstand von drei Monaten bzw. früher, falls die Mortalität zu hoch wurde, wurden fünf Forellen entnommen und an der Nationalen Fischuntersuchungsstelle (NAFUS) auf den Gesundheitszustand untersucht. Der Versuch an der ARA Lotzwil dauerte von Mai 1996 bis April 1997, der Versuch in Roggwil von Mai 1996 bis April 1998. Die entnommenen Tiere wurden gemessen und gewogen und daraus der Konditionsindex berechnet. Organproben wurden parasitologisch, bakteriologisch und virologisch untersucht. Teile von Haut, Kieme, Leber und Niere wurden histologisch angeschaut und nach einem Standardschema beurteilt (Bernet et al., 1999). In Figur 12 sind die Organveränderungen dargestellt als histologische Totalindizes (zusammengesetzt aus Einzelwerten der Haut, Kiemen, Leber und Niere). Es werden hier nur die Bachforellen gezeigt, da es bei den Regenbogenforellen deutlich geringere Unterschiede zwischen den Expositionsgruppen gab. Im Vergleich zu Trinkwasser verursachte das ARA-Wasser nur geringe Organveränderungen, v.a. bei der Leber (Schmidt et al, 1999). Es dominierten degenerative und entzündliche Veränderungen. Diese sind jedoch unspezifisch, sie können durch verschiedene Stoffe, wie z.B. Ammoniak, Nitrit, Pestizide oder Schwermetalle, hervorgerufen werden. Weder eine erhöhte Mortalität noch vermehrtes Auftreten bestimmter Infektionserreger konnte bei ARA-Wasser exponierten Tieren festgestellt werden. Die Flusswasser exponierten Bachforellen zeigten dagegen eine deutlich erhöhte Sterblichkeitsrate und ausgeprägte Leber-, Nieren- und Kiemenveränderungen (Schmidt-Posthaus, 2001). Die Veränderungen waren vergleichbar mit denen, die bei den Abfischungstieren an vergleichbarer Stelle festgestellt wurden. Hier muss jedoch beachtet werden, dass nur 5 freilebende Bachforellen untersucht wurden. Die Veränderungen in Forellen aus dem Expositionsversuch waren teilweise bedingt durch eine bakterielle Erkrankung, Furunkulose, und eine parasitäre Erkrankung, Proliferative Nierenkrankheit, PKD. Furunkulose ist gekennzeichnet durch Nekrosen in verschiedenen inneren Organen.

Der Erreger der PKD, *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Canning et al., 2002), verursacht eine Vergrößerung v.a. der Milz und Niere. Beide Krankheiten können zu einer stark erhöhten Mortalität führen. PKD wurde v.a. in den Sommermonaten gefunden. Einzelne erkrankte Tiere waren auch noch bei den Herbstprobenahmen (Oktober und November) vorhanden, die Befallsstärke war jedoch nur noch sehr gering. Für Regenbogenforellen ist bekannt, dass Temperaturen über 15°C notwendig sind, um die Erkrankung auszulösen (Gay et al., 2001). Genaue Werte für die Bachforelle sind unbekannt, man kann jedoch davon ausgehen, dass die Temperaturgrenzen bei der Bachforelle ähnlich liegen. Es müssen jedoch noch weitere Bedingungen erfüllt sein, wie z.B. das Vorhandensein von Bryozoen. Organisch toxische Belastungen unterstützen den Ausbruch der Krankheit. Auch Tiere, die nicht mit diesen Infektionserregern infiziert waren, zeigten teils deutliche Organschäden. Daraus kann geschlossen werden, dass neben den Krankheiten noch weitere Stressfaktoren im Gewässer vorhanden sein müssen. Die nicht krankheitsbedingten Veränderungen waren jedoch wiederum nur unspezifisch. Sie können durch verschiedene Faktoren, wie z.B. organische Schadstoffe oder Pestizide hervorgerufen werden. Im Jahr 1996 waren die Veränderungen deutlich ausgeprägter als in den Folgejahren. Dies ging auch mit einer geringeren Befallsstärke mit Furunkulose und PKD einher. Eine Erklärung hierfür gibt es bisher nicht. Auch die Temperaturverläufe der Jahre 1996 bis 1998 können die unterschiedlichen Infektionsraten nicht erklären (s. auch Kap. 2.2.1).

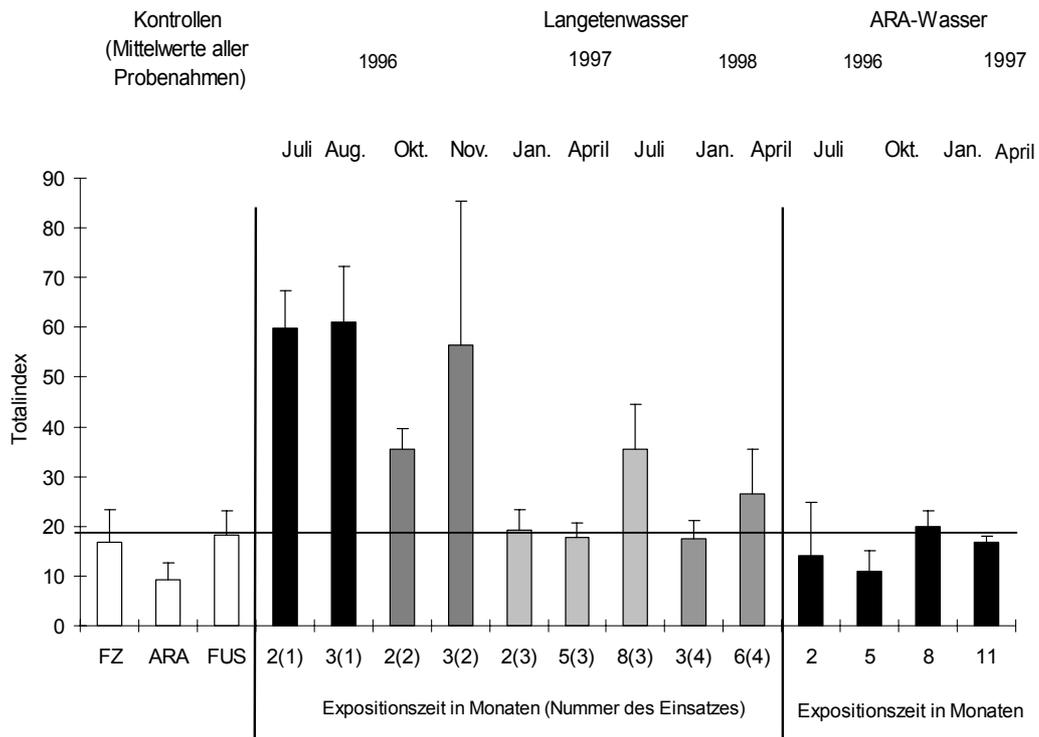


Fig.12: Auswertung der histopathologischen Veränderungen von Bachforellen der Expositionsversuche an der ARA Lotzwil und an der Langeten bei Roggwil. FZ= Trinkwasser bei der Fischzucht Roggwil, ARA= Trinkwasser an der ARA Lotzwil, FUS= Trinkwasser an der nationalen Fischuntersuchungsstelle. Die waagerechte Linie gibt das Niveau der Referenztiere an der FUS an. Die verschiedenen Grautöne geben verschiedene Einsätze an.

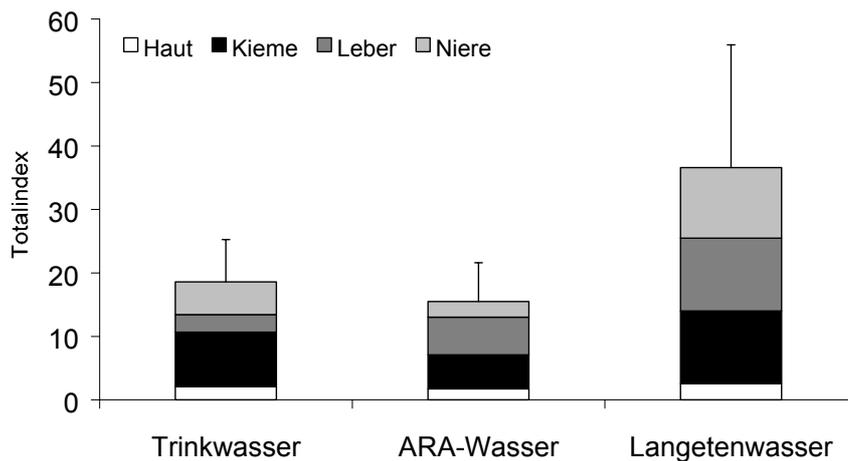


Fig.13: Auswertung der histopathologischen Veränderungen von Bachforellen der Expositionsversuche an der ARA Lotzwil und an der Langeten bei Roggwil. Mittelwerte aller Probenahmen.

2.12.2 Abfischungen für Fischgesundheitsuntersuchungen

Im September 1996 wurden oberhalb und unterhalb der ARA Huttwil jeweils 5 Bachforellen abgefischt und an der NAFUS untersucht. Im Juli 1997 wurden nochmals Bachforellen an fünf verschiedenen Stellen, Eriswil, Madiswil, Lotzwil und Roggwil, abgefischt und untersucht (Schmidt, 1999). Es zeigte sich, dass die Organschäden entlang des Flusslaufes zunahmen. Weiterhin nahm die Anzahl mit PKD infizierter Tiere und die Befallsstärke pro Tier im Unterlauf deutlich zu. PKD ist bereits bei Eriswil vorhanden, einzelne infizierte Tiere wurden gefunden, jedoch sind die damit verbundenen Organveränderungen bei Tieren dieses Standortes minimal. Bei der Auswertung dieser Ergebnisse muss jedoch beachtet werden, dass es sich um einen Stichprobenumfang von lediglich 5 Tieren handelt und somit statistische Auswertungen nicht möglich sind. Die Abfischungsstelle in Lotzwil lag kurz flussaufwärts des Kleinkraftwerks Lotzwil. Laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli kommt es unterhalb des Kraftwerks durch Grundwasseraufstösse zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität. Das Wehr des Kraftwerks ist fischgängig, ein Austausch der Fische wäre also denkbar. Die leichte Verbesserung der Fischgesundheit in Lotzwil kann damit in Zusammenhang stehen.

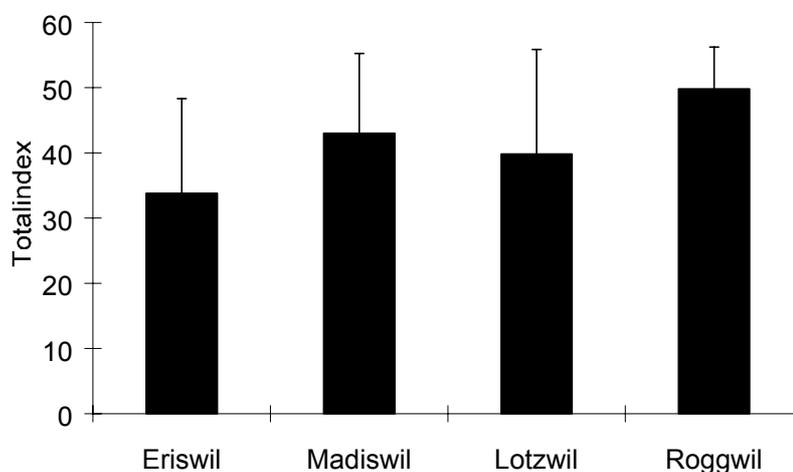


Fig.14: Auswertung der histopathologischen Veränderungen von Bachforellen der Abfischungen 1997.

Der Fischereiaufseher S. Kaderli stellte im August 1996 erstmals vermehrt tote Fische, zuerst Sömmerlinge, später auch ältere Tiere, unterhalb der ARA Huttwil bis Langenthal fest. Bei den in die FUS eingesandten Tieren wurde PKD (unterhalb der ARA Huttwil und bei Madiswil) festgestellt (Sektionsberichte FUS). Die gleichen Beobachtungen wurden auch in den folgenden Jahren gemacht.

2.12.3 Syndrom „Schwarze Forellen“

In den letzten Jahren wurden in den Sommermonaten immer wieder schwarz verfärbte Sömmerlinge in den Strecken Lindenholz bis Langenthal gefunden (Kaderli, pers. Mitteilung). Dieses Phänomen wurde von Aqua-Sana näher angeschaut (Aqua-Sana, 2002). Schwarz verfärbte Forellen aus verschiedenen Gewässern, u.a. der Langeten, wurden gefangen und untersucht. Aus der Langeten stammten 10 Tiere, gefangen Ende August 2001 bei Rohr / Madiswil. Gefangen wurden ausschliesslich ältere Tiere, Sömmerlinge waren bei dieser Studie nicht integriert. Die untersuchten Tiere zeigten ausgeprägte Leber- und Nierenveränderungen, die sich v.a. aus degenerativen Veränderungen zusammensetzten. Ausserdem wurden vermehrt Augenveränderungen festgestellt. Die beschriebenen Symptome stimmen mit früheren Untersuchungen überein. Eine Ursache für die Veränderungen bleibt jedoch weiterhin unklar. PKD wurde bei keiner der untersuchten Forellen gefunden. Dies kann teilweise mit dem Alter der Tiere erklärt werden, da PKD v.a. bei einem Erstkontakt zu starken Veränderungen führt. Ältere Tiere, die die Infektion überlebt haben, sind nach heutigen Erkenntnissen weniger empfindlich gegenüber der Erkrankung. Somit kann eine akute Infektion mit PKD als alleinige Ursache für das Phänomen „Schwarze Forellen“ ausgeschlossen werden. Chronische Spätfolgen oder eine Schwächung des Immunsystems, und damit eine Sensibilisierung für andere Schädigungen, sind jedoch möglich (Escher, pers. Mitteilung).

Bei einer Zusammenstellung aller an die NAFUS eingesandten schwarzen Forellen von verschiedenen Flusssystemen von 1979 bis 1999 zeigte sich, dass verschiedene Diagnosen an diesen Tieren gestellt werden konnten, u.a. bakterielle Infektionen, PKD, andere parasitäre Erkrankungen, Verdacht auf Intoxikationen (Escher, 2001). Dies unterstützt die Hypothese, dass verschiedene Faktoren zu diesem Syndrom beitragen können.

2.12.4 Einfluss von Kläranlagen auf den Gesundheitszustand von Bachforellen

Im Oktober 1997 wurden oberhalb und unterhalb der ARA Huttwil Untersuchungen zum Fischbestand und zur Fischgesundheit durchgeführt (Escher, 1999). Weiterhin wurde ein early life stage test durchgeführt, um den Einfluss auf die Eientwicklung zu dokumentieren (s. Kap. 3.14). Der Bachforellenbestand schien unterhalb der ARA leicht beeinträchtigt zu sein: Anzahl Bachforellen pro Hektar kleiner, Forellenbiomasse kleiner. Es wurden 10 Bachforellen ober- und unterhalb der ARA sezirt und Organveränderungen makroskopisch

beurteilt. Bei der Sektion konnte keine Beeinträchtigung der Fischgesundheit unterhalb der Kläranlage festgestellt werden. Je ein Tier an beiden Standorten zeigte für PKD typische Veränderungen. Bezüglich Gonadosomatischer (GSI) und Lebersomatischer Index (HSI) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Standorten (Escher, 1999). Weiterhin wurden die Lebern von je 3 Forellen ober- und unterhalb der ARA histologisch untersucht und nach dem oben erwähnten Standardprotokoll beurteilt (Burkhardt-Holm et al., 1999). Unterhalb der ARA Huttwil wiesen die Fische einen Gruppenmittelwert auf, der um mehr als 10 Index-Punkte kleiner war als derjenige der Fische von oberhalb (Bernet, 2000), d.h. dass unterhalb der Kläranlage weniger Veränderungen gefunden wurden als oberhalb. Es zeigte sich keine Verschiebung der relativen Anteile der Kategorien-Indizes (regressive, progressive, entzündliche Veränderungen). Da es sich hier jedoch um eine sehr kleine Stichprobe von nur 3 Tieren handelt und der hohe Mittelwert oberhalb der Kläranlage durch je einen Einzelfisch verursacht wurde, ist eine Interpretation dieser Daten schwierig. Die integrative Beurteilung der Auswirkungen der ARA auf die Fische zeigte nur einen geringen Einfluss der ARA Huttwil (Bernet, 2000).

2.12.5 Passives Monitoring an Bachforellen

Weiterhin wurde die Langeten bei den Untersuchungen im Kanton-Bern-Projekt integriert (Schmidt-Posthaus et al., 2000; Bernet, 2002). Dabei wurden jeweils 20 Fische oberhalb und unterhalb von Kläranlagen entnommen und untersucht. Alle Standorte wurden zweimal beprobt (Herbst 1998 und Frühjahr 1999). Als Parameter zur Charakterisierung des Gesundheitszustands wurden bakteriologische und parasitologische Untersuchungen durchgeführt, biometrische Indizes erhoben, die Organe Kieme, Leber und Niere histopathologisch untersucht, sowie der Vitellogenin-Gehalt im Blut von männlichen Bachforellen gemessen. Als biometrische Indizes wurden der Konditions-Index nach Fulton, der Lebersomatische (LSI) und der Gonadosomatische Index (GSI) erhoben. In der Langeten ($n_{\text{Herbst}}=18$ bzw. $n_{\text{Frühling}}=14$) konnten unterhalb der Kläranlage Huttwil weniger Tiere gefangen werden als geplant ($n=20$). Die Forellen wiesen unterhalb der ARA einen schlechteren Konditionszustand auf als oberhalb. Dies könnte auf einen „substanzzehrenden“ Effekt der geklärten Abwässer der ARA Huttwil hindeuten, der möglicherweise durch toxische Wasserinhaltsstoffe verursacht werden könnte. Der LSI zeigte ein unterschiedliches Bild in den verschiedenen Jahreszeiten. Im Herbst war der LSI der Fische an Standorten unterhalb der Kläranlage grösser als oberhalb, im Frühjahr war es umgekehrt. Sowohl Männchen als auch Weibchen wiesen unterhalb der ARA einen kleineren GSI auf als Forellen oberhalb der ARA. Sowohl bei Freilandstudien (z.B. Harries et al., 1997)

als auch bei Laborexperimenten (z.B. Jobling et al., 1997) konnte ein signifikant verkleinerter GSI infolge von östrogenaktiven Wasserinhaltsstoffen nachgewiesen werden, so dass bei den Fischen mit verkleinertem GSI besonders deren Vitellogenin-Konzentration im Blut – als spezifischer Biomarker für östrogenaktive Stoffe – interessiert (siehe unten). PKD wurde in der Langeten wiederum nachgewiesen. Tendenziell war sowohl die Befallshäufigkeit als auch die Befallsstärke an den Standorten unterhalb der Kläranlagen höher als oberhalb. Diese Tendenz könnte durch die eingeleiteten Abwässer verursacht sein, sei es durch eine mögliche Temperaturerhöhung des Gewässers durch die eingeleiteten – meist wärmeren – Abwässer oder auch durch Wasserinhaltsstoffe (Bernet, 2002). Wasserinhaltsstoffe haben das Potenzial, den Parasitenbefall der Fische zu beeinflussen. Nach Khan & Thulin (1991) und Poulin (1992) geschieht dies, indem Schadstoffe einerseits das Immunsystem des Fisches schwächen und so den Fisch empfänglicher für Parasiten machen, andererseits die Parasiten direkt beeinflussen durch Begünstigung oder Hemmung der Umweltbedingungen oder drittens indem Schadstoffe durch Hemmung oder Förderung von Zwischenwirten die Parasiten indirekt beeinflussen. Beispielsweise fördern leicht abbaubare organische Stoffe den Zwischenwirt (Bryozoen) von PKD. Tiere der Herbstabfischung hatten ausgeprägtere Organveränderungen als Tiere der Frühlingsabfischung. Im oberen Abschnitt zeigten sich die Tiere sowohl im Herbst als auch im Frühjahr in einem guten Zustand. Im unteren Abschnitt wurden dagegen im Herbst ausgeprägte Veränderungen gefunden. Diese jahreszeitlichen Unterschiede könnten einerseits durch das Auftreten von PKD während der Sommermonate bedingt sein, andererseits durch Wasserinhaltsstoffe, die im Sommer u.a. bedingt durch die höheren Temperaturen, zu degenerativen Organschäden geführt haben. Eine hohe Temperatur kann zu Stressreaktionen beim Fisch führen. Ausserdem ist der Metabolismus des Fisches bei höheren Temperaturen erhöht, wodurch Toxine, die in der Leber metabolisiert werden, dort unter Umständen ihre toxische Wirkung entfalten. Ausserdem sind adulte Forellen im Herbst durch den Gonadenaufbau evtl. stärker gestresst als im Frühjahr. Saisonale Belastungen der Langeten, z.B. Pestizide, können auch eine Rolle spielen. In der Langeten dominierten die Leberveränderungen. Die Veränderungen in Leber und Niere waren v.a. geprägt durch degenerative Veränderungen, d.h. Läsionen, die einen Funktions- oder Aktivitätsverlust der Zellen mit sich bringen. Unterhalb der ARA nahmen jedoch prozentual auch die progressiven und entzündlichen Veränderungen zu. Die standörtlichen Unterschiede beruhen nicht in erster Linie auf Veränderungen durch PKD Infektionen. Auch bei denjenigen Fischen, die nicht mit PKD infiziert waren, wurden unterhalb dieser ARA stärkere Organveränderungen gefunden. Die PKD infizierten Fische, im allgemeinen mit höheren Organ-Index Werten, verstärkten jedoch diese Unterschiede zusätzlich, da

tendenziell unterhalb der ARA mehr PKD infizierte Fische auftraten. Die histopathologischen Veränderungen bei den Forellen der Frühlingsabfischungen waren weit weniger ausgeprägt und Unterschiede zwischen den Standorten unter- und oberhalb der ARA vernachlässigbar. Tumoröse Veränderungen wurden nur bei einer einzigen Forelle bei Madiswil festgestellt. Es konnte keine Korrelation zwischen der Stärke der histopathologischen Veränderungen und dem Verdünnungsverhältnis im Vorfluter festgestellt werden (Bernet, 2002).

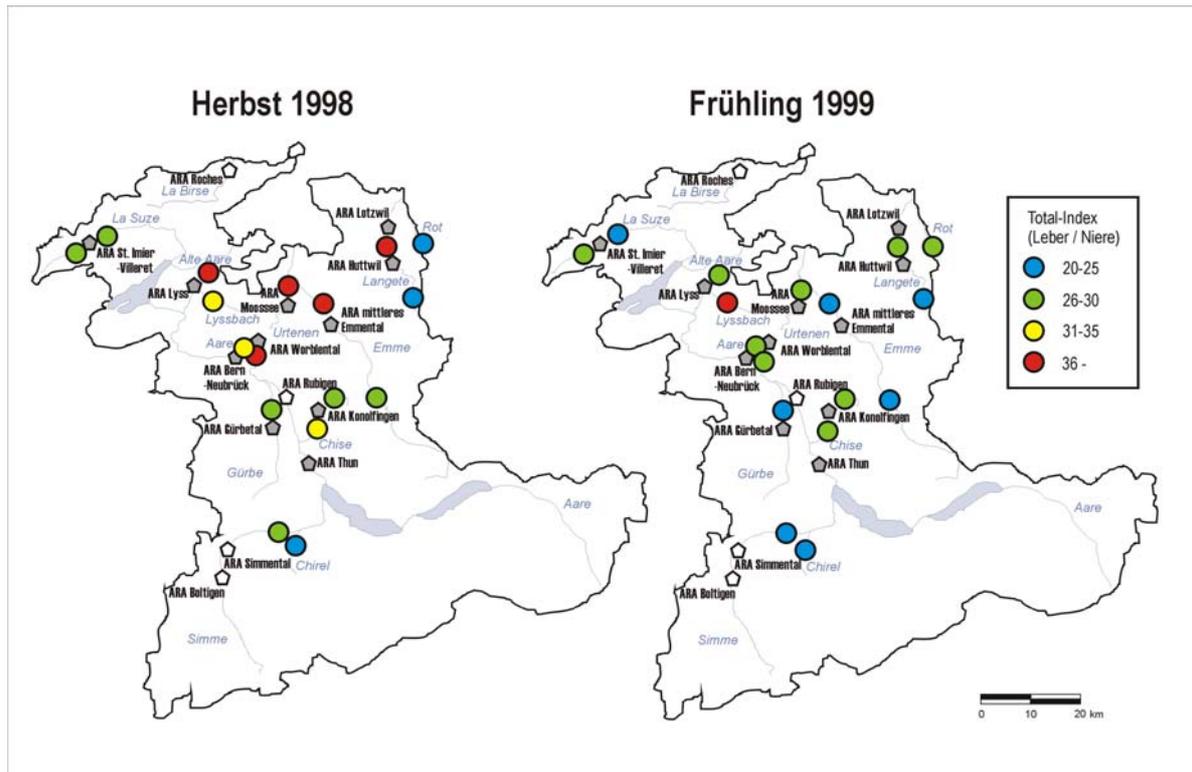


Fig.15 : Histologische Bewertung der Organe an den verschiedenen, im Kanton Bern Projekt integrierten, Standorten für die Herbst- und die Frühlingsprobenahme (aus: Bernet, 2002). Dargestellt ist der Wert des Total-Index, der sich aus der Summe der histologischen Veränderungen der Niere und der Leber berechnet.

Die Vitellogenin (VTG) Konzentrationen im Blutplasma männlicher Bachforellen wurden durch das Zoologische Institut der Universität Heidelberg gemessen. Vitellogenin ist ein Vorläuferprotein des Eidotters und tritt nur bei Weibchen in nennenswerten Konzentrationen (d.h. im $\mu\text{g/l}$ - Bereich und grösser) auf. Östrogene oder östrogenaktive Substanzen (Wirkstoffe, die die Wirkung von Östrogen imitieren) können jedoch bei Männchen zu einer anormal hohen Induktion von Vitellogenin führen. Für Bachforellen liegt nur eine Literaturangabe vor (Sherry, 1999), laut der der Normalwert für Männchen bei <1000 ng Vitellogenin / l Blutplasma anzusetzen ist. Bei Männchen der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) liegen unterschiedliche Angaben vor, als obere Normwerte werden jedoch Werte von <1000 bis 10.000 ng/l angegeben (Vethaak et al., 2002). Bachforellen aus

der Langeten wiesen im Winter 1998 Vitellogenin Werte unter diesen Normwerten auf. Im Frühjahr 1999 waren die Vitellogenin Konzentrationen unterhalb der ARA Huttwil jedoch teils deutlich erhöht (Mittelwert (MW) (6 Tiere): 1405 ng/l). Es wurden Spitzenkonzentrationen von 6617 ng/l erreicht, die auf das Auftreten von östrogen wirksamen Stoffen im Fluss hindeuten. Bei Eriswil wiesen die Tiere zwar einen bedeutend kleineren Vitellogenin Gehalt auf (MW Herbst 98 (7 Tiere): 335 ± 230 ng/l, MW Frühjahr 99 (7 Tiere): 412 ± 513 ng/l), die Konzentrationen lagen jedoch bei einzelnen Tieren noch über dem Normwert (Maximalkonzentration: 1410 ng/l). Dieser Standort wird nicht durch Kläranlagen beeinflusst und aufgrund von Wanderhindernisse ist ein Aufsteigen von Forellen flussaufwärts zu diesem Standort ausgeschlossen. Als potenzielle Belastungsquellen könnten eine nahe gelegene Sägerei oder eine Deponie (siehe oben) in Frage kommen.

	Negativer Einfluss auf die Fischgesundheit messbar		PKD nachgewiesen	Bemerkungen
	ARA Huttwil	ARA Lotzwil		
Untersuchungen FIWI 1996/97	n.u.	nein	nein	Aktives Monitoring mit ARA-Auslaufwasser und Trinkwasser
Einfluss von Kläranlagen 1997	nein	n.u.	ja	
Passives Monitoring 1998/99	ja	n.u.	ja	

Tab.3: Einfluss der Kläranlagen auf die Fischgesundheit. Zusammenstellung der Ergebnisse der verschiedenen Projekte. Dargestellt wird auch, ob PKD nachgewiesen werden und somit die Gesundheit beeinflussen konnte.

Fazit: An Fischen aus der Langeten wurden in Untersuchungen im Zeitraum von 1996 bis 1998 bzw. 1998/99 v.a. degenerative Kiemen-, Leber- und Nierenschäden gefunden. Dabei nahm die Stärke der Veränderungen flussabwärts zu. Diese degenerativen Veränderungen sind unspezifisch und können durch verschiedene Wasserinhaltsstoffe hervorgerufen werden, z.B. Nitrit, Pestizide. Weiterhin wurde PKD in der Langeten nachgewiesen. Diese Krankheit bewirkt v.a. entzündliche Nierenveränderungen, bei einem starken Befall kommt es zum Tod des Tieres. Die Abundanz und die Prävalenz von PKD nahm flussabwärts zu. Diese Krankheit trat nur in den Sommer- und Herbstmonaten auf. Ein Zusammenwirken von Fischgesundheit und Infektionskrankheiten (z.B. PKD) ist anzunehmen, eine Gewichtung dieser beiden Faktoren ist jedoch nicht möglich.

Vitellogenin Untersuchungen haben teils stark erhöhte Konzentrationen unterhalb der ARA Huttwil ergeben, die auf das Auftreten östrogen wirksamer Stoffe im Fluss hindeuten.

2.13 PKD

Seit Mai 2001 wird in der Nähe von Roggwil ein Expositionsversuch durchgeführt. Bachforellen wurden in Langetenwasser gehältert und die Entwicklung von PKD untersucht. Weiterhin wurden Tiere im Herbst eingesetzt, um die Entstehung einer Immunität zu überprüfen. Die Ergebnisse dieser Studie liegen noch nicht vor (Schubiger, pers. Mitteilung). Bisher kann festgehalten werden, dass PKD offensichtlich jährlich ausbricht (Wahli, pers. Mitteilung). Bei Abschluss der Studie werden die Ergebnisse nachgereicht.

2.14 Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen

In der Fischenz von Hr. Christen war der Laichfischfang bis vor wenigen Jahren gut (Strecke Hr. Christen: oberhalb Rohrbach). Seit 5 bis 6 Jahren ist er hier rückläufig (Kaderli, pers. Mitteilung). Von 1980 bis 1990 wurde die Naturverlaichung von Prof. Klingler oberhalb der ARA Huttwil als normal bezeichnet, auf den Strecken II bis V (Beschreibung der Strecken s. 2.11.1) bezeichnete Prof. Klingler sie als minimal. Auch in der Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992 wird beschrieben, dass die natürliche Verjüngung (Naturverlaichung) unterhalb der ARA Huttwil nicht mehr gegeben war und sich der Bestand nur mit künstlichem Besatz halten konnte (zitiert: pers. Aussagen Prof. Klingler, S. Kaderli). Laut Aussagen von S. Kaderli war die Naturverlaichung jedoch auf der ganzen Strecke ungestört, die Sohlenbeschaffenheit war gut. Anfang der 90er Jahre lag der Erbrütungserfolg nach dem Laichfischfang nach Aussagen des Fischereivereins Oberaargau und M. Flück (für die Aufzucht zuständiger Fischereiaufseher) bei ca. 50 bis 60%. Dies könnte mit der

Permethrinbelastung im Zusammenhang stehen. Laut Eintragungen im Brutbuch des Fischereivereins Burgdorf war der Erbrütungserfolg ebenfalls v.a. nach 1992 stark herabgesetzt. Nach 1996/97 wurde in der Langeten kein Laichfischfang mehr durchgeführt, da man nicht mit Fischen aus PKD belasteten Gewässern besetzen wollte. 2001 wurden erstmals wieder Laichfische gefangen (unterhalb der ARA Huttwil). Der Erbrütungserfolg lag bei 90% (Kaderli, pers. Mitteilung).

Zwei Projekte über die Eientwicklung an der Langeten wurden durchgeführt. Einerseits wurde die Eientwicklung direkt im Freiland ober- und unterhalb der ARA Huttwil (Rohrbach und Madiswil) untersucht (Büsser, 2000), andererseits im Rahmen eines early life stage test an der ARA Lotzwil und an der Langeten bei Roggwil (Schmidt-Posthaus, eingereicht). Im Freiland wurde die Lage von Laichgruben kurz nach der Laichzeit im Winter 1996/97 und 1997/98 kartiert (Büsser, 2000). Nach ca. 350 Tagesgraden wurden die Laichgruben kontrolliert und die abtreibenden Eier mit einem Netzsack aufgefangen. Der Zustand der aufgefangenen Eier wurde nach folgender Klassierung bewertet: normal entwickelt, abgestorben, verpilzt oder nicht befruchtet (d.h. nicht geäugt, aber nicht weiss). In der Langeten wurden die Laichgruben hauptsächlich in Kolkausläufen gefunden, diese Laichgruben sind bei Hochwasser besonders gefährdet. Deshalb wurden 97/98 viele Gruben durch das Hochwasser zerstört. Ansonsten war der Erfolg der Eientwicklung in beiden Jahren gut (ca. 70%). Im Winter 96/97 gab es keine grösseren Unterschiede zwischen den Standorten ober- und unterhalb der ARA Huttwil. 1997/98 gab es unterhalb der ARA ein schlechteres Ergebnis als oberhalb.

Bei dem early life stage test im Winter 1996/97 wurden je 400 Eier von Muttertieren aus der Zulg einerseits in 1:10 verdünntem ARA Wasser aus der Kläranlage Lotzwil, andererseits in Langetenwasser bei Roggwil in perforierten Eiboxen exponiert. Als Kontrolle dienten in Trinkwasser erbrütete Eier. Die Eier wurden alle 2 Tage kontrolliert und die Eimortalität (weisse Eier) protokolliert (Schmidt-Posthaus, eingereicht). Sowohl in ARA Wasser (31%) als auch in Langetenwasser (22%) lag die Mortalität signifikant über der Trinkwasserkontrolle (6%). Im ARA-Wasser starben mehr Eier ab als in Langetenwasser, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Ausserdem war die Entwicklungszeit bei ARA Wasser exponierten Eiern verglichen mit Trinkwasser deutlich verlängert. Als mögliche Ursache wurden mehrere Ammoniak-Konzentrationsspitzen im ARA Auslaufwasser diskutiert.

1997 wurde ein weiterer early life stage test von M. Escher unterhalb verschiedener ARAs in der Schweiz durchgeführt (Escher, 1999). Dabei wurde auch die ARA Huttwil untersucht. Leider konnten die Eikammern oberhalb der ARA nicht ausgewertet werden, unterhalb der ARA lag die Entwicklungsrate jedoch bei 74%.

Fazit: Zum Thema Reproduktion liegen teils widersprüchliche Angaben vor. Einerseits wird die Naturverlaichung als gut bezeichnet (s. Kaderli). Andere Angaben (Prof. Klingler) bezeichneten die Naturverlaichung als schlecht. Der Laichfischfang brachte im letzten Jahr (2001) gute Erfolge. Bei einem Freilandversuch wurden ebenfalls gute Eientwicklungserfolge festgestellt. Bei einem early life stage test im Flusswasser und in Auslauf-Wasser der ARA Lotzwil wurden dagegen signifikant herabgesetzte (im Vergleich zur Kontrolle) Schlupferfolge beobachtet. In diesen Versuchen lag die Erfolgsrate jedoch immer noch über 70%. Auch unterhalb der ARA Huttwil lag die Entwicklungsrate bei 74%. Nach diesen Ergebnissen lässt sich folgern, dass die Rate der Eientwicklung in der Langeten eher im normalen Rahmen liegt.

3 Synthese der Untersuchungen

3.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen Fischbestand und Fischgesundheit

Der erste Einbruch der Bachforellenbestände erfolgt laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli im Moment im Raum Wystäge, einige Kilometer unterhalb des Einlaufs der ARA Huttwil. Bei den Untersuchungen der Fischgesundheit wurden Bachforellen an zwei bzw. vier Standorten im Flussverlauf der Langeten abgefischt und untersucht. Der oberste Standort lag im Oberlauf, flussaufwärts von Wystäge. Der nächste Abfischungspunkt lag unterhalb von Wystäge bei Madiswil. Bei den Abfischungen durch das Fischereiinspektorat wurden vergleichbare Strecken abgefischt. Hier zeigte sich ein deutlicher Abfall der Bachforellenbestände zwischen Eriswil und Madiswil. Die Untersuchungen der Fischgesundheit bestätigen diese Ergebnisse. Auch bei der Fischgesundheit gab es eine messbare Verschlechterung zwischen Eriswil und Madiswil. Im weiteren Flussverlauf verlaufen die Ergebnisse des Fischbestands und der –gesundheit teilweise konträr. Der Bachforellenbestand bleibt flussabwärts von Madiswil niedrig, bei Lotzwil kommt es zu einer weiteren Abnahme und bei Roggwil werden nur noch wenige Tiere gefunden. Die Fischgesundheit verbessert sich jedoch leicht an dem Standort Lotzwil (im Vergleich zu Madiswil). Bei Roggwil kommt es jedoch auch bei der Fischgesundheit zu einer erneuten Verschlechterung. Bei diesen Auswertungen muss jedoch beachtet werden, dass bei der Untersuchung der Fischgesundheit in Lotzwil und Roggwil nur 5 Tiere im Juli 1997 untersucht wurden. Eine gesicherte Auswertung ist mit einer einmaligen Untersuchung von so wenig Tieren nicht möglich. Im Rahmen des passiven Monitorings 1998/1999 wurden nur die zwei Standorte Eriswil und Madiswil berücksichtigt. Hier wurden jedoch zwei Jahreszeiten untersucht. Dabei zeigte sich, dass im Herbst deutlich grössere Unterschiede zwischen den Standorten zu erwarten sind als im Frühjahr. Eine Erklärung für die unterschiedlichen Verläufe des Bestands und der Fischgesundheit (konstante Abnahmen des Fischbestand von Eriswil bis Roggwil versus Verbesserung der Fischgesundheit in Lotzwil) ist z.Zt. nicht möglich. Abundanz und Prävalenz der Erkrankung PKD nahm ebenfalls im Flussverlauf zu. Dabei gab es, vergleichbar mit den Untersuchungen zum Fischbestand und der Fischgesundheit, eine deutliche Zunahme von PKD bei Madiswil. Flussabwärts änderte sich die Situation kaum.

Abschliessend kann somit gesagt werden, dass Untersuchungen von Bachforellenbestand und -gesundheit übereinstimmend eine Verschlechterung bei Madiswil unterhalb von Wystäge zeigen. Weiter flussabwärts sind die Ergebnisse teils konträr, allerdings muss dabei beachtet werden, dass nur wenig Tiere bei Lotzwil und Roggwil auf die Fischgesundheit untersucht wurden.

3.2 Können Krankheiten einen Einfluss auf die Bestandentwicklung an der Langeten haben?

In diesem Zusammenhang sind v.a. PKD und Furunkulose zu nennen. Furunkulose wurde ausschliesslich in den Expositionsversuchen an der Langeten bei Roggwil gefunden und hat dort zu erhöhten Mortalitäten geführt. Im Freiland konnte bisher keine Furunkulose nachgewiesen werden. Es ist somit unwahrscheinlich, dass Furunkulose bestandslimitierend wirkt. PKD konnte im gesamten Flussverlauf nachgewiesen werden. Bei Fischen von Eriswil führte sie jedoch nicht zu starken Organveränderungen, es wurden hier nie tote Fische mit PKD beobachtet. Flussabwärts nahm die Befallshäufigkeit und –stärke zu. An den Probenahmestellen Madiswil, Lotzwil und Roggwil hat PKD vermehrt zu Organschäden geführt, v.a. in der Niere. Der Fischereiaufseher S. Kaderli hat flussabwärts der ARA Huttwil bis Langenthal in den Sommermonaten vermehrt tote Bachforellen gefunden, an denen PKD diagnostiziert werden konnte. Daraus lässt sich schliessen, dass PKD während der warmen Sommermonate an der Langeten ein Problem darstellt und eine erhöhte Mortalität verursacht. Die Entwicklung der Krankheit über den Flussverlauf deutet jedoch auch darauf hin, dass weitere Faktoren im Fluss den Krankheitsverlauf beeinflussen müssen, z.B. zunehmende Belastung, steigende Wassertemperaturen (s.u.). Für die erhöhte Mortalität der Jungfische während der Wintermonate kann PKD als Ursache jedoch ausgeschlossen werden, da die Wassertemperaturen zu diesem Zeitpunkt zu niedrig sind zum Ausbruch einer klinischen Erkrankung.

3.3 Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem örtlichen Auftreten geringer Bachforellenbestände und herabgesetzter Gesundheit und den toxikologischen und stofflichen Untersuchungen an der Langeten?

Seit Anfang der 80-iger Jahre ist der Bachforellenbestand an der Langeten rückläufig. Anfang der 90-iger Jahre gab es einen markanten Einbruch der Population. Räumlich gesehen ist v.a. der Mittel- und Unterlauf betroffen, ab der Stelle Wystäge scheint der Bestand rückläufig zu sein. Auch Sedimentuntersuchungen deuten auf eine intermittierende Kontaminationsquelle in diesem Bereich hin. Genauere Untersuchungen haben bisher jedoch noch keine Ursache erkennen lassen. Eine Altlast im Raum Wystäge wurde nach mehrmaliger Untersuchung als nicht überwachungsbedürftig eingestuft. Das einmalige erhöhte Vorkommen von Dichlormethan konnte bei den folgenden Untersuchungen nicht bestätigt werden. 1998 wurden Hinweise auf Jaucherückstände im Bereich Golihof gefunden. Die Quelle dieses Eintrags war jedoch unbekannt. Im Raum Leimiswil ist ein

Schafhalter lokalisiert. Mögliche Verschmutzungen durch diesen Betrieb sind jedoch nicht untersucht. Weitere Angaben zu mögliche Belastungsquellen in diesem Bereich liegen nicht vor.

Im weiteren Verlauf der Langeten ist keine nennenswerte Erholung des Bachforellenbestandes zu erkennen. Gegen Langenthal / Roggwil kommt es nochmals zu einem Abfall der Populationszahlen. Belastet wird die Langeten im Mittel- und Unterlauf durch zwei Kläranlagenausläufe, durch weitere Altlasten, einige Betriebe und diffuse Einträge durch die Landwirtschaft. Die Kläranlagen bringen v.a. hohe Mengen an Ammonium und Nitrit in die Langeten, was sich auch aus den chemisch-physikalischen Untersuchungen bestätigen lässt. Eine saisonale Belastung mit v.a. Pestiziden ist ebenfalls wahrscheinlich. Dabei scheinen beide Kläranlagen zu dieser Belastung beizutragen. Bei ersten Untersuchungen wurden Konzentrationen, v.a. von Atrazin und Isoproturon, gefunden, die auch nach der Verdünnung durch den Vorfluter zu degenerativen Veränderungen an Forellen führen können. Weitere Untersuchungen, um dieses Ergebnis zu bestätigen, sind in Arbeit. Mit diesen Belastungen können sich z.T. die Organveränderungen erklären lassen, die bei Fischen aus der Langeten gefunden wurden. Die degenerativen Veränderungen der Kiemen, Leber und Niere können durch die oben beschriebenen Stoffe hervorgerufen werden. Untersuchungen an der Kläranlage Huttwil haben auch ein stark gentoxisches, ein mittelmässig toxisches Potenzial und endokrin wirksame Stoffe in den Abwasserproben gezeigt. Die chemisch-physikalischen Parameter des Langetenwassers verschlechtern sich v.a. unterhalb der ARA Huttwil (die Messstelle „Mühle“ liegt oberhalb Wystäge), während sie sich im weiteren Flussverlauf wieder verbessern. Auch die Untersuchungen der Wasserwirbellosen und Kieselalgen gehen in eine ähnliche Richtung (starke Verschlechterung der Gewässergüte nach der ARA Huttwil). Im Gegensatz dazu stehen die Beobachtungen des Fischbestands, der im Bereich der ARA Huttwil noch zufriedenstellend ist und erst wenige Kilometer flussabwärts im Raum Wystäge sinkt. Gentoxische Belastungen können jedoch auch chronische Veränderungen bewirken, z.B. verminderte Immunfähigkeit und somit erhöhte Anfälligkeit gegenüber Krankheiten oder anderen Belastungen. Diese Veränderungen können sich somit sowohl zeitlich als auch räumlich versetzt bemerkbar machen. Die ARA Lotzwil hat bei allen Untersuchungen einen geringen Einfluss gezeigt (geringe toxische Effekte in allen Biotestverfahren, keine Veränderung der Gewässergüte, gemessen an Wasserwirbellosen und Kieselalgen). Fische, die direkt verdünntem geklärtem Abwasser aus der Anlage Lotzwil exponiert wurden, haben ebenfalls nur geringe Veränderungen gezeigt. Auch das aktive Monitoring im Fluss hat eine markante Verschlechterung der Fischgesundheit zwischen Eriswil und Madiswil gezeigt, jedoch eine

erneute leichte Verbesserung bei Lotzwil. Zwischen Lotzwil und Roggwil kam es zu einer weiteren Verschlechterung des Gesundheitszustandes. Es handelt sich hier jedoch nur um einen Stichprobenumfang von 5 Tieren, die Ergebnisse müssen also mit Vorbehalt betrachtet werden. Die Abfischungsstelle in Lotzwil lag eine kurze Strecke flussaufwärts des Kleinkraftwerks Lotzwil. Laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli kommt es unterhalb des Kraftwerks durch Grundwasseraufstösse zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität. Das Wehr des Kraftwerks ist fischgängig, ein Austausch der Fische wäre also denkbar. Die leichte Verbesserung der Fischgesundheit in Lotzwil kann auch damit in Zusammenhang stehen.

Untersuchungen der Fischgesundheit im Rahmen des Biomonitorings Kanton Bern ergaben ebenfalls eine markante Verschlechterung des Gesundheitszustandes der untersuchten Bachforellen zwischen dem Standort oberhalb der ARA Huttwil und dem Standort unterhalb der ARA. Der letztere war unterhalb Wystäge lokalisiert. Diese Ergebnisse machen weitere Belastungsquellen zwischen der ARA Huttwil und Wystäge wahrscheinlich (s.o.). Auch die Gewässergüte-Untersuchungen deuten auf weitere Belastungsquellen neben den Kläranlagen hin. Bei Untersuchungen von AquaPlus (1994) liess der äussere Aspekt (Schaumbildung, Geruch nach Abwasser) weitere Belastungsquellen oberhalb und unterhalb der ARA Lotzwil vermuten. Altlasten, die fischtoxische Materialien eingelagert haben, scheinen sich eher im Raum Lotzwil und Roggwil zu befinden. Eingelagert werden z.B. Pestizide, Schwermetalle, Organozinnverbindungen usw. Obwohl vom GSA kein Überwachungsbedarf festgestellt wurde, kann eine Belastung der Langeten nicht ganz ausgeschlossen werden. Über Betriebe liegen nur wenige Angaben vor. Während der letzten Jahre wurden einige Belastungsverursacher eruiert und verschiedene Betriebe saniert bzw. geschlossen. Trotzdem kann eine zumindest zeitweise Verschmutzung der Langeten durch Betriebe nicht ausgeschlossen werden.

3.4 Gibt es einen Zusammenhang zwischen niedrigem Bachforellenbestand, herabgesetzter Gesundheit und Veränderungen des Lebensraumes?

Eine schlechte Ökomorphologie führt zum Stress der in diesem Bereich lebenden Bachforellen oder, bei extremen Verhältnissen, zum Abwandern in geeignetere Lebensräume. In der Langeten ist die Ökomorphologie im Oberlauf grösstenteils unbeeinträchtigt. In den vom Fischrückgang betroffenen Strecken (Mittel- und Unterlauf) wechseln sich wenig und stark beeinträchtigte Abschnitte ab. Die Habitatsveränderungen liegen jedoch nicht in Grössenordnungen, die einen Fischrückgang erklären würden (S. Kaderli, pers. Mitteilung). Für kleinere Forellen ist ein Abwandern flussaufwärts an vielen

Stellen aufgrund von Abstürzen nicht möglich. Flussabwärts und in Seitengewässer können Bachforellen jedoch abwandern.

Schwächend auf die Bachforellen wirkt vermutlich auch die Temperatur. V.a. bei Roggwil wurden in den Sommermonaten Temperaturen von bis zu 18°C gemessen, die deutlich über dem Temperaturoptimum für Bachforellen liegen. Temperaturen in diesem Bereich können durch erhöhten Sauerstoffbedarf bei gleichzeitig vermindertem Sauerstoffangebot im Wasser zu Stressreaktionen bei Bachforellen führen (Jakob et al., 1996; Küttel et al., 2002). Die hohen Temperaturen können auch zu dem Syndrom „Schwarze Forellen“ beigetragen haben. Eine Schwarzfärbung der Tiere ist ein Zeichen für eine Schwächung oder sonstige Veränderung, die ein Anpassen an die Umgebung nicht mehr ermöglichen. Dabei haben vermutlich mehrere Faktoren zusammen gespielt: Wasserqualität, Temperatur, PKD u.a. und z.Zt. noch unbekannte Faktoren. Im Flussverlauf von Kleindietwil bis Roggwil kommt es zu einer Erwärmung des Langetenwassers von bis zu 2°C, v.a. im Juli und August. Da es sich dabei im Monatsmittel um Bereiche von 14 bis 16°C handelt, kann diese Erwärmung in Bezug auf die Fischgesundheit durchaus wichtig sein. Auch bei der Zunahme der Prävalenz und Abundanz von PKD im Flussverlauf kann diese Erwärmung eine Rolle spielen. Bei Regenbogenforellen entwickelt sich eine klinische PKD erst bei Temperaturen von 15°C und höher (Gay et al., 2001). Genaue Werte für die Bachforelle sind unbekannt, man kann jedoch davon ausgehen, dass die Temperaturgrenzen bei der Bachforelle ähnlich oder tiefer liegen. Weiterhin wird eine allgemeine Klimaerwärmung während der letzten Jahrzehnte diskutiert. Laut Aussagen von Herrn Bader hat sich die Wassertemperatur an der Langeten analog zu den Lufttemperaturen entwickelt. Die Lufttemperaturen haben in den letzten Jahren um ca. 1°C zugenommen, was an anderen Stellen in der Schweiz gezeigt wurde (Jakob et al., 1996). Auch hier kann diese Erwärmung bei der Entwicklung von Krankheiten oder allgemeinen Stresssituationen eine Rolle spielen.

3.5 Gibt es Zusammenhänge zwischen dem Bachforellenrückgang und dem saisonalen Auftreten bestimmter Stressoren?

Der Fischereiaufseher S. Kaderli beobachtete vermehrt tote Bachforellen in den Sommermonaten ab August. Dabei waren zu Beginn des Sommers v.a. Sömmerlinge betroffen, im Spätsommer auch adulte Tiere. Das zeitliche Auftreten der Mortalität und die v.a. betroffene Altersgruppe (Sömmerlinge) sprechen für PKD als mögliche Todesursache. Für diese Hypothese spricht auch, dass bei vielen (schwarzen) moribund gefundenen Tieren (S. Kaderli) PKD nachgewiesen werden konnte. Eine Diskussion der Faktoren, die PKD beeinflussen, folgt im nächsten Kapitel. Bisher wurde das Verschwinden der Sömmerlinge,

die im Frühjahr eingesetzt wurden, mit dem Auftreten der PKD in Verbindung gebracht. Jungtiere, die im November eingesetzt wurden, waren jedoch ebenfalls bereits bei der Abfischung im nächsten Frühjahr wieder verschwunden. Herbstbesatz durch das Fischereiinspektorat fand auf den Strecken Gemeindegrenze Madiswil / Leimiswil bis Kleinkraftwerk Lotzwil statt. Für das Verschwinden dieser Jungtiere kommen im Prinzip zwei Möglichkeiten in Frage: 1. akute erhöhte Mortalität und 2. Abwandern der Fische in die Seitengewässer. Da *Tetracapsuloides bryosalmonae* Temperaturen über 9°C benötigt, um sich im Zwischenwirt (Bryozoa) zu entwickeln (Gay et al., 2001) und Temperaturen über 15°C, um eine klinische PKD im Fisch auszulösen (Gay et al., 2001), ist PKD als Todesursache dieser Forellen auszuschliessen. Somit müssten weitere Faktoren im Langetenwasser vorhanden sein, die zu dieser akuten Mortalität in den Wintermonaten führt. Eine Beurteilung dieser Fragestellung ist bisher schwierig, da im Winter keine toten Forellen beobachtet wurden und somit keine Tiere am FIWI untersucht werden konnten. Bei den Expositionsversuchen an der Langeten bei Roggwil war die Mortalität v.a. konzentriert auf die Sommer- und Herbstmonate, während sie in den Wintermonaten eher niedrig war. Diese Beobachtungen sprechen für das Auftreten eines akuten Stressors auf den Strecken des Herbstbesatzes (Madiswil bis Lotzwil). Parameter, die besonders in den Wintermonaten erhöht sind, sind v.a. die Stickstoffparameter, da die Nitrifikation der Kläranlagen nur bei ausreichend hohen Temperaturen vollständig ist und somit die Werte für Ammonium, Nitrat und Nitrit v.a. in der kälteren Jahreszeit ansteigen. Die gemessenen Konzentrationen für Nitrit im Flusswasser lagen in der Regel unter den NOEC von 0.06 bis 0.2 mg/l für Regenbogenforellen (Abschlussarbeit Universität Zürich, 1992; Baccini, 1990). Einzelne Werte in den Monaten November bis Januar v.a. an der Messstelle Mühle, unterhalb der ARA Huttwil, überschritten diese Grenze. Die Toxizität von Nitrit ist auch abhängig von der Chloridkonzentration, mit steigenden Chloridkonzentrationen nimmt die Toxizität für Nitrit stark ab (Baccini, 1990). In den betreffenden Wintermonaten waren auch die Chloridkonzentrationen hoch. Eine perakute Mortalität ist auch eher unwahrscheinlich, da in einem solchen Falle immer wieder vermehrt tote Forellen unterhalb der ARA-Einleitstellen auftreten müssten. Subletale Konzentrationen von Nitrit können jedoch zu Kiemenschäden und degenerativen Leberveränderungen führen. Dies könnte die Tiere schwächen, so dass sie empfindlicher sind gegenüber anderen Stressoren (z.B. vermindertes Futterangebot während der Wintermonate, Abschwemmen toxischer Substanzen aus den Altlasten) und den Winter nicht überleben. Weiterhin ist der Stoffwechsel und somit auch die Aktivität der Entgiftungsenzyme während der kälteren Wintermonate herabgesetzt, so dass toxische Substanzen länger wirken können.

Auf der Strecke Gemeindegrenze Madiswil / Leimiswil bis Kleinkraftwerk Lotzwil ist ein Abwandern der Jungfische flussaufwärts unwahrscheinlich, da es mehrere Schwellen mit Überfallhöhen von über 60 cm gibt. Direkt unterhalb des Zuflusses des Ursenbachs liegt eine Schwelle mit einer Überfallhöhe von 60cm. Ein Abwandern flussabwärts ist jedoch möglich. Genauere Aussagen zu diesem Problem sind im Moment nicht möglich, da zu wenig Untersuchungen während der fraglichen Wintermonate vorliegen.

3.6 Welche Altersklasse ist v.a. betroffen und gibt es mögliche Erklärungen dafür?

Von der Altersstruktur her gesehen, scheinen v.a. die Sömmerlinge betroffen zu sein. Diesen Schluss kann man aus den Abfischungsdaten ziehen, nach denen es einen speziellen Einbruch der Sömmerlinge zwischen der Abfischung im Sommer und der im darauffolgenden Frühjahr gibt (vergleiche Abb.4 Kap. 2.11.2). Dabei macht es keinen Unterschied, ob die Tiere im Sommer oder im Herbst besetzt wurden. Bei der nächsten Frühjahrsabfischung fehlen die Jungtiere. Eine mögliche Erklärung für das Verschwinden der Jungtiere ist das Auftreten der Krankheit PKD. PKD ist v.a. für die jüngeren Fische tödlich, da Überlebende, d.h. die älteren Tiere, wahrscheinlich eine dauerhafte Immunität aufbauen. PKD ist temperaturabhängig. Nur bei Temperaturen über 9°C entwickeln sich die Parasiten, bei Temperaturen über 15°C kommt es zur klinischen Erkrankung. PKD kommt demzufolge v.a. in den Sommer- und Herbstmonaten vor. Untersuchungen an der Langeten haben gezeigt, dass die Abundanz und Prävalenz der PKD flussabwärts zunahm. Dabei kam es zu einer markanten Zunahme bei Madiswil. Zwischen Madiswil und Roggwil änderte sich die Situation kaum noch. Temperaturuntersuchungen haben gezeigt, dass auch die Temperatur flussabwärts leicht zunimmt. Da leider keine Temperaturangaben im Oberlauf vorliegen, kann der Zusammenhang zwischen dem sprunghaften Anstieg der PKD bei Madiswil mit der Temperatur nicht abschliessend beurteilt werden. Dabei ist die Einleitung der geklärten Abwässer sicherlich mitbeteiligt. Weiterhin kann auch sinkende Wasserqualität den Ausbruch der PKD beeinflussen. Durch ein beeinträchtigtes Immunsystem wird der Ausbruch verschiedener Krankheiten gefördert. Als mögliche Lösung wurde über mehrere Jahre der Einsatz von Bachforellen im Herbst angesehen. Diese Tiere sollten im Laufe der kälteren Jahreszeit eine Immunität gegen PKD aufbauen, ohne lebensgefährlich daran zu erkranken. Versuche mit PKD haben jedoch gezeigt, dass diese Tiere im nächsten Sommer wieder an PKD erkranken können, wobei die Stärke der Erkrankung geringer ist. Eine erhöhte Mortalität ist jedoch weiterhin gegeben (Schubiger, pers. Mitteilung). Warum die Besatztiere, die im Herbst eingesetzt wurden, bereits im nächsten Frühjahr fehlten, ist bisher noch unklar. Die Jungtiere sind jedoch auch in einer Altersklasse, die sehr empfindlich gegenüber den

oben beschriebenen Schadstoffen, z.B. Nitrit, Pestizide, Schwermetalle, reagiert. Dagegen treten chronische Veränderungen, die nach langer Belastung mit niedrigen Konzentrationen auftreten, v.a. bei älteren Tieren auf. In der Langeten liegen somit vermutlich zwei verschiedene Komplexe vor. Erstens eine recht akute Schädigung der Sömmerlinge, die zum vorzeitigen Verschwinden dieser Altersklasse führt, und zweitens eine chronische Schädigung der älteren Tiere, die nach längerer Zeit auch zum Tode führen kann. Dabei handelt es sich v.a. um die beobachteten degenerativen Veränderungen.

3.7 Liegt eine Veränderung der Reproduktionsfähigkeit vor, mit der der sinkende Fischbestand erklärt werden kann?

Bzgl. der Reproduktionsfähigkeit der Bachforellen liegen unterschiedliche Angaben vor. Während Prof. Klingler die Naturverlaichung als schlecht bezeichnete, bezeichnet der Fischereiaufseher S. Kaderli die Naturverlaichung bis heute als nicht beeinträchtigt. Ähnlich widersprüchliche Angaben liegen auch für die Kolmation vor. Die Kolmation beeinflusst die Naturverlaichung, in dem das Anlegen von Laichgruben in einer stark kolmatierten Bachsohle unmöglich ist. Während laut dem Bericht von Bangeter (1992) die Sohle unterhalb der ARA Huttwil stark kolmatiert ist und auch der Stollenbau bei Madiswil zu einer starken Kolmation führte, bezeichnet S. Kaderli die Sohlenbeschaffenheit auf den meisten Strecken der Langeten als gut. Der Geschiebetransport ist noch ausreichend und bei genügender Sohlenbreite sind neue Kiesbänke zu beobachten (von Orelli, pers. Mitteilung).

Die Eientwicklung nach Laichfischfängen war jedoch Anfang der 90-iger Jahre stark herabgesetzt. Dies könnte mit der Permethrin-Belastung zusammenhängen. Nach Unterbrechung des Laichfischfangs Mitte der 90-iger Jahre aufgrund der PKD Problematik wurde er 2001 erneut durchgeführt. Die Schlupfrate war sehr gut (ca. 90%). Diese Ergebnisse werden auch durch die Freilandstudie von Herrn Büsser bestätigt. Die Ergebnisse des early life stage tests des FIWI zeigen dagegen eine signifikant erniedrigte Überlebensrate der Eier, die in geklärtem Abwasser der ARA Lotzwil und in Flusswasser gehältert wurden. Die Überlebensrate lag jedoch immer noch über 70%. Laut Aussagen von Herrn von Orelli wurden im Juli noch Sömmerlinge abgefischt auf Strecken, in denen Herbstbesatz stattfindet. D.h. diese Tiere stammen sehr wahrscheinlich aus der Naturverlaichung.

Im Rahmen des Projektes „Biomonitoring in Fliessgewässern des Kantons Bern“ wurden indirekt Anzeichen für das Auftreten von östrogen wirksamen Stoffen in der Langten gefunden: endokrine Aktivität von Abwasserproben, erniedrigte GSI Werte bei Bachforellen, erhöhte Vitellogeningehalte bei Forellen unterhalb der ARA Huttwil. Auch bei Eriswil konnten

bereits einzelne erhöhte Vitellogeninwerte gemessen werden. Eine mögliche Ursache hierfür sind diffuse Einträge durch die Landwirtschaft. Anfang der 90-iger Jahre wurde Nonylphenol in Langeten Sedimenten bei Roggwil und Lindenholz gefunden. Eine Wiederholung dieser Messungen und das systematische Untersuchen dieser Stoffe über die ganze Länge der Langeten steht jedoch aus. Genauere Angaben zu möglichen ursächlichen Stoffen und mögliche Ortsangaben können somit leider nicht gemacht werden. Wie oben beschrieben liegen z.Zt. jedoch keine Hinweise für eine entsprechende Veränderung der Reproduktionsfähigkeit bei freilebenden Forellen vor. Bei den Untersuchungen der Fischgesundheit wurden auch keine strukturellen Veränderungen der Geschlechtsorgane gefunden. Dies kann jedoch nicht abschliessend beurteilt werden, da dafür zu wenig Gonaden angeschaut wurden.

4 Vergleich Langeten / Rot

Insgesamt liegen über die Rot deutlich weniger Informationen vor als über die Langeten. Mir bekannte Daten werden im folgenden kurz zusammengefasst und mit der Langeten verglichen.

4.1 Ökomorphologie

Bzgl. Ökomorphologie gab es einige Unterschiede zwischen Langeten-Gebiet und Rot-Gebiet. Der grösste Teil der Rot wurde als wenig beeinträchtigt eingestuft (44.1%). Dabei waren Abschnitte über den gesamten Flusslauf betroffen. Dieser Anteil ist höher als im Langeten-Gebiet. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass es sich bei diesen Angaben um eine Zusammenstellung des gesamten Einzugsbereiches handelt, der bei der Langeten auch viele Zubringerbäche und Kanäle beinhaltet. Bei der Beurteilung der Uferbreite waren Rot und Langeten vergleichbar (Kirchhofer, 2000).

4.2 Wasserqualität

4.2.1 Äusserer Aspekt

1991 wurde der äussere Aspekt an zwei Stellen in der Rot als leicht bzw. mittel beeinträchtigt eingestuft (AquaPlus, 1991). Es traten v.a. Ziliatenflecken und Schaumbildung auf.

4.2.2 Biologische Untersuchungen

Aufgrund der Kieselalgen wurde die Gewässergüte als mässig belastet, aufgrund der Wasserwirbellosen als mässig bis kritisch belastet eingestuft (AquaPlus, 1991). Spätere Beurteilungen liegen leider nicht vor.

4.2.3 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Auch bei den chemisch-physikalischen Parametern schneidet die Rot im Vergleich zur Langeten besser ab (VOKOS, 1997). Über den gesamten Verlauf der Rot zeigte sich nur eine geringe Ammoniumbelastung, bzgl. Nitrat und Phosphat galt die Rot als belastet und bzgl. Gewässerhygiene als deutlich belastet.

Bei den Untersuchungen des GBL wurde die Rot in der Periode 1995/96 und 1999/2000 mit integriert. Hier zeigte sich, dass die Rot deutlich weniger belastet war als die Langeten im Mittel- und Unterlauf. In der Rot wurden keine Grenzwertüberschreitungen der Werte Ammonium und Nitrat gemessen (GschV, 1998). Der Grenzwert für DOC und der Referenzwert für Nitrit wurden nur vereinzelt überschritten.

Im Gegensatz zur Langeten konnte 1996 in Fischeiern aus der Rot kein Permethrin nachgewiesen werden.

4.2.4 Sedimenttoxizität

Bei den Sedimentuntersuchungen von ecoconseil, 1997 wurde die Rot (Probenahmestelle Grossdietwil) im März 1997 integriert. Sie zeigte nur eine minimale Ökotoxizität.

4.3 Kläranlagen

In die Rot entwässern keine Kläranlagen.

4.4 Altlasten

Die Rot liegt auf der Kantonsgrenze zwischen Bern und Luzern. Aus diesem Grund sind hier nur die linksufrigen Standorte erwähnt, auf der Seite des Kantons Bern. Auf dieser Seite liegen markant weniger Altlasten als an der Langeten. Insgesamt grenzen nur zwei Ablagerungsstandorte an die Rot, beide im Gemeindegebiet Roggwil (Altlastenkataster GSA, 2002). Dies ist einerseits eine Deponie mit Aushubmaterial und Bauschutt. Die Gefahr für Oberflächengewässer wurde als gering eingeschätzt. Bei dem zweiten Standort handelt es sich um eine Altdeponie, die auf dem Zeigelwaldgräbli liegt, einem kleinen Zubringerbach zur Rot. In dieser Deponie werden Aushubmaterial, Siedlungsabfälle, Bauschutt, Sonderabfälle und anorganische Abfälle mit gelösten Metallen gelagert. Im Bach finden sich Spuren von Tetrachlorethen und Toluol, welche aus der ehemaligen Deponie ausgewaschen werden. Obwohl sich die Konzentrationen unterhalb der Grenzwerte nach der AltIV (1999) befinden, ist eine Untersuchung erforderlich (Altlastenkataster GSA, 2002). Die Stoffgefährlichkeit für Oberflächengewässer wurde mit 200 bewertet. Weiter flussaufwärts sind auf der Berner Kantonsseite keine weiteren Altlasten bekannt.

4.5 Fischbestand

Der Oberlauf der Rot gilt als gutes Forellengewässer mit einem hohen Bachforellenbestand (Fig. 16). Unterhalb der Schwelle „Chli Sonnhalden“ ist der Bachforellenbestand in der Rot jedoch ebenfalls schlecht. Die Altersverteilung im Bach kann als normal bezeichnet werden. Bei Kontrollabfischungen 1995 und 1996 wurden sehr viele 0+, über 100 1+ und noch über 20 fangfähige Bachforellen gefangen (Abfischungsprotokolle Fischereinspektorat).

In der Rot wird regelmässig Besatz durchgeführt. Oberhalb „Chli Sonnhalden“ (Koordinationspunkt 631.250/228.760) ist die Naturverlaichung gut, unterhalb dieser Wasserschwelle ist die Naturverlaichung jedoch aufgrund der Erosion bis auf die Molasse

und streckenweiser Kolmation als schlecht zu bezeichnen (5 – 10% im Vergleich zu oberhalb) (Kaderli, pers. Mitteilung)

Bachforellenbestand in der Langete und der Rot 1995 /96

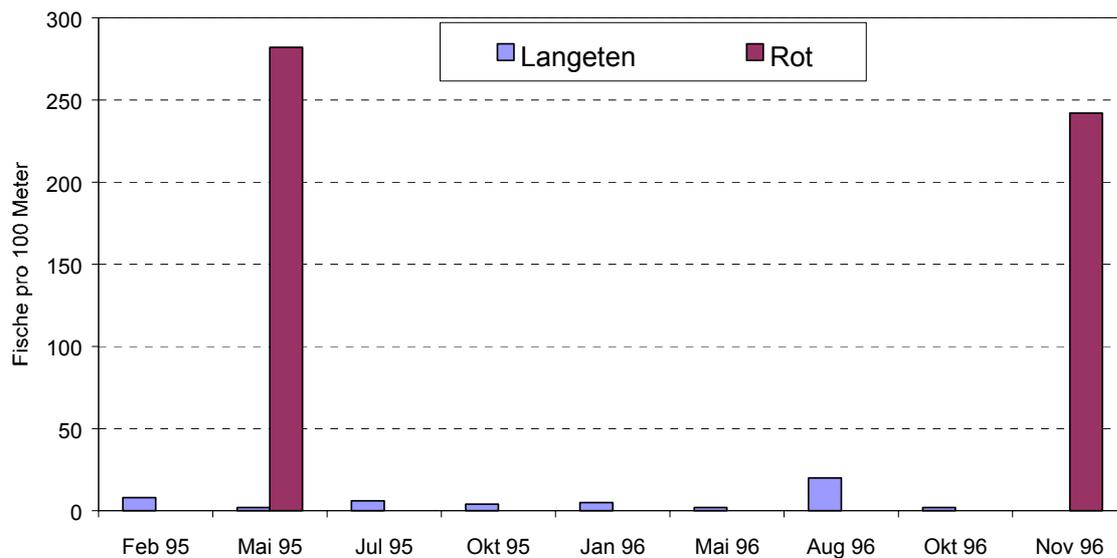


Fig.14: Bachforellenbestand in der Langeten und der Rot gemäss Abfischungsdaten von 1995 und 1996. Datenquelle: Fischereiinspektorat

4.6 Fischgesundheit

Im Rahmen des Projekts „Biomonitoring in Fließgewässern des Kantons Bern – Teilprojekt: Passives Monitoring an Bachforellen“ wurde die Rot als Vergleichsgewässer mit untersucht (Schmidt-Posthaus et al., 2000). PKD wurde an der Untersuchungsstelle Grossdietwil (Koordinaten: 633.224) nicht nachgewiesen. Im Unterlauf wurden nach Aussagen von Philipp Amrein, Jagd- u- Fischereiverwaltung Luzern immer wieder Tiere gefunden, die makroskopisch typische PKD Veränderungen zeigten. Bei histologischen Untersuchungen wiesen Bachforellen der Gewässer Chirel und Rot (Grossdietwil) die geringsten histologischen Organveränderungen auf, vergleichbar mit Stellen wie der Oberlauf der Langeten (Fig.13). Dabei gab es nur geringe Unterschiede zwischen den Jahreszeiten (Herbst: TOT_I = 24; Frühjahr: TOT_I = 26). In der Rot waren die Vitellogeninwerte im Blutplasma männlicher Bachforellen nicht erhöht.

Fazit: Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Rot bei allen bisher untersuchten „Effekt“-Parametern ein besseres Ergebnis erzielt als die Langeten, v.a. Mittel- und Unterlauf (Wasserqualität, Sedimenttoxizität, Fischbestand, Fischgesundheit). Die Ökomorphologie wurde im Einzugsgebiet der Rot meist als gut bewertet. In die Rot entwässern keine Kläranlagen und deutlich weniger Siedlungsgebiete werden durchflossen. Auf der Berner Kantonsseite ist nur eine Altlast mit Schädigungspotential für Oberflächengewässer kartiert. Über mögliche Altlasten auf Luzerner Kantonsseite können keine Aussagen gemacht werden. Über einen möglichen Einfluss der Landwirtschaft, z.B. diffuse Pestizideinträge, liegen keine Untersuchungsergebnisse vor. PKD wurde in der Rot bei Grossdietwil nicht nachgewiesen.

⇒ An der Langeten scheint ein Geflecht verschiedener Faktoren (z.B. Temperatur, Wasserchemismus, Xenobiotika, Abschwemmung von landwirtschaftlichen Flächen, ARAs, Altlasten, Betriebe, PKD usw.) zusammenzuspielen, konzentriert v.a. im Mittel- und Unterlauf. Die Dichte dieser verschiedenen Faktoren scheint an der Rot deutlich geringer zu sein und auch mögliche gefährdende Krankheiten, wie PKD, wurden bei Fischen aus der Rot nicht nachgewiesen. Dies unterstützt die Hypothese der multifaktoriellen Ursache des Fischrückgangs.

5 Ausblick und Zielsetzungen

5.1 Fischnetz-Hypothesen

Die vorgestellten Daten belegen, dass an der Langeten ein Bestandsrückgang der Bachforellen vorliegt. Weiterhin treten, saisonal verstärkt, Gesundheitsschäden bei Bachforellen auf. Um mögliche Ursachen zu diskutieren, werden im folgenden die Hypothesen des Fischnetzes aufgelistet und der Zusammenhang mit der Langeten wird kurz diskutiert. Auf die Problematik der Langeten zutreffende oder teilweise zutreffende Hypothesen sind gelb unterlegt. Gestrichelt sind diejenigen Hypothesen, zu denen widersprüchliche Aussagen vorliegen oder bei denen eine gesicherte Stellungnahme nicht möglich ist.

1. Der Fischrückgang ist der Summeneffekt verschiedener Ursachen, deren Auswirkung regional unterschiedlich sein kann.

Dieser Punkt ist für die Langeten sicher zutreffend. Verschiedene Faktoren, wie z.B. Wasserqualität, PKD, Wassertemperatur, scheinen an der Langeten zusammenzuspielen und Effekte auszulösen. Das Zusammenwirken verschiedener Faktoren wird auch bei der Diskussion der übrigen Hypothesen deutlich.

2. Die Fischbestände leiden an einer Fortpflanzungsschwäche.

An der Langeten schient eine Fortpflanzungsschwäche kein Problem zu sein. Die Naturverlaichung ist laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli vorhanden. Diese Aussage müsste jedoch in der Langeten überprüft werden, wenn keine Fische besetzt werden. Weiterhin haben Untersuchungen der Eientwicklung im Freiland einen „normalen“ Erfolg gezeigt.

3. Den Fischbeständen fehlen genügend nachwachsende Fische.

An der Langeten gibt es am Ende des Sommers einen Einbruch der Sömmerlingsbestände. Auch besetzte Jungfische verschwinden im Laufe des ersten Jahres. Somit ist diese Hypothese zutreffend. Die Ursache für das Verschwinden (Verenden oder Abwandern) bleibt jedoch unklar.

4. a. Die Gesundheit der Fische und somit ihre Fitness ist beeinträchtigt.

Die Untersuchungen am FIWI haben gezeigt, dass die Gesundheit der Bachforellen an der Langeten beeinträchtigt ist (v.a. Leber- und Nierenschäden). Die Veränderungen zeigen einen Schweregrad, bei dem eine Beeinträchtigung der Fitness anzunehmen ist.

b. Gesundheitsschäden führen zum vorzeitigen Tod adulter Fische.

Diese Frage kann mit den uns vorliegenden Ergebnissen nicht abschliessend beantwortet werden. Laut Abfischungsergebnissen und den Aussagen von S. Kaderli scheinen jedoch v.a. die Jungfische vorzeitig zu verschwinden.

5. Die Belastung der Gewässer durch Chemikalien verursacht den Fischrückgang.

Die Kläranlagen führen zu einer starken anthropogenen Belastung der Langeten v.a. mit Nitrit und Ammonium. Weiterhin deuten erste Studien darauf hin, dass die Langeten durch die Kläranlagen stark mit verschiedenen Pestiziden belastet wird. Die Belastungssituation mit diesen Stoffen sollte sich nach Inbetriebnahme der neuen ARA ZALA erheblich verbessern. Ein diffuser Eintrag dieser Stoffe durch die Landwirtschaft und teilweise auch die Holzindustrie ist jedoch ebenfalls anzunehmen und wird weiterhin bestehen. Die Grösse eines solchen Eintrags ist bisher noch unbekannt. Eine weitere Verschmutzungsquelle stellen die Altlasten und Betriebe dar. Obwohl kein Überwachungs- oder Sanierungsbedarf festgestellt wurde, wäre eine mögliche Verschmutzung durch verschiedene Altlasten oder Betriebe denkbar. Die vorhandenen Daten deuten darauf, dass Chemikalien an der Langeten eine Rolle spielen.

6. Ungenügende morphologische Qualität der Gewässer ist die Ursache für den Fischrückgang.

Die Ökomorphologie wurde von Kirchhofer im Mittel- und Unterlauf meist als wenig bis stark beeinträchtigt beurteilt, während Abschnitte im Oberlauf als natürlich bis wenig beeinträchtigt eingestuft wurden. Die Habitatsveränderungen scheinen jedoch nicht in Grössenordnungen vorzuliegen, die den Fischrückgang erklären würden. Genauere Aussagen sind leider nicht möglich.

7. Ein erhöhter Feinsedimentanteil ist verantwortlich für den Fischrückgang.

Zu diesem Punkt liegen widersprüchliche Angaben vor. Während in Notizen von Prof. Klingler und im Bericht von Bangeter (1992) von einer stark kolmatierten Bachsohle unterhalb der Kläranlage Huttwil und v.a. unterhalb des Stollens bei Madiswil gesprochen wird, bezeichnet der Fischereiaufseher S. Kaderli die Bachsohle auf den meisten Strecken als unbeeinträchtigt. Laut Aussagen von S. Kaderli ist die Sohle nur lokal im Bereich von Dörfern und vor Schwellen kolmatiert. Eine abschliessende Beurteilung dieses Punktes ist somit schwierig.

8. Geringere Verfügbarkeit von Fischnahrung führt zum Fischrückgang.

Laut biologischer Untersuchungen an der Langeten ändert sich die Zusammensetzung der Wasserwirbellosen im Flusslauf. Ein Fischrückgang lässt sich mit der Wasserwirbellosen-Zusammensetzung jedoch nicht erklären (von Känel, pers. Mitteilung). Die Quantität der Nährtiere ist ebenfalls ausreichend.

9. Der Fischrückgang wird durch eine zuwenig angepasste fischereiliche Bewirtschaftung verursacht.

Im Oberlauf (Eriswil bis Kleinditwil) wird zur Zeit noch besetzt, v.a. Sömmerlinge. Die Mengen sind an die Grösse des Gewässers angepasst (von Orelli, Kaderli, pers. Mitteilung). Bis Lotzwil wird nur noch sporadisch besetzt und im Unterlauf, gegen Roggwil, findet kein Besatz statt. D.h. im Moment sind die Besatzmengen eher klein, es werden keine älteren Tiere eingesetzt. Somit kann die oben erwähnte Hypothese für die Langeten verworfen werden.

10. a. Der Fischrückgang entsteht durch übermässige Entnahme durch fischfressende Vögel.

Als wichtige fischfressende Vögel kommen v.a. der Kormoran und der Gänsesäger in Frage. Einzelne Einflüge des Kormorans an der Langeten sind bekannt (von Orelli, Kaderli, pers. Mitteilung), ein Zusammenhang mit dem Fischrückgang lässt sich damit jedoch nicht erklären. Die Gänsesägerpopulation hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Der Gänsesäger jagt jedoch v.a. Äschen, Bachforellen sind weniger stark betroffen (von Orelli, Kaderli, pers. Mitteilung). Weiterhin liegt kein zeitlicher Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Gänsesäger und dem Rückgang der Bachforellenpopulation vor.

b. Der Fangrückgang widerspiegelt eine Veränderung im Anglerverhalten.

An der Langeten werden z.Zt. v.a. Regenbogenforellen und Äschen befischt, Bachforellen werden von den Anglern eher geschont (von Orelli, Kaderli, pers. Mitteilung). Der Befischungsdruck auf Bachforellen hat somit in den letzten Jahren wahrscheinlich abgenommen. Nach Einschätzung von Herrn von Orelli und Herr Kaderli lässt sich der Fischrückgang nicht mit dem Anglerverhalten begründen.

11. Veränderungen der Wassertemperatur haben zu einem Rückgang der Fischpopulation und des Fischfangertrages geführt.

Laut Aussagen von Herrn Bader haben sich die Wassertemperaturen in den letzten Jahrzehnten analog zur Lufttemperatur entwickelt. Die Lufttemperatur hat tendenziell um ca. 1°C zugenommen. In der Langeten liegen die Wassertemperaturen heute in Bereichen, in denen sie während der Sommermonate zu Problemen führen können, z.B. PKD. Da die Spitzenwerte (Tagesmittelwerte) heute bei 15 bis 17°C liegen, kann eine Erwärmung um 1°C durchaus eine gewisse Bedeutung haben, z.B. Ausbruch einer klinischen PKD ab 15°C. Gesicherte Daten liegen jedoch nicht vor.

12. Ein verändertes Abflussregime und veränderte Geschiebeführung sind verantwortlich für den Fischrückgang.

Es wurden bauliche Veränderungen (Stollenbau 1991) an der Langeten vorgenommen, die den Abfluss beeinflussen. Ein zeitlicher Zusammenhang mit dem Einbruch des Fischbestandes wäre somit gegeben. Gemäss Angaben des Wasserbauingenieurs T. Moser

wurde die Sohlenbreite unterhalb der Entlastung ausserhalb des Baugebiets nicht verändert, beim Entlastungsbauwerk wird das Geschiebe wieder zurückgegeben. Die noch tolerierten Hochwassermengen genügen für den Geschiebetransport. Auch laut Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli liegt heute noch eine Geschiebeführung bis in die Murg vor und in den letzten Jahren haben sich neue Kiesbänke in der Langeten gebildet. Deutliche Hochwasserereignisse sind durch den Stollenbau jedoch unterbunden. Die Hypothese 12 erscheint somit unwahrscheinlich, eine abschliessende Beurteilung ist jedoch nicht möglich.

5.2 Empfohlene weitere Untersuchungen

Im folgenden werden zuerst die Probleme (grau unterlegt) kurz erläutert und dann mögliche weitere Untersuchungen dargestellt, die zur Klärung der Problematik beitragen könnten.

5.2.1 Ökomorphologie

V.a. im Unterlauf wurde die Langeten auf weiten Strecken als wenig bis stark beeinträchtigt bezeichnet. Aufgrund der intensiven Landwirtschaft und des Siedlungsdruckes ist der Uferbereich auf weiten Strecken ungenügend breit. In Langenthal und südwestlich davon sind längere Abschnitte der Langetenzuflüsse eingedolt oder ebenfalls stark beeinträchtigt.

- Eine Analyse der vorhandenen ökomorphologischen Daten unter Einbezug der Wanderhindernisse und die Erstellung eines Konzeptes zur Auswertung des Lebensraums der Langeten und deren Vernetzung mit den Seitengewässern wäre sinnvoll.

5.2.2 Temperatur

An den Stellen Kleindietwil, Lotzwil und Roggwil wurden regelmässige Temperaturmessungen vorgenommen. Von flussaufwärts liegenden Stellen liegen keine Messungen vor. Nach bisherigen Erkenntnissen spielt die Temperatur eine entscheidende Rolle bei dem Ausbruch einer klinischen PKD Erkrankung. Bei Abfischungen in der Nähe von Eriswil wurden zwar einzelne Tiere mit PKD Erregern in der Niere gefunden, die Infektionsrate war jedoch nur geringgradig und es waren nur einzelne Tiere befallen. Weiterhin wurden in diesem Streckenbereich bisher noch keine schwarz gefärbten, apathischen oder tote Forellen gefunden.

- Es wäre somit sinnvoll, ebenfalls Temperaturdaten verschiedener Stellen oberhalb Kleindietwil zu erhalten. Damit könnte abgeklärt werden, ob die Temperatur im Oberlauf der Langeten in den Sommermonaten ebenfalls über 15°C steigt, eine

klinische PKD somit theoretisch möglich wäre oder ob das Fehlen starker PKD Infektionen in diesen Strecken mit niedrigen Temperaturen zu erklären ist.

5.2.3 Kolmation

Aufgrund unterschiedlicher Aussagen können in diesem Bericht keine konkreten Aussagen über die Kolmation der Langeten gemacht werden.

- Aus diesem Grund wäre eine standardisierte Untersuchung der Kolmation über den gesamten Flussverlauf der Langeten zu empfehlen. Im Auftrag des Fischnetzes wurde ein Kriterienkatalog erstellt, der hierzu herangezogen werden kann (Schälchli, 2002).

5.2.4 Wasserqualität

Die biologischen und chemisch-physikalischen Parameter in der Langeten sind in den letzten Jahren umfassend untersucht worden. Weiterhin wurden in den Kläranlagenausläufen in Huttwil und Lotzwil grössere Mengen an Pestiziden, v.a. Atrazin und Isoproturon, gefunden. Da es sich bei diesen Untersuchungen um einmalige Wochensammelproben handelt, kann nicht sicher gesagt werden, ob es sich um einen Zufallsbefund (einmaliges Ereignis) oder um ein immer wiederkehrendes Ereignis zu dieser Jahreszeit handelt.

1994 wurden Pestizide monatlich im Langetenwasser untersucht. Dabei konnten damals keine grösseren Mengen dieser Stoffe in der Langeten nachgewiesen werden. Diese Studie liegt jedoch schon längere Zeit zurück und die heutige Situation ist weitgehend unbekannt.

Eine umfassende Untersuchung der Kläranlagenausläufe wird im Moment durchgeführt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen liegt zu diesem Zeitpunkt leider noch nicht vor. Die fraglichen Stoffe werden v.a. in der Landwirtschaft verwendet und wurden dort sehr wahrscheinlich unsachgemäss entsorgt.

- Auch im Fluss sollten erneut Wasserproben auf die fraglichen Pestizide untersucht werden, um ein mögliches Gefährdungspotential besser abschätzen zu können.
- Um die effektive Bioverfügbarkeit besser einschätzen zu können, sollte auch Fischgewebe untersucht werden.
- Eine weitere regelmässige Untersuchung der chemisch-physikalischen Parameter ist sicher anzuraten.

Weiterhin liegen bisher keine Angaben über das Vorkommen von anderen Xenobiotika, wie z.B: PAHs, PCBs usw. im Langetenwasser selbst vor. Ein grosser Teil dieser Stoffe gelangt

diffus, d.h. nicht über die Kläranlagenausläufe, in die Langeten, z.B. Landwirtschaft, Strassenabrieb, Atmosphäre.

- Eine Untersuchung im Langetenwasser und im Sediment wäre sinnvoll, (1) um das Gefahrenpotential dieser Stoffe im Wasser abzuschätzen und (2) um den Anteil der diffusen Einträge zu ermitteln.
- Um die effektive Bioverfügbarkeit besser einschätzen zu können, sollte auch Fischgewebe untersucht werden.
- Eine entsprechende Datengrundlage ist notwendig, um nach Einführung der neuen Kläranlage ZALA eine evtl. Verbesserung erfassen zu können.

1998 wurde an keiner der Probestellen in der Langeten Permethrin gefunden.

- Um abzuklären, ob Permethrin kein Problem mehr in der Langeten darstellt, wäre eine Nachuntersuchung von Sedimentproben an verschiedenen Stellen in der Langeten sinnvoll.

Im Raum Lotzwil befindet sich eine Drahtziegelfabrik, die u.a. über Abschwemmungen von Aussenplätzen zu einer Belastung der Langeten mit Zink beitragen könnte. Dafür sprechen z.B. die immer wieder erhöhten Gehalte an Zink in Sedimentproben. Unregelmässige Einträge in die Langeten, besonders an Feiertagen, sind nicht auszuschliessen (Widmer, pers. Mitteilung). Um mögliche teils stark erhöhte Abschwemmungen von Zink überprüfen zu können,

- wären regelmässige Sedimentuntersuchungen auf Zink von oberhalb und unterhalb diese Betriebes sinnvoll. Diese Untersuchungen sollten, falls möglich, zu mehreren Zeiten im Jahr stattfinden, u.a. nach Feiertagsperioden.
- Weiterhin sind erneute Sedimentuntersuchungen an verschiedenen Stellen der Langeten sinnvoll, um die aktuelle Situation der Schwermetallbelastung abschätzen zu können
- Auch hier sind Untersuchungen im Fischgewebe anzuraten, um die Bioverfügbarkeit in der Langeten zu erfassen.

5.2.5 Kläranlagen

Viele in der GschV, 1998 erwähnten Stoffe (z.B. adsorbierbare organische Halogenverbindungen, Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe usw.) werden bei den Routinemessungen in den Kläranlagen oder durch das GSA nicht erfasst. Aussagen über das Einhalten der Anforderungen können somit nicht gemacht werden.

- Es wäre evtl. sinnvoll, weitere Parameter in die Routinemessungen zu integrieren, um das Gefährdungspotential durch die Kläranlagen besser abschätzen

zu können. Auch bei der Inbetriebnahme der neuen Anlage ZALA 2004 wäre die Messung weiterer Parameter sinnvoll, um bei möglichen Problemen auf Daten zurückgreifen zu können.

Wie bereits oben beschrieben, wurde Permethrin seit mehreren Jahren nicht mehr im Langetensediment oder im Klärschlamm der ARA Huttwil untersucht.

- Eine erneute Kontrolle der Permethrinkonzentrationen im Klärschlamm der ARA Huttwil wäre anzuraten.

5.2.6 Altlasten

Das Gefährdungspotential für Oberflächengewässer verschiedener Deponien und Betriebsstandorte wurde vom GSA als mittel bis hoch eingestuft. Handlungsbedarf wurde jedoch nur bei Bauvorhaben/Umnutzung gesehen. Vielerorts ist jedoch die Höhe der Emissionen in die Langeten noch unbekannt.

- An Stellen, bei denen die Grösse der Emissionen in die Langeten nicht bekannt ist, wären weitergehende Untersuchungen angebracht, z.B. Autogarage bei Ursenbach, Pelzveredelung bei Lotzwil.

Das Abschwemmen von Stoffen aus den Betriebsablagerungsstätten und den Deponien dürfte bei hohen Niederschlagsmengen erhöht sein.

- Aus diesem Grunde wären Stoffuntersuchungen in niederschlagsreichen Perioden sinnvoll.
- Weiterhin sollten nach solchen Niederschlagsperioden gezielte Begehungen an der Langeten stattfinden, um eine evtl. erhöhte Mortalität der Fische festzustellen.

5.2.7 Betriebe

In früheren Jahren wurden verschiedene Betriebe als mögliche Belastungsquellen eruiert und saniert bzw. geschlossen. Es wurden jedoch auch Hinweise über z.B. Jauche-Einleitungen gefunden, bei denen die Quelle nach meinem Wissen bisher unbekannt blieb (von Känel, 1998).

- Es wäre deshalb sinnvoll, weiterhin Betriebe vor Ort zu kontrollieren und dabei verschiedene Einleitungszeiträume und -verfahren möglicher Verursacher zu überprüfen (z.B. Tag / Nacht Unterschiede). Diese Begehungen sollten deshalb unangemeldet und zu verschiedenen Zeiten erfolgen.

5.2.8 Fischbestand

Trotz regelmässigem Besatz auf vielen Strecken in der Langeten wurden bei den Abfischungen im Januar kaum Jährlinge gefunden. Dieser Umstand wurde bisher v.a. hohen Sömmerlingsmortalitäten aufgrund PKD während der Monate August und September zugeschrieben. Jedoch werden auch bei Herbstbesatz im Frühjahr kaum Tiere gefunden. Hier kann PKD als Todesursache ausgeschlossen werden. Es stellt sich also die Frage, ob und woran diese Tiere verenden oder ob sie evtl. abwandern.

Um diese Frage zu klären, wären folgende Untersuchungsansätze sinnvoll:

- Markierung der Tiere, die im Herbst vom Fischereiinspektorat eingesetzt werden, z.B. durch Fettflossenschnitt. Bei Abfischungen im Januar zeigt das Verhältnis markierte/ nicht markierte Bachforellen den Anteil der eingesetzten Tiere zu Tieren, die aus Naturverlaichung stammen oder aus anderen Teilen der Langeten zugewandert sind.
- In diesem Rahmen wären weitere Abfischungen in den Zuflüssen, z.B. Rot, sinnvoll, um abzuklären, ob Tiere aus der Langeten in die Zuflüsse aufsteigen und so aus der Langeten verschwinden.
- Eine erneute Abfischung in der Rot wäre ebenfalls sinnvoll, um die Entwicklung des Bestands in der Rot zu dokumentieren. Dies v.a. unter dem Gesichtspunkt, dass die Rot als Referenzgewässer für die Langeten gilt.
- Wenn man davon ausgeht, dass die im Herbst eingesetzten Sömmerlinge während des Winters verschwinden, wären detailliertere Abfischungen während der Wintermonate sinnvoll, um den möglichen Zeitpunkt des Verschwindens näher einzugrenzen.

5.2.9 Fischgesundheit

Im Jahre 2004 soll die zentrale Abwasserreinigungsanlage Langenthal (ZALA) in Betrieb genommen werden. Dann werden die Anlagen Huttwil, Lotzwil und Langenthal vom Netz genommen. Man erwartet mit diesem Schritt eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität in der Langeten. Um mögliche positive Effekte erkennen zu können, ist eine umfassende und verlässliche Datengrundlage der jetzigen Situation notwendig.

- Es wäre deshalb sinnvoll, systematisch in allen vier Jahreszeiten über den ganzen Verlauf der Langeten Fische auf den Gesundheitszustand zu untersuchen, um mögliche Problemzeiten und Problemstandorte nochmals näher zu charakterisieren. Ausserdem könnte damit verifiziert werden, ob es sich bei den

bisherigen Befunden um einmalige Ereignisse handelt oder um einen dauerhaften Befund.

Um einen möglichen Effekt der neuen Anlage ZALA untersuchen zu können, sollte auch eine Datengrundlage der Aare an der Stelle der neuen Einleitungsstelle sowie weiteren Stellen flussauf- und flussabwärts vorliegen.

- Deshalb sollte eine erste Probenahme und Untersuchung von Fischen an dieser Stelle zum jetzigen Zeitpunkt stattfinden. Auch wenn die Forellen in der Aare wandern können, ist eine Untersuchung des Ist-Zustands sinnvoll.

Es bestehen deutliche Unstimmigkeiten zwischen früheren Untersuchungen der schwarzen Forellen an der Langeten (meistens PKD) und den Ergebnissen von M. Escher (2002). M. Escher konnte bei keinem der untersuchten Tiere PKD nachweisen, es wurden aber verbreitet Augenveränderungen gefunden.

- Um diese Unstimmigkeiten zu klären, wäre es sinnvoll, im nächsten Sommer nochmals eine repräsentative Anzahl schwarzer Forellen zu untersuchen. Damit könnte auch geklärt werden, ob evtl. im Sommer noch andere Krankheiten neben PKD zu einer starken Schwächung der Tiere (Schwarzfärbung) und erhöhter Mortalität führen können.

5.2.10 Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen

Bzgl. der Naturverlaichung liegen unterschiedliche Angaben vor. Laut pers. Aussagen des Fischereiaufsehers S. Kaderli ist die Naturverlaichung an der Langeten ungestört. Bei Untersuchungen von Laichgruben in der Langeten wurde eine „normale“ Erfolgsrate festgestellt. Hier handelt es sich jedoch nur um eine zeitlich und räumlich begrenzte Untersuchung.

- Um die Naturverlaichung überprüfen zu können, müsste der Besatz an der Langeten ausgesetzt werden. Bei folgenden Abfischungen könnte der Grad der Naturverlaichung und der Erfolg überprüft werden.
- Ein weiterer Ansatz zur Überprüfung der Naturverlaichung wird unter Punkt 7 diskutiert (Markierung der Fische).

5.2.11 Vergleich Langeten / Rot

Als Vergleichsgewässer zur Langeten kann die Rot, ein Gewässer mit gutem Fischbestand, herangezogen werden. Zur Zeit liegen jedoch im Vergleich zur Langeten nur unvollständige Datensätze der Rot vor.

- Aus diesem Grund sollten die oben beschriebenen weiteren Untersuchungsvorschläge auch an der Rot durchgeführt werden.

-

5.3 Weitere Massnahmenvorschläge

5.3.1 Ökomorphologie

- Es wäre somit sinnvoll, Massnahmen einzuleiten, damit der Uferbereich weniger intensiv genutzt wird.
- Weiterhin würden Renaturierungsmassnahmen in stark beeinträchtigten Abschnitten zu einer Verbesserung der Ökomorphologie und damit des Lebensraums der Bachforellen führen.

5.3.2 Altlasten und Betriebe

- Sollten sich bei weitergehenden Untersuchungen bestimmte Altlastenstandorte oder Betriebe als gefährdend für die Langeten herausstellen, sollten diese Standorte bzw. Betriebe saniert werden.

6 Literatur

6.1 Zugrundeliegendes Datenmaterial

6.1.1 Ökomorphologie

Abschlussarbeit Universität Zürich, Nachdiplomstudiengang in Umweltlehre (1992). Dem Wasser seinen Lauf lassen. Kurs 90-92, Arbeitsgruppe Langeten.

AquaPlus (1991). Beurteilung der Gewässergüte und der Ökomorphologie in den Fliessgewässern Rotbach – Langeten – Rot – Brunnbach – Murg. Im Auftrag des Gewässerschutzamtes des Kantons Bern. 90 S. und Dokumentation der Untersuchungsstellen.

Kirchhofer (1998). Ökomorphologie bernischer Fliessgewässer, Beschäftigungsprogramm UP/KIGA - GBL - GFN, Bericht zur 1. Phase 1997, Gümnenen, 29 S. und Anhang

Kirchhofer (1999). Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Bern, UP/KIGA - GBL - GFN, Bericht zur 2. Phase 1998, Gümnenen, 36 S.

Kirchhofer (2000). Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Bern, Bericht zur 3. Phase 1999, Gümnenen, 23 S.

Peter, A. (1991). Ansprüche von Fischen an die Morphologie und Hydrologie der bäche. EAWAG-Mitteilungen 32, Dübendorf

SigmaPlan (2002). Ökomorphologische Erhebungen der Fliessgewässer im Kanton Bern, Jahresbericht 2001, Im Auftrag des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern und des Gewässer- und Bodenschutzlabors, Bern, 19 S.

6.1.2 Wassertemperatur und Abflussdaten

Temperatur- und Abflussdaten zur Verfügung gestellt vom Wasser- und Energiewirtschaftsamt Bern, Bern

Abschlussarbeit Universität Zürich, Nachdiplomstudiengang in Umweltlehre (1992). Dem Wasser seinen Lauf lassen. Kurs 90-92, Arbeitsgruppe Langeten.

6.1.3 Wasserkraftnutzung

Abschlussarbeit Universität Zürich, Nachdiplomstudiengang in Umweltlehre (1992). Dem Wasser seinen Lauf lassen. Kurs 90-92, Arbeitsgruppe Langeten.

6.1.4 Kolmation

Bangeter, B. (1992). Gewässerverschmutzung in der Langeten. GSA, Bern, 15 S.

Abschlussarbeit Universität Zürich, Nachdiplomstudiengang in Umweltlehre (1992). Dem Wasser seinen Lauf lassen. Kurs 90-92, Arbeitsgruppe Langeten.

6.1.5 Wasserqualität

AquaPlus (1991). Beurteilung der Gewässergüte und der Ökomorphologie in den Fliessgewässern Rotbach – Langeten – Rot – Brunnbach – Murg. Im Auftrag des Gewässerschutzamtes des Kantons Bern. 90 S. und Dokumentation der Untersuchungsstellen.

AquaPlus (1994). Beurteilung der Gewässergüte in der Langete und Vergleich mit früheren Untersuchungen. Im Auftrag des Gewässerschutzamtes des Kantons Bern. 85 S. und Dokumentation der Untersuchungsstellen.

AquaPlus (2001). Kieselalgenflora und Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität sowie der Standortgerechtigkeit an 87 Fließgewässerstellen des Kantons Bern. Im Auftrag des Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern.

Bangeter, B. (1992). Gewässerverschmutzung in der Langeten. GSA, Bern, 15 S.

Binggeli, V. & Leibundgut, C. (1984). Kulturlandschaftswandel und Grundwasserprobleme in einem Bewässerungsgebiet des Mittellandes. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern N. F. 41: 47-64.

Biologie-Daten zur Langeten (2001). Wasserwirbellose Fischereiinspektorat, Diatomeen-Analysen März/Sept. 2000, Gütezustand Langeten 1985. Zusammenstellung von Känel, GBL, Bern.

Fliessgewässer und Seen 1993/94 (1995). Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern, Gewässer- und Bodenschutzlabor, Juni 1995

Kaderli, S. (1991). Bericht zum Einfluss des ARA Auslaufs Rohrbach auf die Wasserqualität und die Fisch- und Nährtierbestände in der Langeten. Kantonale Jagd-, Fischerei- und Naturschutzaufsicht, Bern

Ochsenbein, U. (1991). Wasserqualität der Langeten 1983 – 1991 chemisch-physikalische Untersuchungen. GBL, Bern, 18 S.

Organisch-chemische und toxikologische Untersuchungen im Gebiet der Langeten von Dez. 94 bis April 95, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern

Protokolle der 1. bis 11. Langeten-Sitzung (1994 – 2002), GBL, Bern

Schipper, J. (1991). Beeinträchtigung der Wirbellosenfauna eines Forellengewässers durch die Einleitung von Abwasser, Praktikumsarbeit Jürgen Schipper, Fachhochschule Giessen, Juli / August 1991, Leitung Dr. A. Kirchhofer, Zoologisches Institut der Universität Bern, Bern, 13 S.

- VOKOS (1996). Bericht für die ARA – Region Lotzwil. Bau-Verkehrs- und Energiedirektion des Kanton Bern, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Bern
- VOKOS (1997). Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung. Bau-Verkehrs- und Energiedirektion des Kanton Bern, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA), Bern, 167 S.
- Von Känel, A. (1991). Gütezustand der Langeten Frühjahr und Herbst 1985 anhand der Biozönosen-Zusammensetzung. Gewässer- und Bodenschutzlabore des Kantons Bern, Bern
- Von Känel (1993). Mikroskopische Begutachtung von Langeten-Bewuchs zwischen Rohrbach und Lindenholz vom 4. März 1993. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, 8 S.
- Von Känel (1998). Biologische Begutachtung von Einläufen in die Langete zwischen Wystäge und Lindenholz vom 26.2.98. Fachbericht 98/1 Biologische Fließgewässer. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, 7 S.
- Würsch (1992). Bestimmung von Permethrin in Abwasserproben der Region Huttwil (Untersuchungsbericht Nr. 139/92). GBL, Bern, 8 S.
- Würsch (1993). Permethrin-Untersuchungen im Zusammenhang mit einer Gewässerverschmutzung in der Langeten. GSA, GBL, Bern, 7 S.

6.1.6 Schwermetalluntersuchungen

- Burkhardt-Holm, P., Bernet, D. & Hogstrand, C. (1999). Increase of metallothionein-immunopositive chloride cells in the gills of brown trout and rainbow trout after exposure to sewage treatment plant effluents. *The Histochemical Journal* 31: 339-346
- Langeten-Untersuchung vom 30.8.94. GSA, Bern
- Langeten-Untersuchung II (1995). GSA, Bern
- Protokolle der 1. bis 11. Langeten-Sitzung (1994 – 2002), GBL, Bern

6.1.7 Sedimenttoxizität

- Ecoconseil (1996a). Ecotoxicité associée aux sédiments de La Langete. Rapport d'analyses, Avril 1996
- Ecoconseil (1996b). Ecotoxicité associée aux sédiments de La Langete. Deuxième campagne. Rapport d'analyses, Juillet 1996
- Ecoconseil (1996c). Ecotoxicité associée aux sédiments de La Langete. Troisième et quatrième campagnes. Rapport d'analyses, Octobre 1996

Ecoconseil (1997). Ecotoxicité des sédiments de rivières du canton de Berne. Campagne 1997. Rapport d'analyses, Décembre 1997

Soluval, S. (1998). Ecotoxicité associée aux sédiments de La Langete. Automne 1998 – Sédiments de trappes. Rapport d'analyses, Décembre 1998

Soluval, S. (1999). Ecotoxicité associée aux sédiments de La Langete. Printemps 1999 – Sédiments de trappes. Rapport d'analyses, Juillet 1999

6.1.8 Kläranlagen

Bernet, D. (2002). Biomonitoring in Fliessgewässern des Kantons Bern. Synthesebericht, Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Bern, 54 S.

Bangeter, B. (1991). Gewässerverschmutzung in der Langeten. Fischfreie Strecke unterhalb Auslauf der ARA Region Huttwil. Sitzung GSA, Bern

Bangeter, B. (1992). Gewässerverschmutzung in der Langeten. GSA, Bern, 15 S.

Datenblätter ARA Huttwil, ARA Lotzwil, 1998 –2001, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern, bearbeitet von Dr. B. Bangeter

Ecoconseil (1997). Evaluation de l'ecotoxicité chronique des eaux de La Langete et d'effluents de stations d'épuration. Rapport d'analyses, Décembre 1997

Hollert, H., Pawlowski, S. & Braunbeck, T. (2000): Ökotoxikologische Belastung von Abwasserproben aus dem Kanton Bern / Schweiz. Zoologisches Institut der Universität Heidelberg. Arbeitsgruppe Ökotoxikologie, Heidelberg, 80 S.

Sägesser, M. & Ochsenbein, U. (2000): Biomonitoring organische Schadstoffe. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern

6.1.9 Altlasten

Altlastenkataster, GSA; Bern

Dr. Benkert AG (1999). Voruntersuchung der Altlasten-Verdachtsfläche Altdeponie „Wystäge“ in Ursenbach. Bericht # BE31 vom 30. April 1999, Bätterkinden, 11 S.

Dr. Benkert AG (2000). Bericht über die Überwachung der Altdeponie „Wystäge“ in Ursenbach. Bericht # BE32 vom 16. Mai 2000, Bätterkinden, 21 S.

Dr. Benkert AG (2002). Altdeponie „Wystäge“ Ursenbach: Gasmessungen und Grundwasser-Überwachung. Bericht # BE41 vom 18. April 2002, Bätterkinden, 22 S.

Bürgy, H. (1994). Langeten-Untersuchung vom 30.8.94. Bericht, GSA, 7 S.

6.1.10 Betriebe

Begehungs-Protokoll vom 31. Januar 1995. Gewässerverunreinigung in der Langeten.

Teilnehmer Hr Büchi (Gemeinderat), Hr Widmer (GSA), Hr Gasser (GSA)

Inspektionsbericht vom 3. August 1998, P. Baeriswyl. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft

Langeten-Untersuchung vom 30.8.94, GSA, Bern

Protokolle der 1. bis 11. Langeten-Sitzung (1994 – 2002), GBL, Bern

Von Känel (1998). Biologische Begutachtung von Einläufen in die Langete zwischen Wystäge und Lindenholz vom 26.2.98. Fachbericht 98/1 Biologische Fliessgewässer. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, 7 S.

6.1.11 Fischbestand

Kaderli, S. (1991). Bericht zum Einfluss des ARA Auslaufs Rohrbach auf die Wasserqualität und die Fisch- und Nährtierbestände in der Langeten. Kantonale Jagd-, Fischerei- und Naturschutzaufsicht, Bern, unveröffentlicht

Abfischungsprotokolle Fischereiinspektorat Bern

Abfischungsprotokolle M. Flück

Protokolle der 1. bis 11. Langeten-Sitzung (1994 – 2002), GBL, Bern

6.1.12 Fischgesundheit

Aqua-Sana (2002). Zwischenbericht „Projekt Schwarze Forellen“ im Auftrag der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG). EAWAG Bestell-Nr. 2001-1221

Bernet, D. (2000). Einfluss von Kläranlagen auf den Gesundheitszustand von Bachforellen
Synthesebericht zum Projekt "Einfluss von Kläranlagen auf Fischbestände und Bachforelleneier" (Escher, 1999: BUWAL Mitteilungen zur Fischerei Nr. 61) unter Berücksichtigung histologischer Leber- und Gonadenuntersuchungen sowie Vitellogeninmessungen, Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin

Bernet, D. (2002). Biomonitoring in Fliessgewässern des Kantons Bern. Synthesebericht. Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Bern, 54 S.

Burkhardt-Holm, P., Ochsenbein, A., Pugovkin, D. & Wahli, T. (1999b). Untersuchung männlicher Bachforellen auf das Vorhandensein von Vitellogenin (östrogensensitive Reaktion) sowie von histologischen Veränderungen in der Leber. Teil B: Untersuchung von histologischen Veränderungen in der Leber. Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Bern

- Escher, M. (1999). Einfluss von Abwassereinleitungen aus Kläranlagen auf Fischbestände und Bachforelleneier. BUWAL; Mitteilungen zur Fischerei Nr. 61, 201 S.
- Schmidt, H. (1998). Wirkung von Umwelteinflüssen auf Bachforellen (*Salmo trutta fario*) und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*). Evaluation verschiedener Biomarker in Freiland und Labor. Inaugural-Dissertation, Bern, 56 S.
- Schmidt, H., Bernet, D., Wahli, T., Meier, W. & Burkhardt-Holm, P. (1999). Active biomonitoring with brown trout (*Salmo trutta*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in diluted sewage plant effluents. *Journal of Fish Biology*, 54: 585-596.
- Schmidt-Posthaus, H., Bernet, D. & Wahli, T. (2000). Biomonitoring in Fliessgewässern des Kantons Bern – Teilprojekt: Passives Monitoring an Bachforellen. Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Bern, 76 S.
- Schmidt-Posthaus, H., Bernet, D., Wahli, T. & Burkhardt-Holm, P. (2001). Morphological organ alterations and infectious diseases in brown trout (*Salmo trutta*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to polluted river water. *Diseases of Aquatic Organisms*, 44: 161-170.

Untersuchungsprotokolle der Fischuntersuchungsstelle

6.1.13 Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen

Auszüge aus dem Brutbuch, Fischereiverein Burgdorf, Emme

Büsser, P. (2000). Fortpflanzungserfolg bei Bachforellen. Untersuchungen zur Naturverlaichung in Birse, Emme, Langete, Urtene, Aare, Suze, Chise, Gürbe und Chirel vom Winter 1996/97 und 1997/98. Bern

Schmidt-Posthaus, H., Bernet, D., Wahli, T. & Burkhardt-Holm, P. Effects of waste and river water on hatching success and embryo viability of brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Fish Biology*, eingereicht.

6.1.14 Vergleich Langeten / Rot

Schmidt-Posthaus, H., Bernet, D. & Wahli, T. (2000): Biomonitoring in Fliessgewässern des Kantons Bern – Teilprojekt: Passives Monitoring an Bachforellen. Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin, Bern, 76 S.

6.1.15 Empfohlene weitere Untersuchungen

Schälchli, U. (2002): Kolmation. Methoden zur Erkennung und Bewertung, 24 S.

6.2 Sonstige Literatur

- Baccini, P., Berg, M., Bundi, U., Gujer, W., Kerr, A., Müller, R., Reichert, P., Schweizer, H.U., Stumm, W., Wehrli, B. & Zobrist, J. (1990). Stickstoff in Wasser und Luft. Implikationen für den Gewässerschutz. *Mitteilungen der EAWAG* 30: 1-43
- Bernet, D., Schmidt, H., Meier, W., Burkhardt-Holm, P. & Wahli, T. (1999). Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. *Journal of Fish Diseases* 22: 24-35
- Blohm, H.-P. & Borchhardt, D. (1989). Stossartige Belastungen in Fließgewässern, DVWK Schriften, 88: 211-271
- Canning, E.U., Tops, S., Curry, A., Wood, T.S. & Okamura, B. (2002). Ecology, development and pathogenicity of *Buddenbrockia plumatellae* Schröder, 1910 (Myxozoa, Malacosporea) (syn. *Tetracapsula bryozoides*) and establishment of *Tetracapsuloides* n. gen. for *Tetracapsula bryosalmonae*. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 49(4): 280-295.
- Fent, K. (1998). Ökotoxikologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- Fischer-Scherl, T., Veaser, A., Hoffmann, R.W., Kuhnhauser, C., Negele, R.D., Ewringmann, T. (1991): Morphological effects of acute and chronic atrazine exposure in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 20(4): 454-461.
- Gay, M., Okamura, B. & de Kinkelin, P. (2001). Evidence that infectious stages of *Tetracapsula bryosalmonae* for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, are present throughout the year. *Diseases of Aquatic Organisms*, 46: 31-40.
- Gerecke, A., Müller, S., Singer, H., Schärer, M., Schwarzenbach, R., Sägesser, M., Ochsenbein, U. & Popow, G. (2001): Pestizide in Oberflächengewässern. *Gas- Wasser- Abwasser (gwa)*, 3: 173-181
- Harries, J.E., Sheahan, D.A., Jobling, S., Matthiessen, P., Neall, P., Sumpter, J.P., Tylor, T., Zaman, N. (1997). Estrogenic activity in five United Kingdom rivers detected by measurement of vitellogenesis in caged male trout. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16: 534-542.
- Harris, C.A., Santos, E.M., Janbakhsh, A., Pottinger, T.G., Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (2001): Nonylphenol affects gonadotropin levels in the pituitary gland and plasma of female rainbow trout. *Environmental Science and Technology* 35(14): 2909-2916.
- Jakob, A., Liechti, P. & Schädler, B. (1996). Temperatur in Schweizer Gewässern – Quo vadis? *GWA*, 4: 288-294

- Jobling, S., Sheahan, D., Osborne, J.A., Matthiessen, P., Sumpter, J.P. (1996). Inhibition of testicular growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to estrogenic alkylphenolic chemicals. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15 (2): 194-202.
- Khan, R.A. & Thulin, J. (1991). Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology*, 30: 201-238.
- Küttel, S., Peter, A. & Wüest, A. (2002). Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône Revitalisierung. Publikation Nummer 1.
- Laurent P. & Perry S. F. (1991). Environmental effects on fish gill morphology. *Physiological Zoology*, 64: 4-25
- Mazik, P. M., Hinman, M. L., Winkelmann, D. A., Klaine, S. J., Simco, B. A. & Parker N.C. (1991). Influence of nitrite and chloride concentrations on survival and hematological profiles of striped bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120: 247-254
- Michael, M. I., Hilmy, A. M., El-Domiaty, N. A. & Wershana, K. (1987). Serum transaminases activity and histopathological changes in *Clarias lazera* chronically exposed to nitrite. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 86: 255-262
- Müller, D. (2000). Toxizität von Fließgewässer-Sedimenten. Untersuchungen von Sedimentextrakten mittels Gaschromatographie / Massenspektrometrie und bioassay – dirigierter Fraktionierung. Diplomarbeit der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern, 111 S.
- Oulmi, Y., Negele, R.D., Braunbeck, T. (1995): Segment specificity of the cytological response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) renal tubules following prolonged exposure to sublethal concentrations of atrazine. *Ecotoxicological Environmental Safety* 32(1): 39-50.
- Poulin, R. (1992). Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitology Today*, 8(2): 58-60.
- Purdom, C.E., Hardiman, P.A., Bye, V.J., Eno, N.C., Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (1994). Estrogenic effects of effluents from sewage treatment works. *Chemistry and Ecology*, 8: 275-285.
- Schwaiger, J., Spieser, O.H., Bauer, C., Ferling, H., Mallow, U., Kalbfus, W., Negele, R.D. (2000): Chronic toxicity of nonylphenol and ethinylestradiol: haematological and histological effects in juvenile Common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Toxicology* 51(1):69-78.
- Sherry, J., Gamble, A., Fielden, M., Hodson, P., Burnison, B. & Solomon, K. (1999). An ELISA for brown trout (*Salmo trutta*) vitellogenin and its use in bioassays for environmental estrogens. *Science of the Total Environment*, 225: 13-31

- Svenson, A., Viktor, T. & Remberger, M. (1998). Toxicity of elemental sulfur in sediments. *Environmental Toxicology and Water Quality*, 13(3): 217-224
- Vethaak, A.D., Rijs, G.B.I., Schrap, S.M., Ruiten, H., Gerritsen, A. & Lahr, J. (2002). Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, Potency and Biological Effects. RIZA/RIKZ-report no. 2002.001.
- Yokota, H., Seki, M., Maeda, M., Oshima, Y., Tadokoro, H., Honjo, T., Kobayashi, K. (2001): Life-cycle toxicity of 4-nonylphenol to medaka (*Oryzias latipes*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 20(11): 2552-2560.