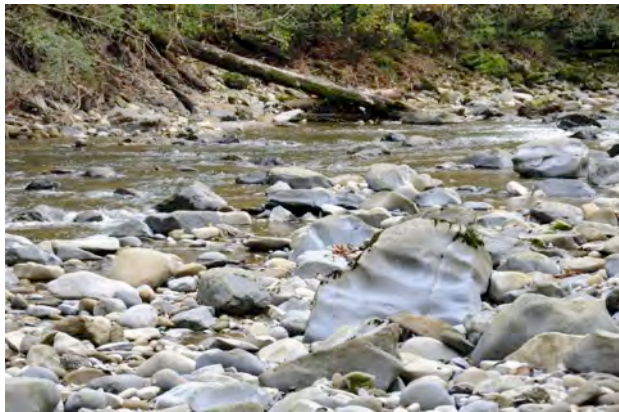


**Sitterkommission – Arbeitsgruppe Sitter  
Fischereibiologische Detailstudie 2010**



**Bericht über die in den Jahren 2010 und 2011  
durchgeführten Untersuchungen**

Februar 2012



**Auftraggeber:** Amt für Natur, Jagd und Fischerei (ANJF) St. Gallen  
Davidstr. 35  
9001 St. Gallen

**Bearbeitung:** HYDRA AG  
Lukasstr. 29  
9008 St. Gallen  
Andreas Becker, Stefan Werner, Peter Rey  
[www.hydra-institute.com](http://www.hydra-institute.com)

**Mitwirkende:** Roland Riederer, Christof Birrer (ANJF St. Gallen)  
Roman Kistler, Markus Grünenfelder (Jagd- und Fischereiverwaltung Thurgau)  
Alfred Moser (Jagd- und Fischereiverwaltung Appenzell Innerrhoden)  
Claudio Maggio (Fischereiverwaltung Appenzell Ausserrhoden)

HYDRA-Team:

Andreas Becker, Stefan Werner, John Hesselschwerdt, Peter Rey, Katarina Varga,  
Uta Mürle, Johannes Ortlepp, Alfred Sulger, David Gustav, Isabell Seier,  
Mara Ellenberger, Simone Schroff

# Inhalt

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>9</b>
1.1 Ausgangssituation und Fragestellung.....	9
1.2 Auftrag und Zeitplan.....	9
1.3 Kurzcharakterisierung der Sitter .....	10
<b>2 Untersuchungen und Methoden.....</b>	<b>12</b>
2.1 Auswahl der Probestellen .....	12
2.2 Probenahmezeitpunkte .....	13
2.3 Befischungen .....	13
2.4 Fischereiliche Bewirtschaftung .....	16
2.5 Makrozoobenthos-Erhebungen.....	16
2.6 Bonitierung.....	16
2.7 Beurteilung der Gewässerdurchgängigkeit.....	17
2.8 Temperaturdaten .....	17
2.9 Ergänzende Informationen.....	18
<b>3 Basisinformationen .....</b>	<b>19</b>
3.1 Zonierung der Sitter und fischzönotische Referenzen .....	19
3.2 Fischbesiedlung und Bewirtschaftung der letzten 20 Jahren.....	23
3.3 Wasserqualität .....	31
3.4 Wassertemperatur .....	31
3.5 Hydrologische Beeinträchtigungen .....	34
3.6 Ökomorphologie und Durchgängigkeit.....	36
<b>4 Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>39</b>
4.1 Befischungsergebnisse.....	39

4.2	Makrozoobenthos-Beprobungen.....	61
4.3	Bonitierung.....	64
4.4	Überprüfung von Wanderhindernissen .....	67
4.5	Beobachtungen zu Schwall und Sunk .....	72
<b>5</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>79</b>
5.1	Einschätzung des fischbiologischen Zustands .....	79
5.2	Entwicklungstrends .....	82
5.3	Fischdurchgängigkeit.....	83
5.4	Direkte und indirekte Folgen des Kraftwerkbetriebs .....	85
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>88</b>
6.1	Fischereibiologisch entscheidende Probleme.....	88
6.2	Abklärungs- und Handlungsbedarf .....	91
<b>7</b>	<b>Quellen und Grundlagen .....</b>	<b>94</b>
<b>8</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>97</b>
8.1	Detaillkarten für die Probebereiche .....	97
8.2	Fangzahlen bei den Befischungen.....	102
8.3	Berücksichtigte Temperaturdaten des BAFU.....	103
8.4	Abschätzung des Bonitätsfaktors nach AQUARIUS (1995).....	108
8.5	Erläuterungen zur Methode Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004) .....	109

## Zusammenfassung

### Ausgangssituation, Fragestellung und Untersuchungen

Die Sitterkommission hat im Bericht zur Sitter im Jahr 2000 den Zustand der Sitter und die verschiedenen Nutzungen beschrieben und den Handlungsbedarf aufgezeigt. Die kantonalen Fachstellen für Gewässerschutz, Fischerei und Wasserbau der Sitterkantone (Thurgau, St. Gallen, Appenzell Ausserrhoden und Appenzell Innerrhoden) haben in der Folge verschiedene Massnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Sitter eingeleitet oder umgesetzt. So wurden beispielsweise durch Massnahmen bei den Abwasserreinigungsanlagen die Wasserqualität verbessert, die Durchgängigkeit für Fische an einigen Wehren sicher gestellt und die Kiesentnahmen reduziert. Um die Auswirkungen dieser Anstrengungen auf die Fischfauna, deren heutigen Zustand und die verbleibenden Defizite zu untersuchen, hat die Kommission die vorliegende fischereibiologische Detailstudie beauftragt.

Die Sitter lässt sich in drei fischzönotische Abschnitte aufteilen: den Oberlauf bis zum natürlichen Wasserfall "In der Schwanteren" zwischen Appenzell und Haslen (obere Forellenregion), den Mittellauf bis zur Mündung der Urnäsch (untere Forellenregion) und den Unterlauf ab der Urnäsch-Mündung bis zur Mündung in die Thur (Äschenregion). Auf diese Regionen wurden 13 repräsentative Befischungstrecken festgelegt. Mittels Elektrofischerei wurde die Grössen- und Altersverteilung sowie der Gesundheitszustand der Fische ermittelt.

Weitere Abklärungen:

- Sichtung und Einarbeitung vorhandener Daten zum ökologischen Zustand der Sitter in die neue Studie;
- Erfassung der Biomassen von Fischnährtieren; Bonitierung;
- Kontrolle der Fischdurchgängigkeit an ausgewählten Bachabschnitten und Wehranlagen;
- Beobachtung und Dokumentation von Restwasser- sowie von Schwall-Sunk-Effekten.

### Wichtige Ergebnisse

Im obersten Abschnitt der Sitter leben gewässertypische und auch meist individuenreiche Bachforellen- und Groppenpopulationen (S1). Die Fischbiozönosen im mittleren und unteren Verlauf der Sitter (S-2 bis S13) sind dagegen deutlich gestört:

- Die Artendiversität in der Fischfauna ist an mehreren Bachabschnitten auffällig gering;
- Die Leitfischarten Äsche, Nase und Strömer sowie die typspezifische Art Hasel und einige andere Arten, können sich mittelfristig in Populationsstärke nicht mehr selbst erhalten;

- Fischdichten, Fischbiomassen und die Fischreproduktion sind in der Sitter – mit Ausnahme des obersten Abschnitts – erheblich gestört;
- In der oberen Sitter werden ausschliesslich Bachforellen fischereilich genutzt. In der unteren Sitter machen Barben und Alet den Hauptertrag aus. Der Bachforellenertrag ist hier trotz verhältnismässig hohem Besatzaufwand gering;
- Das Angebot an Fischnährtieren ist gering und stellenweise monoton.

Die folgenden Defizite sind die Hauptursachen für diese schlechte fischereibiologische Situation:

- Die Fischbiozöosen der unteren Sitter haben sich seit einem Giftunfall in 1995 nicht mehr erholt;
- Der Individuen- und Artenaustausch zwischen Thur und Sitter ist am Wehr Sittermühle unterbunden;
- Die teilweise prekäre Restwassersituation im mittleren Sitterabschnitt verhindert die Etablierung gesunder, selbstverlaichender Bachforellenpopulationen;
- Das Schwallregime unterhalb der Urnäschmündung wirkt sich trotz der bereits verlangsamten Anpassung der Wassermengen bei Beginn und Ende des Schwall noch immer negativ auf die Fischlebensräume und gewässerbiologischen Prozesse aus (Feinstoffmobilisierung, Kolmation, direkte und indirekte Schädigungen, usw.).

### Handlungsbedarf

- Anpassung der Dotierwassermengen an den tatsächlichen Restwasserbedarf im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben;
- Anpassung der Schwallanstiegs- und Sunkgeschwindigkeiten auf ein ökologisch akzeptierbares Niveau;
- Herstellung der uneingeschränkten Fischgängigkeit an den Wehren der Kraftwerke Sitterdorf, Erlenholz und List sowie weiterer Querbauwerke in der Sitter (z.B. oberhalb Mettlen);
- Erstellung einer fischgängigen Verbindung zwischen Thur und Sitter (Umgehung des Wehrs Sittermühle).

## Abklärungsbedarf

Aufgrund der noch immer verbleibenden Wissenslücken besteht für die Sitter noch folgender Abklärungsbedarf:

- Kontrolle der Einhaltung der festgesetzten Dotierwassermengen und Ermittlung der Auswirkungen erhöhter Dotierwassermengen für die betroffenen Restwasserstrecken durch geeignete Dotierversuche.
- Überprüfung der Schwallanstiegs- und Sunkgeschwindigkeiten der Kraftwerke bzw. der Auswirkungen untenliegender Wehre auf das Schwall-Sunk-Verhalten, Ermittlung einer ökologisch akzeptierbaren Schwallanstiegs- und Sunkgeschwindigkeit durch die Untersuchung verschiedener Schwall-Sunk-Szenarien und Erarbeiten von Verbesserungsvorschlägen.
- Überprüfen der Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegshilfen und Erarbeiten von Verbesserungsvorschlägen.
- Lokalisierung eines geeigneten Talweges für die Planung eines Umgehungsgewässers (Thur <> Sitter) im Raum Bischofszell.

Desweiteren besteht mittelfristig die Notwendigkeit, die Ergebnisse dieser und früherer Studien mit den Anforderungen des novellierten Gewässerschutzgesetzes sowie der sich hierzu in Arbeit befindlichen Vollzugshilfen (Revitalisierung, Sanierung Schwall-Sunk) abzugleichen. Möglicherweise ergibt sich auch hieraus noch weiterer Abklärungsbedarf.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation und Fragestellung

In den letzten Jahren wurden verschiedene Massnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Sitter durchgeführt. Diese Massnahmen betrafen die Wasserqualität, die Gewässerdurchgängigkeit und den Geschiebehalt.

Eine koordinierte fischereibiologische Detailstudie soll nun zum einen die Effekte dieser Anstrengungen dokumentieren und zum anderen aufzeigen, welche Massnahmen für weitere Verbesserungen sinnvoll sind.

Folgende Fragestellungen wurden dabei verfolgt, einige davon gingen über den eigentlichen Auftragsinhalt hinaus:

- Beschreibung des fischbiologischen Zustands.
- Beschreibung des Nährtierangebots (Makrozoobenthos-Besiedlung)
- Überprüfung bestehender Aufstiegshilfen.
- Diskussion einer Anbindung an die Thur.
- Beurteilungen
  - von Auswirkungen des Schwall-/Sunkregimes des KW Kubel,
  - der Auswirkungen der Restwasserproblematik,
  - von Temperatureinflüssen,
  - der durchgeführten Massnahmen auf die Fischpopulation.

## 1.2 Auftrag und Zeitplan

Am 27. August 2010 wurde die HYDRA AG durch Roland Riederer (ANJF St. Gallen) als Vertreter der Sitterkommission mit der Durchführung der Untersuchung beauftragt.

Folgender Zeitplan wurde vereinbart:

- Durchführung der Befischungen im Herbst 2010.
- Durchführung der Benthos-Probenahmen im August/September 2010 und im Mai/Juni 2011.
- Vorstellung des Berichtsentwurfs im Sommer 2011, innerhalb von zwei Monaten nach der letzten Probenahme.

- Vorstellung des definitiven Berichtes im Herbst 2011.

Dieser Zeitplan konnte nicht vollständig eingehalten werden, da die Begehung der Restwasserstrecke unterhalb des Stauwehres List und damit die Überprüfung der Durchwanderbarkeit zu Niederabflusszeiten erst ab August 2011 durchgeführt werden konnte. Dies war zu einem früheren Zeitpunkt nicht möglich, da die Abfluss-/Wetterbedingungen sich nicht mit der Verfügbarkeit entsprechenden Fachpersonals vereinbaren liessen.

### 1.3 Kurzcharakterisierung der Sitter

Die Sitter entsteht durch den Zusammenfluss von Wissbach und Schwendibach bei Weissbad auf ca. 810 m Höhe (üNN). Zusammen mit dem Brühlbach, der ca. 550 m oberhalb in den Schwendibach mündet, zählen diese beiden Bäche zu den Quellbächen der Sitter, die allesamt im Alpstein entspringen. Im weiteren Verlauf sind der Rotbach (Mündung bei km 34,62) und die Urnäsch (Mündung bei km 31,02) die bedeutendsten Zuflüsse.

Im Oberlauf durchfliesst die Sitter die Kantone Appenzell Innerrhoden, Appenzell Ausserrhoden und St. Gallen. Nach 48,5 km Fliessstrecke ([www.geoportal.ch](http://www.geoportal.ch)) erreicht sie die Kantonsgrenze zwischen St. Gallen und Thurgau, um nach weiteren ca. 8,8 km Fliessstrecke bei Bischofszell auf einer Höhe von ca. 460 m (üNN) in die Thur zu münden. Werden die Quellbäche dazugerechnet hat die Sitter eine Länge von mehr als 70 km.

Ihr Einzugsgebiet weist eine Fläche von ca. 340 km<sup>2</sup> auf. Das Abflussregime weist abschnittsweise Wildbachcharakter auf (Abbildung 1): Abflussspitzen können gegenüber dem Basisabfluss sehr hoch sein, schnell auflaufen und in der Regel aber auch schnell wieder abklingen.

Der Verlauf der Sitter entspricht auch heute noch weitgehend ihrem historischen und natürlichen Verlauf. Im oberen Bereich bis etwa zur Urnäschmündung sind die Gewässerstrukturen der Sitter nahezu unbeeinflusst. Im Unterlauf nimmt die Gewässerbreitenvariabilität und mit ihr die Lebensraumvielfalt im und am Gewässer ab (Abbildung 2). Harte Uferverbauung kommt allerdings nur innerhalb kurzer Teilstrecken (v.a. in Siedlungsnähe) vor.

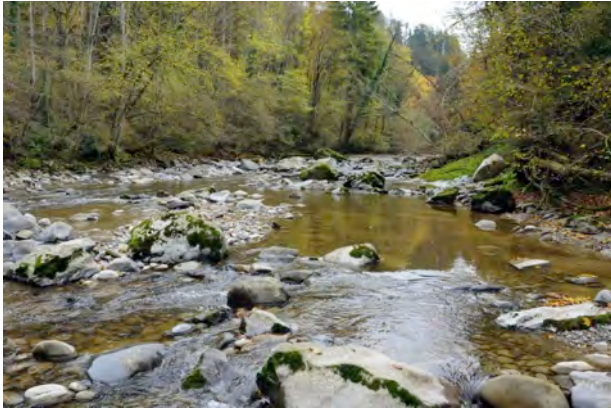


Abbildung 1: Sitter im Bereich der Probestelle oberhalb des KW Kubel (S-4).



Abbildung 2: Sitter im Bereich der Probestelle bei St. Gallen-Au (S-5).

Beeinträchtigungen sind demzufolge kaum struktureller Art, sie treten vor allem durch Wasserkraftnutzungen auf: Restwasserstrecken, Schwall-/Sunkbetrieb, Staubereiche und Querverbauungen als Wanderhindernisse beeinflussen die Fischbesiedlung der Sitter direkt oder indirekt (z. B. über Geschiebebeeinflussung). Möglicherweise haben auch Einleitungen besonders von ARAs zumindest lokale Effekte auf Fische.

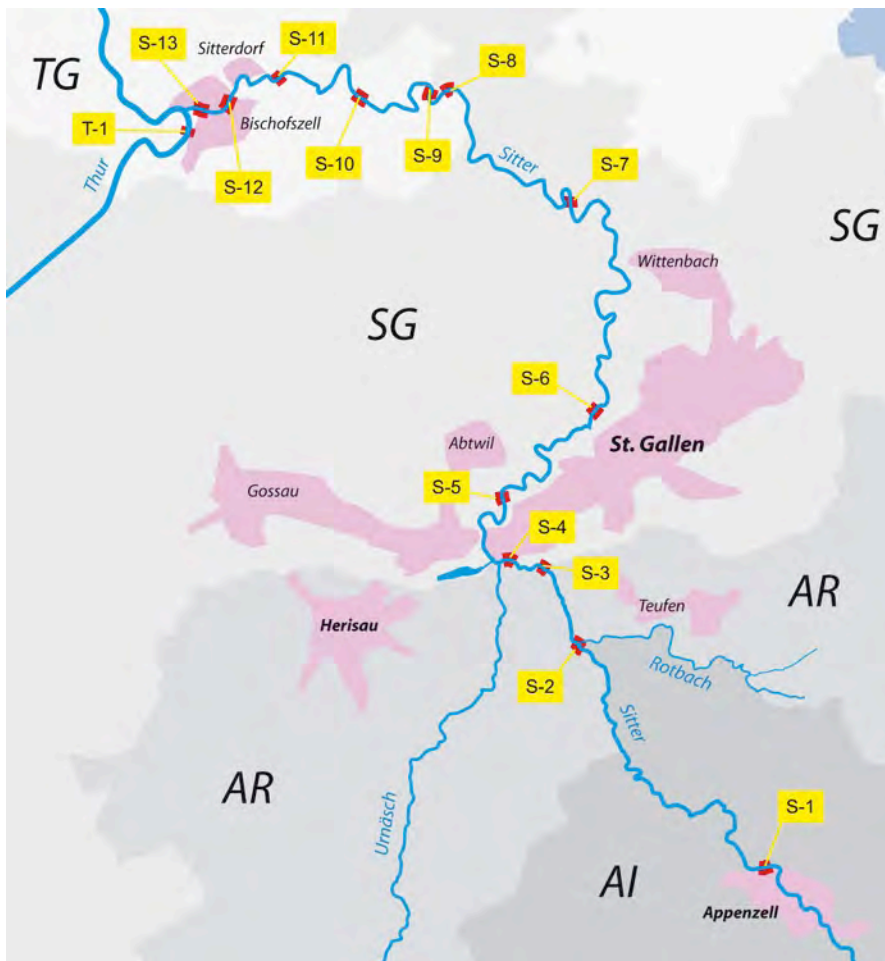


Abbildung 3: Übersichtskarte zum Verlauf der Sitter und den Probestbereichen.

## 2 Untersuchungen und Methoden

### 2.1 Auswahl der Probestellen

Die Probestellen waren durch den Auftraggeber und das von ihm verfasste Pflichtenheft weitestgehend vorgegeben. Die Auswahl der Befischungstrecken und der Stellen für die Makrozoobenthosprobenahmen innerhalb dieser Bereiche wurde durch uns in Zusammenarbeit mit dem zuständigen kantonalen Fischereiaufseher festgelegt. Tabelle 1 stellt die untersuchten Probestellen zusammen. Die Lage dieser Probestellen kann Abbildung 3 entnommen werden.

Tabelle 1: Zusammenfassung der in vorliegender Arbeit untersuchten Probestellen und Zuordnung zu fischzönotischen Abschnitten und Bereichen unterschiedlicher hydrologischer Beeinflussung. (Kantonzugehörigkeit der Strecken: S-1: Appenzell Innerrhoden; S-2: Appenzell Ausserrhoden; S-3 & S-4: jeweils zu gleichen Teilen Appenzell Ausserrhoden & St. Gallen; S-5 bis S-7: St. Gallen; S-8: jeweils zu gleichen Teilen St. Gallen & Thurgau; S-9 bis S-13 & T-1: Thurgau)

Probestelle	Ortsangabe	Fischzönotischer Abschnitt	Hydrologische Beeinflussung	Koordinaten (CH_03) Bereichseingrenzung
S-1	Ortsgebiet Mettlen	Forellenregion (Abschnitt 1)	Schwall/Sunk (gering)	ca. E 748591 / N 244592 bis ca. E 748631 / N 244594
S-2	Bereich Rotbachmündung	Forellenregion (Abschnitt 2)	Restwasser	ca. E 744238 / N 249859 bis ca. E 744648 / N 249525
S-3	Bereich Zweibruggen	Forellenregion (Abschnitt 2)	Restwasser	ca. E 743307 / N 251630 bis ca. E 743492 / N 251612
S-4	Bereich KW Kubel, oberhalb Urnäschründung	Forellenregion (Abschnitt 2)	Restwasser	ca. E 742559 / N 251672 bis ca. E 742711 / N 251718
S-5	Bereich St. Gallen-Au	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 742530 / N 253340 bis ca. E 742599 / N 253101
S-6	Bereich St. Gallen-Hätteren	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 744882 / N 255417 bis ca. E 744693 / N 255179
S-7	Bereich Wittenbach-Wannenbrugg	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 744172 / N 260101 bis ca. E 744206 / N 259887
S-8	Bereich Häggenschwil/Lemisau	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 741204 / N 262717 bis ca. E 741102 / N 262602
S-9	Bereich Lemisau	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 740917 / N 262840 bis ca. E 740867 / N 262610
S-10	Bereich Tobelmüli	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 739098 / N 262680 bis ca. E 739275 / N 262559
S-11	Bereich Eberswil	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 737453 / N 263136 bis ca. E 737653 / N 263183
S-12	Staubereich Bischofszell	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk/Stau	ca. E 735951 / N 262266 bis ca. E 736085 / N 262320
S-13	Bereich Sittersteg Bischofszell	Äschenregion (Abschnitt 3)	Schwall/Sunk	ca. E 735419 / N 262368 bis ca. E 735638 / N 262277
T-1	Thur oberhalb Sittermündung		Restwasser (überwiegend)	ca. E 735239 / N 261947 bis ca. E 735171 / N 261667

## 2.2 Probenahmezeitpunkte

Die Befischungen fanden im Herbst 2010 statt. Dabei wurden die Probereiche, in denen Rücksicht auf die Laichzeit der Bachforellen genommen werden musste, vor Ende Oktober befischt. Die von Cypriniden dominierten Probereiche wurden dagegen auch noch bis Ende November befischt (**Tabelle 2**).

Fischnährtier- (Makrozoobenthos-) Beprobungen wurden jeweils zweimal zu unterschiedlichen Jahreszeiten durchgeführt: im Herbst 2010 und im April 2011. In **Tabelle 2** sind die genauen Probenahmezeitpunkte zusammengestellt.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Probenahmeterminale.

Probe- stelle	Ortsangabe	Datum der Befischung	Datum der Fischnährtier- Erhebungen
S-1	Ortsgebiet Mettlen	09.10.2010*	24.09.2010 / 27.04.2011
S-2	Bereich Rotbachmündung	22.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-3	Bereich Zweibruggen	18.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-4	Bereich KW Kubel, oh. Urnäschründung	19.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-5	Bereich St. Gallen-Au	19.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-6	Bereich St. Gallen-Hätteren	23.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-7	Bereich Wittenbach-Wannenbrugg	23.10.2010	24.09.2010 / 27.04.2011
S-8	Bereich Häggenschwil/Lemisau	23.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011
S-9	Bereich Lemisau	23.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011
S-10	Bereich Tobelmüli	24.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011
S-11	Bereich Eberswil	24.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011
S-12	Staubereich Bischofszell	26.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011
S-13	Bereich Sittersteg Bischofszell	25.11.2010	01.12.2010 / 27.04.2011
T-1	Thur oberhalb Sittermündung	25.11.2010	01.12.2010 / 28.04.2011

\*: durch Alfred Moser, kantonaler Fischereiaufseher Appenzell Innerrhoden, durchgeführt.

## 2.3 Befischungen

### 2.3.1 Eigene Befischungen

Die Befischungen wurden bei geeigneten Bedingungen im Herbst 2010 durchgeführt. Entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten wurden Elektrofischereigeräte mit Leistungen von 1,2 bis 8 kW eingesetzt. In der Regel wurde mit zwei Anoden gefischt, in wenigen Fällen auch nur mit einer.

Für sämtliche Befischungsstrecken wurden die Koordinaten des Startpunkts, die Länge, die befischte Breite und die mittlere Gewässerbreite festgehalten. Weiterhin wurden sämtliche befischten Strecken fotografisch dokumentiert.

Sofern die Gewässerbreite eine vollständige Befischung mittels zweier Anoden ermöglichte, wurden die ausgewählten Strecken am oberen Ende mit einer Elektrosperre abgesperrt und in mehreren Durchgängen mit Zwischenhälterung gefangener Fische befischt. Dadurch konnten für diese Probestellen (S-1 bis S-4) Anhaltspunkte für die Fangeffektivität berechnet und darauf basierend Bestandsdichten abgeschätzt werden.



Abbildung 4: Oberhalb von St. Gallen wurde die Sitter über die gesamte Gerinnebreite befischt.



Abbildung 5: Bei gerinnebreiter Befischung und mehreren Befischungsdurchgängen wurde am oberen Streckenende eine Elektrosperre installiert.

Bei den restlichen Probestellen war die Sitter (bzw. die Thur) zu breit, als dass die gesamte Gewässerbreite mittels Elektrofischerei befischt werden konnte. Daher wurden an den Probestellen S-5 bis S-13 sowie T-1 mehrere Teilbereiche ohne Absperrung und in einem Durchgang befischt („Streifenbefischung“). In Abhängigkeit von der Habitatdiversität an den jeweiligen Probestellen wurde eine unterschiedliche Anzahl solcher befischter Teilbereiche festgelegt. Auf diese Weise wurde versucht, den an der Probestelle vorhandenen Fischbestand möglichst adäquat zu erfassen. Waren die Teilbereiche bzw. die befischten Strecken ungleich gross, dann wurden zur Darstellung der gesamten Probestellen gewichtete Mittelwerte berechnet. Bestandsdichten wurden für diese Probestellen abgeschätzt, indem die Fangeffektivitäten für die einzelnen Strecken, Fischarten bzw. –größenklassen aufgrund von Sichtbeobachtungen angenommen wurden.

Für sämtliche gefangenen Fische und Krebse (Dekapoden) wurde die Länge mindestens zentimetergenau dokumentiert. Zur Überprüfung der körperlichen Verfassung bzw. Berechnung der Konditionsindices wurden Fische grösser 15 cm in der Regel zudem gewogen. Zur Berechnung von Biomassen wurde das Gewicht sämtlicher nicht gewogener Fische über ermittelte mittlere Konditionsindices bzw. angenommene Konditionsindices berechnet.



Abbildung 6: Wo keine gerinnebreiten Befischungen möglich waren, wurden Teilbereiche in je einem Durchgang befishcht.



Abbildung 7: Im Staubereich bei Bischofszell wurde teilweise auch vom Ufer aus befishcht.



Abbildung 8: Biometrische Dokumentation der gefangenen Fische am Gewässer.



Abbildung 9: Gefangene und dokumentierte Fische wurden in einem Netzkäfig zwischengehåltert.

Die Befischung eines Referenzbereichs in der Thur (T-1) wurde herangezogen, um mögliche Besonderheiten in der Thur in Mündungsnåhe der Sitter aufzudecken. Die Frage einer beidseits fischgångigen Verbindung dieser beiden Gewässer wurde anhand von vorhandenem Expertenwissen über die Thur beurteilt. Auf eine Auswertung entsprechend der Befischungsbereiche in der Sitter wurde verzichtet.

### 2.3.2 Ergångzende Befischungsdaten

Durch die kantonalen Fachstellen wurden uns weitere Befischungsdaten zur Verfångung gestellt, die zum einen zur Plausibilisierung der eigenen Ergebnisse herangezogen wurden, zum anderen verwendet wurden, um Entwicklungstendenzen in der Fischbesiedlung der Sitter aufzeigen zu können.

## 2.4 Fischereiliche Bewirtschaftung

Zur Einschätzung der fischereilichen Bewirtschaftung erhielten wir Angaben zu Besatz und angelfischereilichem Fang durch die Fachstellen der Kantone Appenzell Innerrhoden, St. Gallen und Thurgau. Aus Appenzell Ausserrhoden wurde uns eine Fangstatistik zur Verfügung gestellt, Besatzdaten liegen der entsprechenden Fachstelle nicht vor.

Diese Daten wiesen allerdings unterschiedliche Qualität und Aktualität auf und konnten daher nicht direkt verglichen werden. Im Rahmen vorliegender Untersuchung wurden sie lediglich herangezogen, um den Faktor fischereiliche Bewirtschaftung für die einzelnen Abschnitte der Sitter grob einschätzen zu können, sowie um Abschätzungen zu fischereilichen Ertragsvermögen zu plausibilisieren.

## 2.5 Makrozoobenthos-Erhebungen

Die Makrozoobenthos-Erhebungen wurden unter einem fischereilich-produktiven Gesichtspunkt durchgeführt, d.h. es sollte die für Fische in den unterschiedlichen Probestellen verfügbare Nährtiermenge (Biomasse) und –qualität ermittelt werden. Hierzu genügte es, die Makrozoobenthosorganismen auf Gruppenniveau zu bestimmen und zu wiegen (Frischgewicht).

Hierzu wurde an jeder Probestelle eine habitatbezogene Mischprobe genommen, die sich aus 5 flächenbezogenen Teilproben zusammengesetzt hat. Jede Probestelle wurde auf diese Weise zweimal beprobt: einmal im Herbst 2010 und einmal im April 2011.

## 2.6 Bonitierung

Für die Bonitierung, also die Abschätzung des fischereilichen Ertragsvermögens von Fließgewässern, gibt es mehrere unterschiedliche Ansätze. Als Eingangsgrößen benötigen alle Modelle unterschiedliche fischökologische Parameter sowie als wichtigen Faktor zumeist auch die Qualität und Quantität der Fischnährtiere. Bei näherer Betrachtung haben sich Bonitierungs-Modelle allerdings in vielen Fällen als fehlerhaft erwiesen (AQUARIUS, 1995).

Für Fließgewässer des Kantons Bern hat sich ein durch Aquarius abgewandeltes Modell von ROTH (1985) als am zuverlässigsten erwiesen (AQUARIUS, 1995). In der vorliegenden Arbeit wurde dieses Modell herangezogen und die so ermittelten Ergebnisse einer Plausibilisierung durch Experteneinschätzung für die verschiedenen fischzönotischen Abschnitte der Sitter unter Berücksichtigung folgender Gesichtspunkte unterzogen:

1. Abgeschätzte Fischbiomasse
2. Fischereiliche Bewirtschaftung (tatsächliche Erträge)

Die Berechnungsformel für das Modell nach Aquarius lautet:

$$JHE = 10 \times B \times k1 \times (k2 \times RQ) \times k3$$

Dabei gilt:

JHE	Jahreshektarertrag in kg
B	Bonitätsfaktor; stuft den Wert eines Fischgewässers hinsichtlich Qualität und Quantität seiner Fischnährtiere ein (1 = arme bis 10 = ausnehmend ertragsreiche Gewässer)
k1	Temperaturkoeffizient (0,75 = Forellengewässer, die im Winter stellenweise zufrieren; 1 = Forellengewässer mit minimalen Temperaturen von 2-4 °C; 1,25 = Seeausflüsse, welche den winterkalten Edelfischgewässern angehören sowie eindeutig winterwarme Edelfischgewässer (T > 4-5 °C); 1,5 = Barben- und Brachsenregion; 2 = Seeausflüsse, die der Brachsenregion angehören)
k2	Lebensraumkoeffizient (0,5 = mässige Raumverhältnisse bis 1,5 = gute Raumverhältnisse)
RQ	Korrekturfaktor für k2 (0,5 = während der meisten Zeit des Jahres ungenügend Wasser vorhanden; 0,8 = während der Fortpflanzungszeit nicht genügend Wasser vorhanden; 0,9 = während 1-2 Monaten ausserhalb der Fortpflanzungszeit nicht genügend Wasser vorhanden; 1 = keine Restwasserstrecke bzw. Restwasserstrecke mit genügend Wasser)
k3	Koeffizient für fischereibiologische Zonierung (1 = Forellen- und Äschenregion; 1,5 = Barbenregion; 2 = Brachsenregion)

## 2.7 Beurteilung der Gewässerdurchgängigkeit

Zur Beurteilung der Gewässerdurchgängigkeit wurden sechs Wehranlagen und mehrere Fliessabschnitte begutachtet. Die Fischaufstiegsanlagen in der Sitter wurden hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit begutachtet.

Darüber hinaus wurde die Restwasserstrecke unterhalb dem Wehr List auf Durchwanderbarkeit hin überprüft. Im oberen Abschnitt der Restwasserstrecke wurden abflussabhängige Hindernisse wie Flachstellen und Abstürze vermessen und dokumentiert. Diese potenziellen Hindernisse wurden dann entsprechend den Anforderungsprofilen für Bachforellen und Groppen (LFU, 2005) bewertet.

## 2.8 Temperaturdaten

Zur Einschätzung des Faktors Wassertemperatur wurden uns durch das Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen Temperaturmesswerte (Mittelwerte über 15-Minuten-Intervalle) zur Verfügung gestellt, die über einen Zeitraum von etwa fünfeinhalb Jahren an der Messstelle Wittenbach aufgenommen wurden.

## 2.9 Ergänzende Informationen

Zur Einschätzung von weiteren vorhandenen Defiziten, gewässerstrukturellen Ausprägungen und von für die Fischökologie relevanten Entwicklungen wurde uns durch die Fachstellen weiteres, umfangreiches Material zur Verfügung gestellt. Dieses Material wurde gesichtet und wird – sofern von Relevanz – ebenfalls in vorliegendem Bericht berücksichtigt.

## 3 Basisinformationen

### 3.1 Zonierung der Sitter und fischzönotische Referenzen

#### 3.1.1 Fischregionen

Der Unterlauf der Sitter wird der Äschenregion zugeordnet (SCHAGER & PETER, 2005a). Diese fischzönotische Einteilung ändert sich oberhalb der Urnäschmündung bei St. Gallen, von wo ab die Sitter in die Forellenregion übergeht (GMÜNDER, 2009). Ab hier aufwärts kommen Bachforellen und Groppen als Leitarten vor. Im unteren Bereich können hier natürlicherweise (und mit geringen Abundanzen) auch noch Elritzen und Schmerlen vorkommen.

In der Schwanteren (ca. E 746308 / N 246247) zwischen Haslen und Appenzell befindet sich ein Wasserfall, der als unüberwindbares natürliches Hindernis eingeschätzt wird (GMÜNDER, 2009). Der Bereich oberhalb der Schwelle in der Schwanteren war dennoch vermutlich natürlicherweise nicht fischfrei, da bereits vor der derzeitigen Ausprägung dieser Schwelle eine Einwanderung von Bachforellen und Groppen sehr wahrscheinlich möglich war. So wird in mittelalterlichen Quellen bereits von Forellen aus dem Alpsteingebiet berichtet (zusammengestellt in ETTER, 2005). Auch von FELDER (1916) wird berichtet, dass Bachforellen und Groppen in der Sitter bis hoch in die Quellregion vorkamen.

Ansonsten war die Sitter in ihrem Verlauf natürlicherweise gut für Fische durchwanderbar (SITTERKOMMISSION, 2000).

Aufgrund ihres wechselnden Charakters kann die Sitter daher grob in drei Bereiche unterteilt werden, die natürlicherweise auch deutliche Unterschiede in der Fischbesiedlung aufweisen (Abbildung 10):

- Abschnitt 1: Oberhalb der Schwelle in der Schwanteren bis zum Sitterursprung
- Abschnitt 2: Urnäschmündung bis zur Schwelle in der Schwanteren
- Abschnitt 3: Mündung in die Thur bis Urnäschmündung

Die Zuordnung der Probestellen zu diesen unterschiedlichen Abschnitten kann Tabelle 1 (Seite 12) entnommen werden.

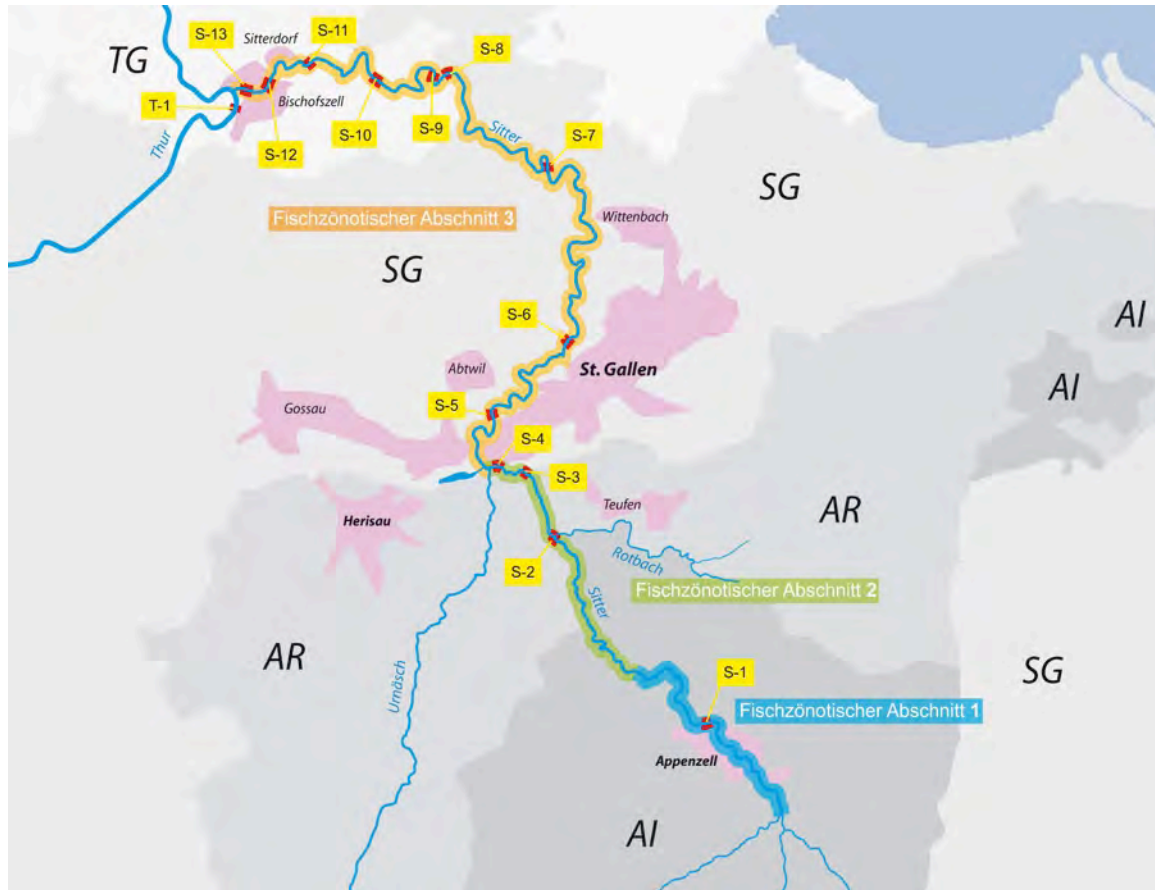


Abbildung 10: Übersichtskarte zum Verlauf der Sitter mit grober Fischzonierung.

### 3.1.2 Ursprüngliche Fischbesiedlung

Die Fischbesiedlung der Sitter ist jener der Thur sehr ähnlich (SCHAGER & PETER, 2005a). Die Mündung der Sitter in die Thur ist uneingeschränkt fischgängig und mit hoher Wahrscheinlichkeit konnte auch der natürliche Felssockel, auf dem das Wehr in Bischofszell errichtet wurde (ca. 700 m oberhalb der Mündung in die Thur), zu früheren Zeiten von einwandernden Fischen überwunden werden (SCHAGER & PETER, 2005a). Ansonsten hätte sich die Fischbesiedlung dieser beiden Gewässer stärker unterscheiden müssen. Zwei weitere Indizien, die für diese These sprechen, gehen auf Schilderungen von FELDER (1916) zurück:

- Aale sind in die Sitter eingewandert und waren bis hinauf nach Appenzell bekannt.
- Nasen waren in der Sitter vor rund hundert Jahren nur für den Thurgauer Abschnitt bekannt. Da in diesem lediglich knapp 10 Kilometer langen Abschnitt nur eine verhältnismässig kleine Nasenpopulation beherbergt sein konnte, ist davon auszugehen, dass dieser kleine Nasenbestand von einwandernden Nasen aus der Thur unterstützt wurde.

Da die Thur in ihrem ursprünglichen Zustand ein grösseres Lebensraumpotential aufgewiesen hat und auch die Arten der Forellenregion vorkamen, ist davon auszugehen, dass die ursprüngliche Artenzusammensetzung in der Sitter ein Ausschnitt der Fischbesiedlung aus der Thur war.

Für die Thur in einem Abschnitt ca. 9,8 km unterhalb der Sittermündung werden folgende 26 Fisch- und Rundmäulerarten als historisches Artenspektrum angenommen (vgl. BECKER & REY, 2006), die grösstenteils in historischen Dokumenten erwähnt werden (WEHRLI, 1892, FELDER, 1916) (alphabetische Reihenfolge):

Aal (*Anguilla anguilla*), Alet (*Leuciscus cephalus*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Bachneunauge (*Lampetra planeri*), Barbe (*Barbus barbus*), Blicke (*Abramis bjoerkna*), Brachsen (*Abramis brama*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*), Groppe (*Cottus gobio*), Gründling (*Gobio gobio*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Hecht (*Esox lucius*), Karpfen (Wildform) (*Cyprinus carpio*), Lachs (*Salmo salar*), Laube (*Alburnus alburnus*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Rotauge (*Rutilus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schleie (*Tinca tinca*), Schmerle (*Barbatula barbatula*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Strömer (*Leuciscus souffia*) und Trüsche (*Lota lota*).

Weitere Arten können für die Sitter im ursprünglichen Zustand mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen werden. Dabei ist es auch unwahrscheinlich, dass alle oben aufgeführten Arten auch ursprünglich in der Sitter vorkamen. Nach unserer Einschätzung sind die Arten Blicke, Brachsen, Flussneunauge, Hecht, Karpfen, Laube, Rotfeder und Schleie zu hinterfragen. Für das Flussneunauge ist es nach unserer Einschätzung sehr unwahrscheinlich, dass diese Art während den Laichwanderungen bis in die Sitter aufgestiegen ist. Dies wird auch durch eine Schilderung von WEHRLI (1892) unterstützt, der davon ausgeht, dass Flussneunaugen in den thurgauischen Gewässern nicht vorkommen. Die anderen beiden diadromen Arten Aal und Lachs sind schwierig einzuschätzen. Beide sind zwingend auf eine fischgängige Anbindung an die Thur und den Rhein angewiesen. In welchem Umfang der Felsrücken, auf dem das Wehr Bischofszell errichtet wurde, von diesen Arten in der jüngeren Vergangenheit zumindest zu bestimmten Abflussverhältnissen überwunden wurde, kann abschliessend nicht geklärt werden. Für den Aal ist ein Vorkommen in der Sitter belegt (FELDER, 1916), für den Lachs ist dies zumindest sehr wahrscheinlich, da er zumindest in der Thur bis mindestens zur Glattmündung im Raum Untertoggenburg vorgedrungen ist (HARTMANN, 1827; SCHINZ, 1848). Für vorliegende Arbeit wird – wie auch für die anderen zu hinterfragenden Arten – von einer ursprünglich relativ geringen Dichte der diadromen Arten im Unterlauf der Sitter ausgegangen. Sollten dabei Fehleinschätzungen vorhanden sein, so fallen diese aufgrund der geringen angenommenen Abundanzen für die Analyse kaum ins Gewicht. Das so hergeleitete ursprüngliche Arteninventar bezieht sich auf

den fischzönotischen Abschnitt 3. Die stromaufwärts liegenden Abschnitte 2 und 1 wurden auch ursprünglich mit Sicherheit von Bachforellen und Groppen dominiert. In der folgenden **Tabelle 3** sind die angenommenen ursprünglichen Artenzusammensetzungen (= fischzönotische Referenzen) für die einzelnen Abschnitte zusammengestellt.

Tabelle 3: Angenommene fischzönotische Referenzen für die unterschiedlichen fischzönotischen Abschnitte der Sitter (vgl. Abbildung 10). Leitarten weisen eine relative Häufigkeit von  $\geq 5\%$  auf, typspezifische Arten  $1-5\%$ , Begleitarten  $< 1\%$ . Blau hinterlegt sind Indikatorarten nach dem Modulstufenkonzept Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004)

Art	Abschnitt 1	Abschnitt 2	Abschnitt 3
Aal – <i>Anguilla anguilla</i>	-	-	Begleitart
Alet – <i>Leuciscus cephalus</i>	-	-	Leitart
Äsche – <i>Thymallus thymallus</i>	-	-	Leitart
Bachforelle – <i>Salmo trutta fario</i>	Leitart	Leitart	Leitart
Bachneunauge – <i>Lampetra planeri</i>	-	Begleitart	Typspezifische Art
Barbe – <i>Barbus barbus</i>	-	-	Leitart
Blicke – <i>Abramis bjoerkna</i>	-	-	Begleitart
Brachsen – <i>Abramis brama</i>	-	-	Begleitart
Elritze – <i>Phoxinus phoxinus</i>	-	Typspezifische Art	Leitart
Flussbarsch – <i>Perca fluviatilis</i>	-	-	Begleitart
Groppe – <i>Cottus gobio</i>	Leitart	Leitart	Typspezifische Art
Gründling – <i>Gobio gobio</i>	-	-	Leitart
Hasel – <i>Leuciscus leuciscus</i>	-	-	Typspezifische Art
Hecht – <i>Esox lucius</i>	-	-	Begleitart
Karpfen (Wildf.) – <i>Cyprinus carpio</i>	-	-	Begleitart
Lachs – <i>Salmo salar</i>	-	-	Begleitart
Laube – <i>Alburnus alburnus</i>	-	-	Begleitart
Nase – <i>Chondrostoma nasus</i>	-	-	Leitart
Rotaugen – <i>Rutilus rutilus</i>	-	-	Begleitart
Rotfeder – <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	-	-	Begleitart
Schleie – <i>Tinca tinca</i>	-	-	Begleitart
Schmerle – <i>Barbatula barbatula</i>	-	Typspezifische Art	Leitart
Schneider – <i>Alburnoides bipunctatus</i>	-	-	Leitart
Strömer – <i>Leuciscus souffia</i>	-	-	Leitart
Trüsche – <i>Lota lota</i>	-	Begleitart	Typspezifische Art

## 3.2 Fischbesiedlung und Bewirtschaftung der letzten 20 Jahren

### 3.2.1 Besatz

Für die Sitter im Kanton Appenzell Innerrhoden liegen die Besatzzahlen für alle Fliessgewässer zusammengefasst vor. D.h. eine Zuordnung zur Sitter bzw. gar zu Sitterabschnitten ist nicht möglich. Es wurden hier lediglich Bachforellen besetzt, ab 1998 mit der Ausnahme eines Jahres ausschliesslich Brütlinge. Vom Kanton Appenzell Ausserrhoden konnten uns keine Daten zum Fischbesatz zur Verfügung gestellt werden.

Im Kanton St. Gallen wurden in den vergangenen 15 Jahren vor allem Bachforellen besetzt (**Abbildung 11**), aber auch Äschen (Abbildung 12) und Nasen (Abbildung 13) wurden in grösserem Umfang eingesetzt. Unregelmässig und nicht mehr innerhalb der letzten vier Jahre wurde Besatz mit Alet, Barben, Elritzen und Groppen durchgeführt. Die letzten registrierten Besätze mit Regenbogenforellen fanden in den Jahren 1990, 1991 und 1993 im Sitterrevier „Urnäsch bis Billwiler Wuhr“ (Kanton SG) mit jeweils 120.000 Brütlingseinheiten statt. Der Fang von rund 100 kg Regenbogenforellen im Jahr 2001 (vgl. Abbildung 19, Seite 28) dürfte auf einen illegalen Besatz zurück zu führen sein (mündl. Mitt. ANJF SG).

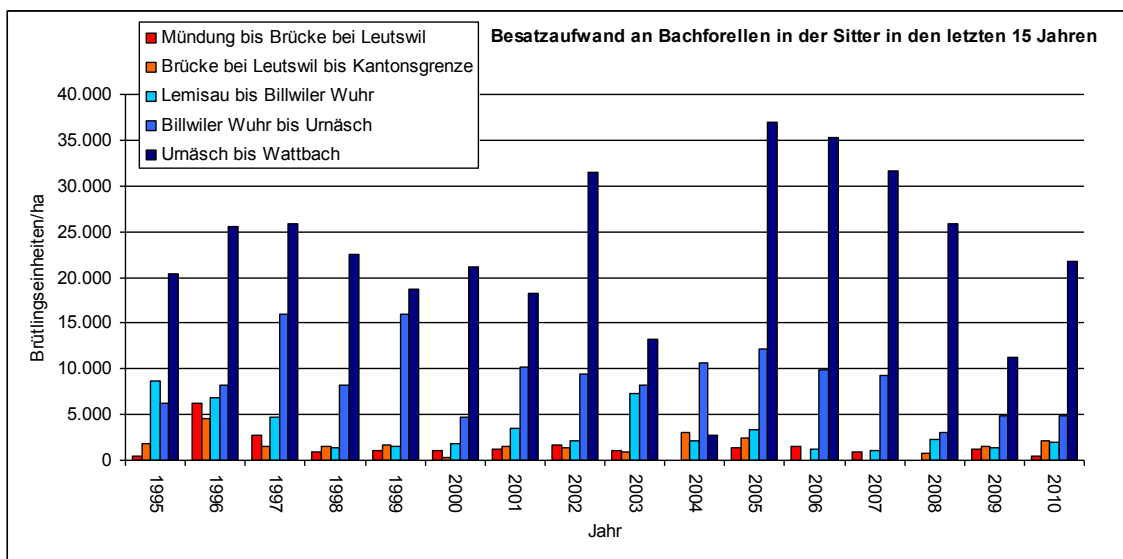


Abbildung 11: Registrierter Bachforellenbesatz der letzten 15 Jahre in der Sitter in den Kantonen St. Gallen und Thurgau normiert auf Brütlingseinheiten pro Hektar Gewässerfläche.

Auch im Kanton Thurgau wurden in den beiden Sitterrevieren hauptsächlich Bachforellen besetzt. Bis ins Jahr 1999 wurden in den vergangenen 15 Jahren mit geringem Besatzaufwand auch Äschen eingesetzt. Nasen wurden in diesem Zeitraum lediglich bis 2002 mit jeweils 20.000 Brütlingen in die Reviere besetzt. Ausserdem sind im Kanton Thurgau Einsätze von „Diversen

Weissfischen (1995 & 1996) und „Barben/Hasel“ (1996) dokumentiert. Regenbogenforellenbesätze tauchen in der Besatzstatistik des Kantons Thurgau für die vergangenen 15 Jahre nicht auf. Oberhalb des Billwiler Wuhrs war der Besatzaufwand für Bachforellen im betrachteten Zeitraum hoch bis sehr hoch (vgl. BAER ET AL., 2007) (Abbildung 11). Besonders im Abschnitt Urnäsch bis Wattbach erscheint es wahrscheinlich, dass durch diese Besatzintensität dichteregulative Prozesse induziert wurden. In den Revieren unterhalb des Billwiler Wuhrs war der Besatzaufwand deutlich geringer. Entsprechend der Fischzonierung erscheint der Bachforellenbesatz für diese Reviere angemessen, im untersten Revier in den letzten Jahren auch gering.

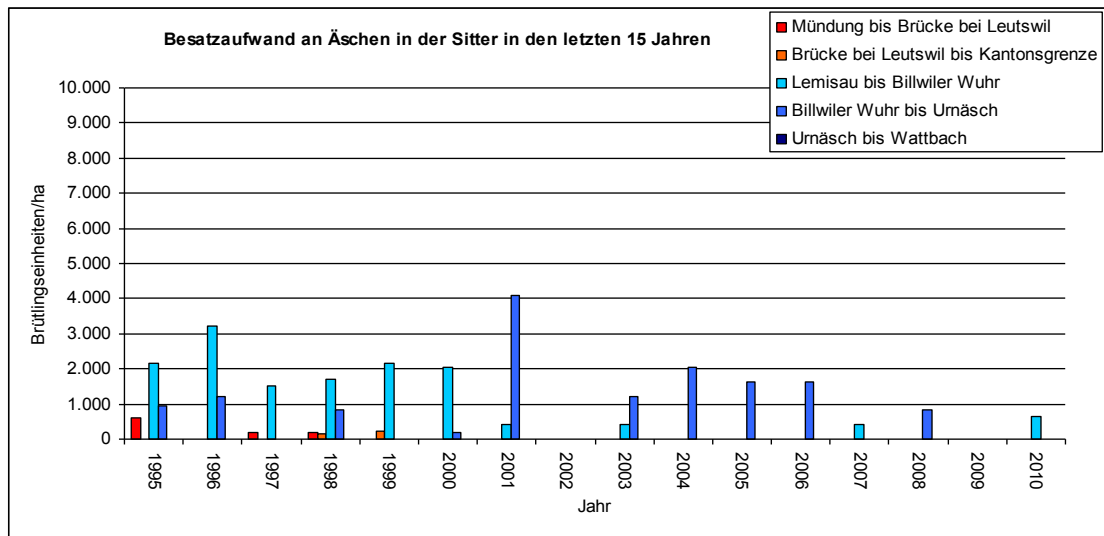


Abbildung 12: Registrierter Äschenbesatz der letzten 15 Jahre in der Sitter in den Kantonen St. Gallen und Thurgau normiert auf Brütlingseinheiten pro Hektar Gewässerfläche.

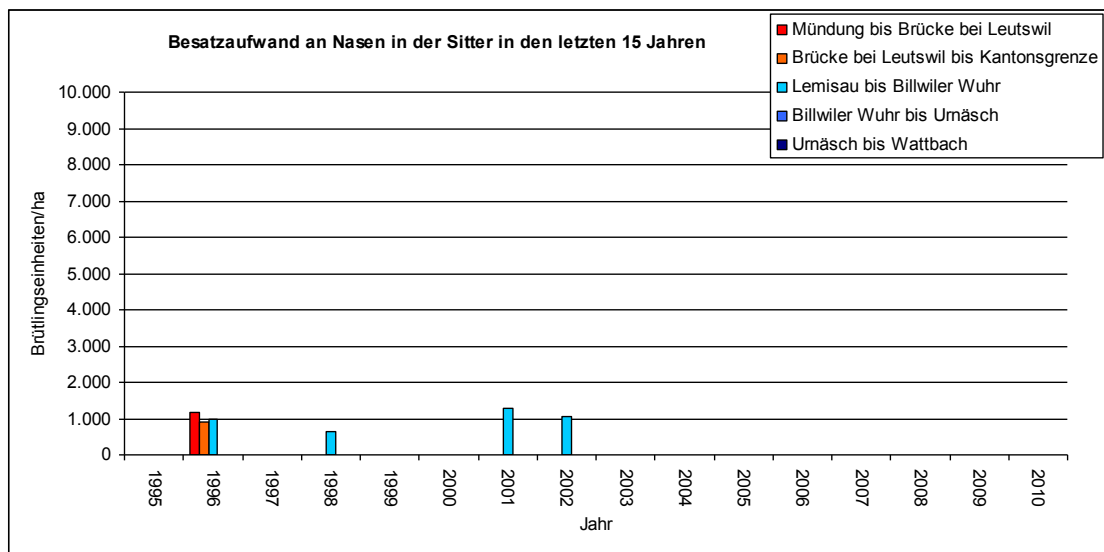


Abbildung 13: Registrierter Nasenbesatz der letzten 15 Jahre in der Sitter in den Kantonen St. Gallen und Thurgau normiert auf Brütlingseinheiten pro Hektar Gewässerfläche.

Der Besatzaufwand für Äschen war im betrachteten Zeitraum für alle Reviere relativ gering und in den letzten Jahren rückläufig (Abbildung 12). Auch die Besatzintensität für Nasen war relativ gering und zudem nur in einigen wenigen Jahren (Abbildung 13). Allerdings sind die Besätze der Nasen auch als Initialbesätze nach dem drastischen Fischsterben im Jahr 1995 zu sehen.

### 3.2.2 Angelfischereilicher Fang

Aus dem Kanton Appenzell Innerrhoden wurden uns lediglich Fangzahlen und diese erst ab dem Jahr 2001 zur Verfügung gestellt. Hier zeigt sich für die Jahre 2009 und 2010 ein Rückgang der registrierten Bachforellenfänge (Abbildung 14). Andere Fischarten spielen in dieser Fangstatistik keine Rolle. Unter Zuhilfenahme der Statistiken anderer Kantone erscheint ein mittleres Stückgewicht von ca. 280 g unter den gefangenen Bachforellen plausibel. Daraus lässt sich ein mittlerer fischereilicher Ertrag für diesen Sitterabschnitt von ca. 57 kg/ha pro Jahr im Betrachtungszeitraum ableiten.

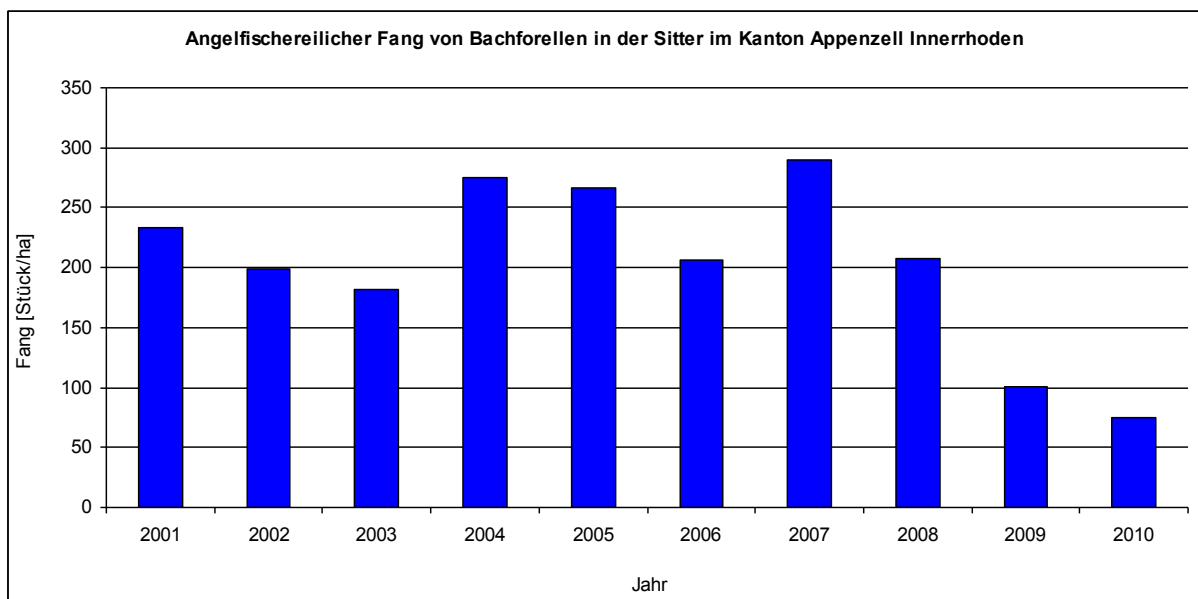


Abbildung 14: Dokumentierte Bachforellenfänge nach Stückzahlen in der Sitter im Kanton Appenzell Innerrhoden in den vergangenen 9 Jahren.

In der Sitter im Kanton Appenzell Ausserrhoden wurden ebenfalls ausschliesslich Bachforellen gefangen. Diese Fänge wurden bis ins Jahr 2000 mit Gewicht und Stückzahl dokumentiert, anschliessend nur noch mit Stückzahl. Hier zeigt sich über den Betrachtungszeitraum ein Rückgang der dokumentierten Fangzahlen (Abbildung 15). Im Mittel wird der jährliche Ertrag hier auf ca. 15 kg/ha geschätzt.

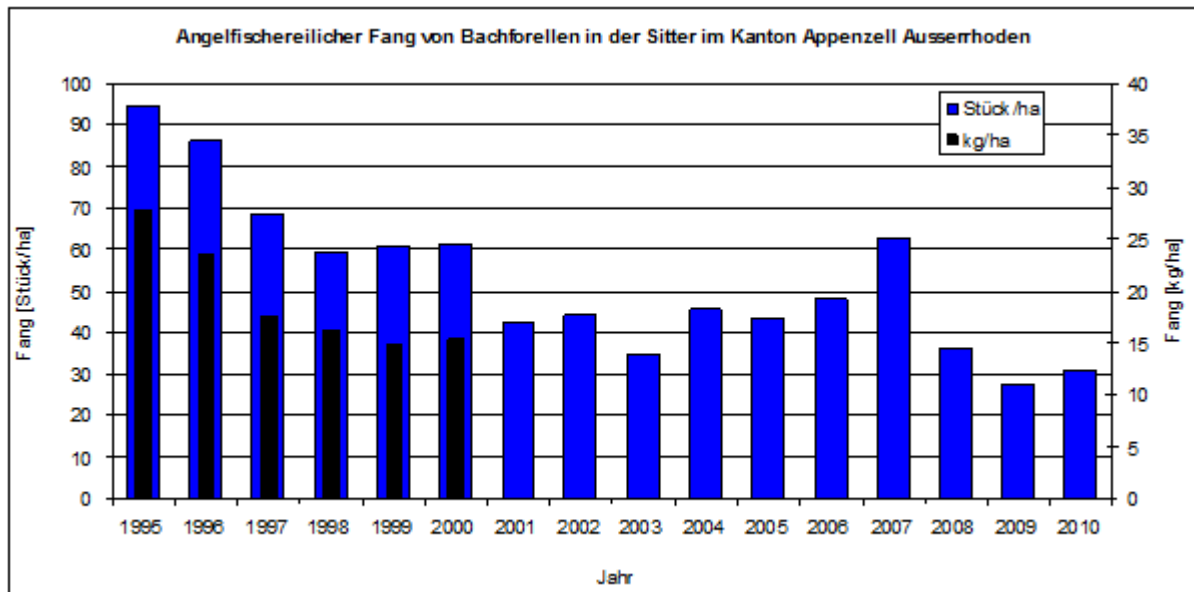


Abbildung 15: Dokumentierte Bachforellenfänge nach Stückzahlen und Gewicht in der Sitter im Kanton Appenzel Ausserrhoden in den vergangenen 15 Jahren. (Seit 2001 werden Fanggewichte nicht mehr dokumentiert.)

Auch im Sitterabschnitt zwischen der Wattbachmündung und der Urnäschmündung wurden in den letzten 15 Jahren ausschliesslich Bachforellen gefangen, wie die Fangstatistik aus dem Kanton St. Gallen belegt (**Abbildung 16**). Hier zeigen sich in den jährlichen Fangmengen Schwankungen. Eindeutige Entwicklungstendenzen sind über den betrachteten Zeitraum jedoch nicht erkennbar. Im Durchschnitt lag der registrierte, jährliche Ertrag bei ca. 15 kg/ha.

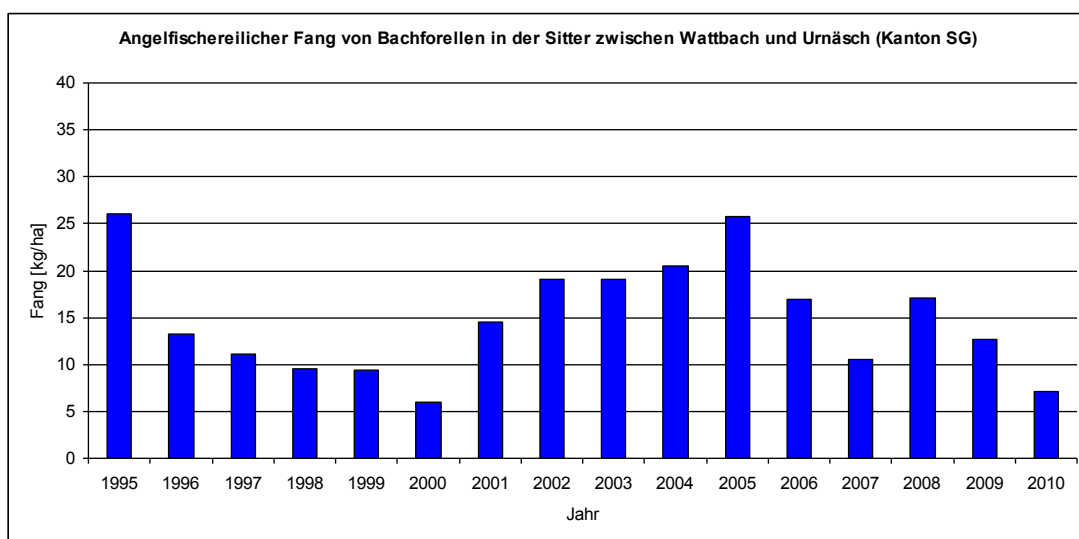


Abbildung 16: Dokumentierter Fang von Bachforellen in der Sitter zwischen der Wattbachmündung und der Urnäschmündung (Kanton St. Gallen) für die vergangenen 15 Jahre.

Unterhalb der Urnäschmündung werden weitere Fischarten aus der Sitter fischereilich genutzt (Abbildung 19 & Abbildung 21). Für den Kanton St. Gallen bis zur Kantonsgrenze bei Lemisau ist ab 1995 ein jährlicher Gesamtfang von ca. 400-1000 kg Fisch dokumentiert, was einem Hektarertrag von ca. 6-15 kg entspricht (Abbildung 17). Die niedrigsten Fangmengen sind dabei in den Jahren 1996, 2006, 2008, 2009 und 2010 aufgetreten. Die durchschnittliche Fangmenge im Betrachtungszeitraum betrug ca. 10 kg/ha.

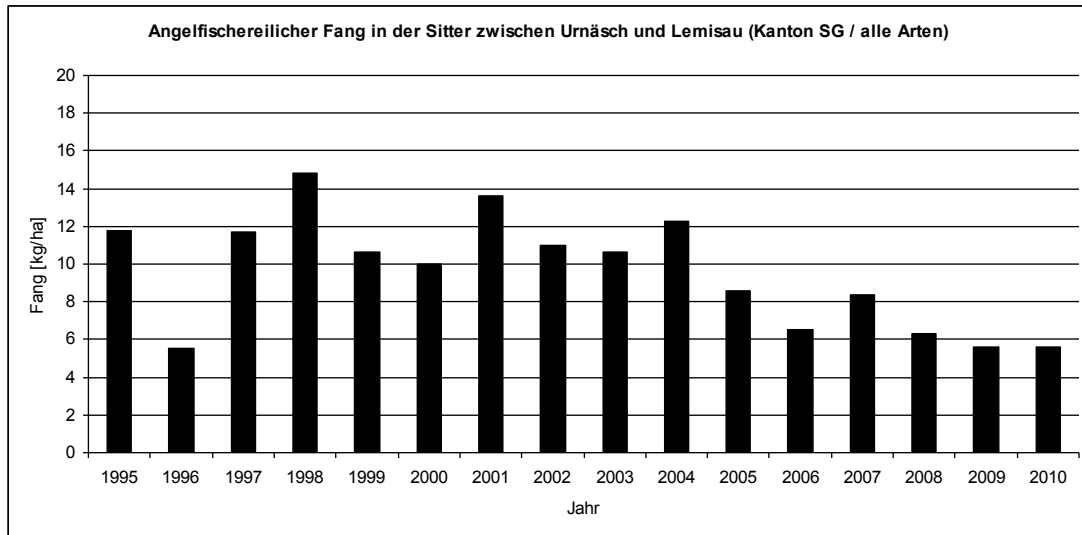


Abbildung 17: Dokumentierter angelfischereilicher Fang aller Fischarten nach Gewicht in der Sitter zwischen der Urnäschmündung und Lemisau (Kanton St. Gallen) für die vergangenen 15 Jahre.

In allen betrachteten Jahren haben Bachforellen den weitaus grössten Fanganteil ausgemacht (Abbildung 18), sodass sich die Verläufe des Gesamtfangs und des Bachforellenfangs stark ähneln. Weiterhin bedeutend war in diesem Sitterabschnitt vor allem die Barbe, aber auch Alet und Regenbogenforellen spielen eine Rolle (Abbildung 20). Letzteres ist besonders bemerkenswert, da die letzten registrierten Regenbogenforellenbesätze in der Sitter im Jahr 1993 stattgefunden haben. Äschen wurden hier dagegen im Betrachtungszeitraum sehr selten gefangen.

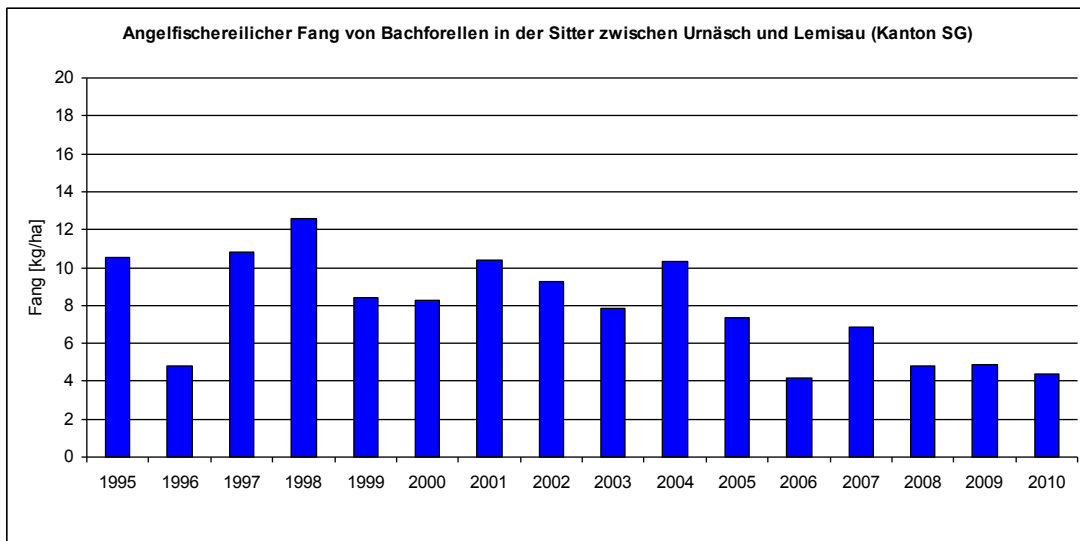


Abbildung 18: Dokumentierter Bachforellenfang nach Gewicht in der Sitter zwischen der Urnäschmündung und Lemisau (Kanton St. Gallen) für die vergangenen 15 Jahre.

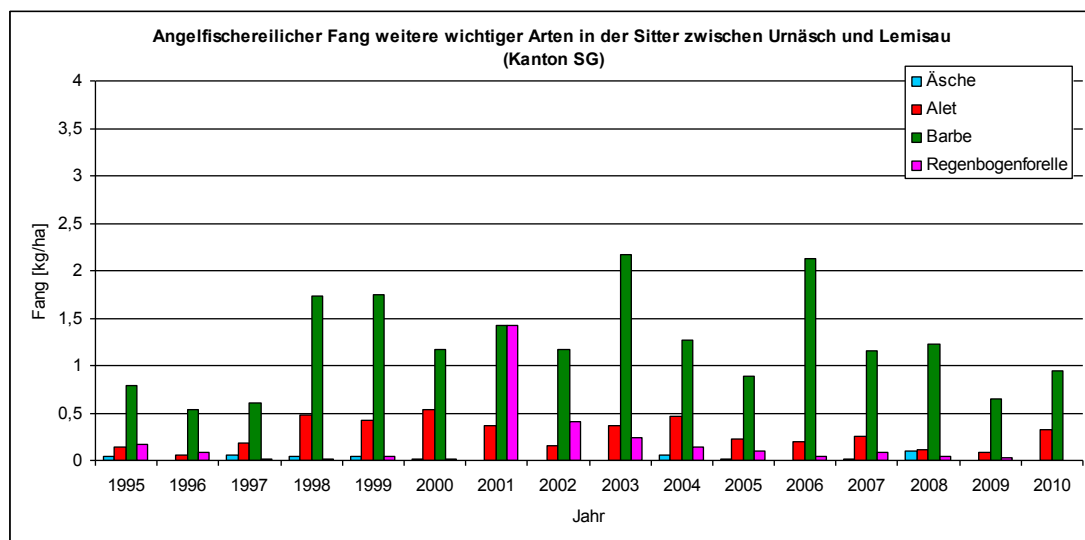


Abbildung 19: Dokumentierter Fang weiterer bedeutender Fischarten nach Gewicht in der Sitter zwischen der Urnäschmündung und Lemisau (Kanton SG) für die vergangenen 15 Jahre. (Der Fang von Regenbogenforellen ab dem Jahr 2001 geht auf illegalen Besatz zurück (mündl. Mitt. ANJF SG).)

In den untersten beiden Fischereirevieren der Sitter (Kanton Thurgau) zwischen Lemisau und der Mündung in die Thur wies der jährliche Gesamtfang in den vergangenen 15 Jahren starke Schwankungen zwischen ca. 40 und 240 kg auf, was Hektarerträgen von ca. 1-6 kg entspricht (Abbildung 20). Ein eindeutiger Trend ist nicht zu erkennen, wobei die schwächsten Fangjahre 2003 und 2004 waren. Hier wurden hauptsächlich Barben und Alet gefangen (Abbildung 21). Während Bachforellen in den Jahren 1995-1999 noch etwa mit gleich hohen Fängen wie Barben und Alet dokumentiert wurden, ist ihr Fanganteil anschliessend zurückgegangen. Im Mittel lag der jährliche Fang in den Thurgauer Sitterrevieren in den vergangenen 15 Jahren bei ca. 3 kg/ha.

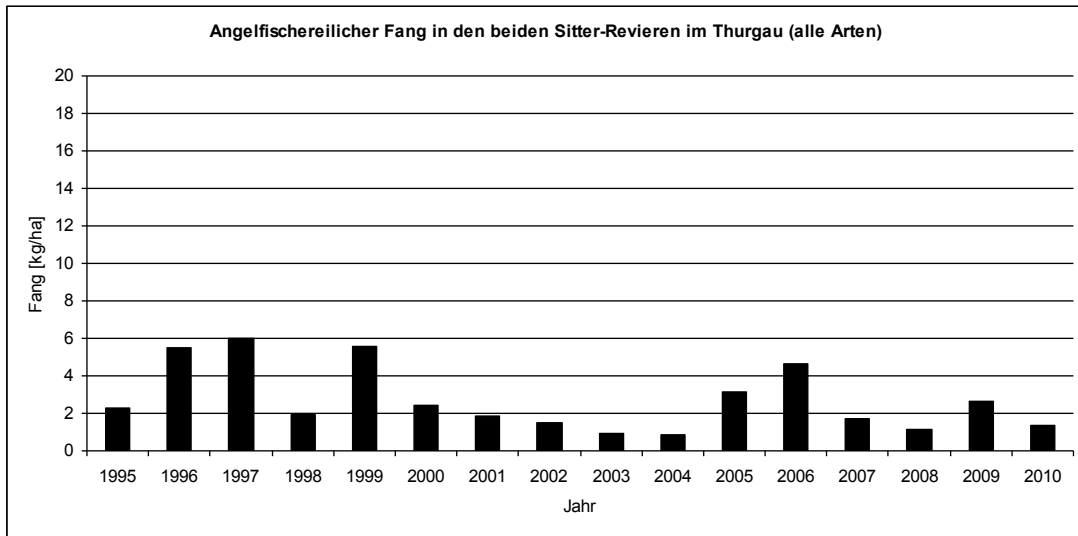


Abbildung 20: Dokumentierter angelfischereilicher Fang aller Fischarten nach Gewicht in der Sitter im Kanton Thurgau für die vergangenen 15 Jahre.

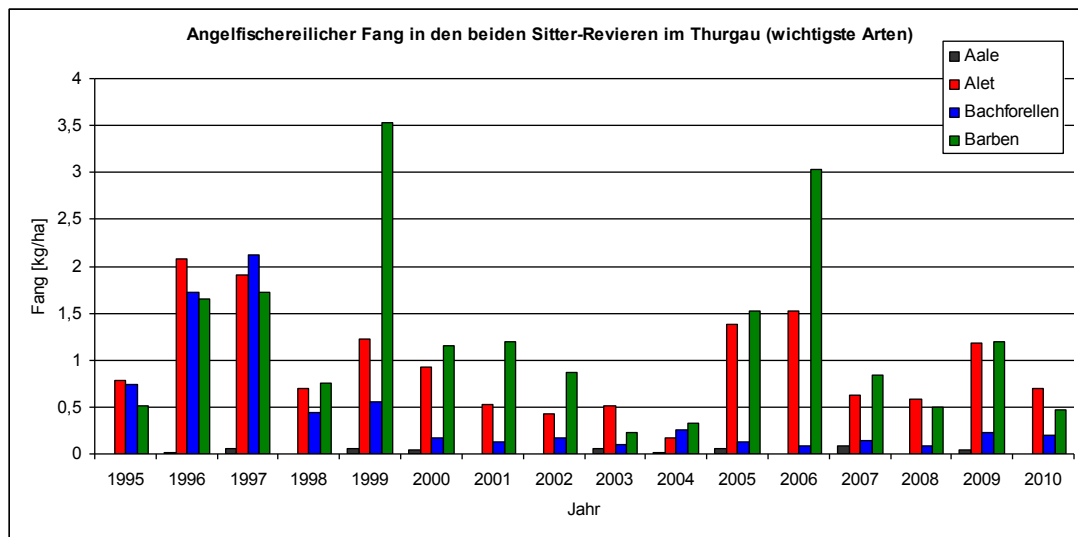


Abbildung 21: Dokumentierter Fang der bedeutendsten Arten in der Sitter im Kanton Thurgau für die vergangenen 15 Jahre.

Die Entwicklung der Fangzahlen in der Sitter unterhalb der Urnäschmündung verläuft in den Kantonen St. Gallen und Thurgau nicht deckungsgleich. Da hierfür eine Reihe von Ursachen verantwortlich sein könnte, verbietet sich zum aktuellen Kenntnisstand eine weitergehende Interpretation dieser Daten.

### 3.2.3 Frühere Elektrobefischungen

Aufgrund methodischer Unterschiede sind die Ergebnisse früherer fischbiologischer Untersuchungen zumeist nicht direkt mit den Befischungsergebnissen vorliegender Untersuchung vergleichbar. Dennoch werden an dieser Stelle wichtige Ergebnisse anderer Befischungskampagnen der vergangenen 15 Jahre kurz aufgeführt. Dies gilt insbesondere für die umfangreiche Untersuchungsreihe von GMÜNDER (1996), in der auf jeweils 200 m langen Strecken Punktbefischungen mit einem Impulsgerät durchgeführt wurden. Ausserdem fand diese Befischungsreihe kurz nach dem grossen Fischsterben von 1995 statt und reflektiert somit einen Sonderfall in den untersuchten Bereichen unterhalb der ARA Hätteren. Von den 35 in der Sitter befischten Strecken befinden sich 13 in dem damals frisch geschädigten Bereich. Sensible Arten wie Äsche, Bachneunauge, Hasel und Nase wurden in allen befischten Bereichen nicht dokumentiert. Strömer lediglich an vier Stellen. Auch Groppen wurden selbst in der Forellenregion relativ selten gefangen. Gerade letzteres Ergebnis könnte aber auch auf die Befischungsmethode zurückgeführt werden, da Impulsgeräte Fische schneller betäuben und Grundfische dann leichter übersehen werden.

Eine weitere wichtige Befischungskampagne wurde im Jahr 2005 im thurgauischen Abschnitt der Sitter durchgeführt (SCHAGER & PETER, 2005). Hier wurde die Methode des Moduls Fische Stufe F angewendet. Der ökologische Zustand wurde in den fünf Untersuchungsbereichen als mässig bis schlecht beurteilt. Die in dieser Untersuchung behandelten Probestellen wurden auch in vorliegender Untersuchung betrachtet. Im Einzelnen beurteilten SCHAGER & PETER wie folgt: mässiger Zustand für die Probestellen S-8 und S-10, unbefriedigender Zustand für die Probestellen S-9 und S-11 sowie schlechter Zustand für die Probestelle S-13.

In Appenzell Innerrhoden haben sich nach Analyse von drei Teststrecken zwischen 1996 und 2010 bei Bachforellen leichte Zunahmen der Individuendichten gezeigt, aber auch ein leichter Rückgang grosser Individuen. Insgesamt wird aber davon ausgegangen, dass sich der Bestand nicht grundlegend verändert hat (BARANDUN, 2011). Im Frühjahr 2011 zeigte sich dagegen ein starker Rückgang der Fangzahlen, bereits bei der Herbstbefischung stellte sich jedoch wieder eine Erholung der Bestände ein (mündl. Mitt. JAGD- UND FISCHEREIVERWALTUNG AI).

### 3.3 Wasserqualität

In der Vergangenheit traten in der Sitter – vor allem unterhalb der Urnäschmündung – regelmässig Probleme aufgrund mangelnder Wasserqualität bis hin zu Fischsterben auf (SITTERKOMMISSION, 2000).

Aufgrund von Optimierungsbemühungen an ARAs hat sich die Wasserqualität im gesamten Verlauf der Sitter deutlich verbessert und wird jetzt mit Ausnahme direkt unterhalb der ARA Bödeli (Appenzell) als gut bis sehr gut bewertet (SITTERKOMMISSION, 2009). Dies wurde auch durch eine biologische Überwachung des Gewässerzustands bestätigt, in der die Bewertungen durch Makrozoobenthos und pflanzlichem Bewuchs als sehr gut bis gut ausfielen (LIMNEX, 2005). Einzig der Makroindex an der Untersuchungsstelle Bischofszell lieferte eine mässige Zustandsbewertung. Temporäre Überschreitungen können im gesamten Verlauf der Sitter unterhalb Appenzell jedoch immer noch auftreten (SITTERKOMMISSION, 2009). Auch ist die Restbelastung mit organischen Schmutzstoffen ab Appenzell und bis zur Mündung in die Thur leicht erhöht, was auf eine Grundbelastung mit gereinigtem Abwasser hindeutet. Es ist daher davon auszugehen, dass empfindliche Lebensstadien einiger bezüglich der Wasserqualität anspruchsvoller Fischarten durch in der Sitter auftretende Belastungen beeinträchtigt sind, insbesondere im Zusammenspiel mit anderen Defiziten bzw. Stressoren. So ist bspw. eine Reduzierung der Überlebensraten von Bachforelleneiern bzw. -larven auch durch verschlechterte Wasserqualität wahrscheinlich.

Unbefriedigend ist zudem nach wie vor die Belastung mit Nitrit unterhalb der ARA Bödeli (SITTERKOMMISSION, 2009). Dieses Problem ist erkannt und soll durch geeignete Massnahmen möglichst bald behoben werden.

### 3.4 Wassertemperatur

Die vom Amt für Umweltschutz St. Gallen zur Verfügung gestellten Temperaturdaten entstammen der Messstation Wittenbach und repräsentieren daher lediglich den Unterlauf der Sitter. Die durch das Bundesamt für Umwelt BAFU betriebene, hydrologische Messstation Sitter – Appenzell (Station 2112) zeichnet ebenfalls Wassertemperaturen auf und repräsentiert den Oberlauf der Sitter. Letztgenannte Daten sind als Tagesmittelwerte frei einsehbar auf einer Homepage des BAFU ([www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch)). Eine weitere Messstation des BAFU in der Sitter am Standort St.Gallen Bruggen/Au (Station 2468) zeichnet keine Temperaturdaten auf.

### 3.4.1 Station Wittenbach

Durch die Daten des Amtes für Umweltschutz St. Gallen ist klar belegt, dass im Sommerhalbjahr im mittleren Abschnitt der Sitter regelmässig Wassertemperaturen von über 20 °C auftreten (**Abbildung 22**). Eine entsprechende Wassererwärmung kann bereits im Mai auftreten, hat aber normalerweise ihren Höhepunkt im Hochsommer, wo Spitzenwerte von 24 bis ca. 27 °C erreicht werden können. Diese Temperaturmaxima sind für kalt-stenotherme Fischarten (Bachforelle, Äsche, Groppe) kritisch und können direkt oder in Zusammenspiel mit Wasserqualitätsbeeinträchtigungen und Sauerstoffmangelsituationen zu Ausfällen unter diesen Arten führen. Aufgrund fehlender Vergleichsdaten von weiter flussaufwärts liegenden Standorten kann nicht geklärt werden, wo sich zwischen St. Gallen und Appenzell der Erwärmungscharakter der Sitter ändert. Welche Auswirkungen das Schwall-/Sunk-Regime des Kraftwerks Kubel auf den Verlauf der Wassertemperaturen im Sommerhalbjahr hat, ist noch unbekannt. Die deutlichen diurnalen Schwankungen im Tagesverlauf - vor allem in Zeiten mit hohen Temperaturwerten - deuten allerdings stark darauf hin.

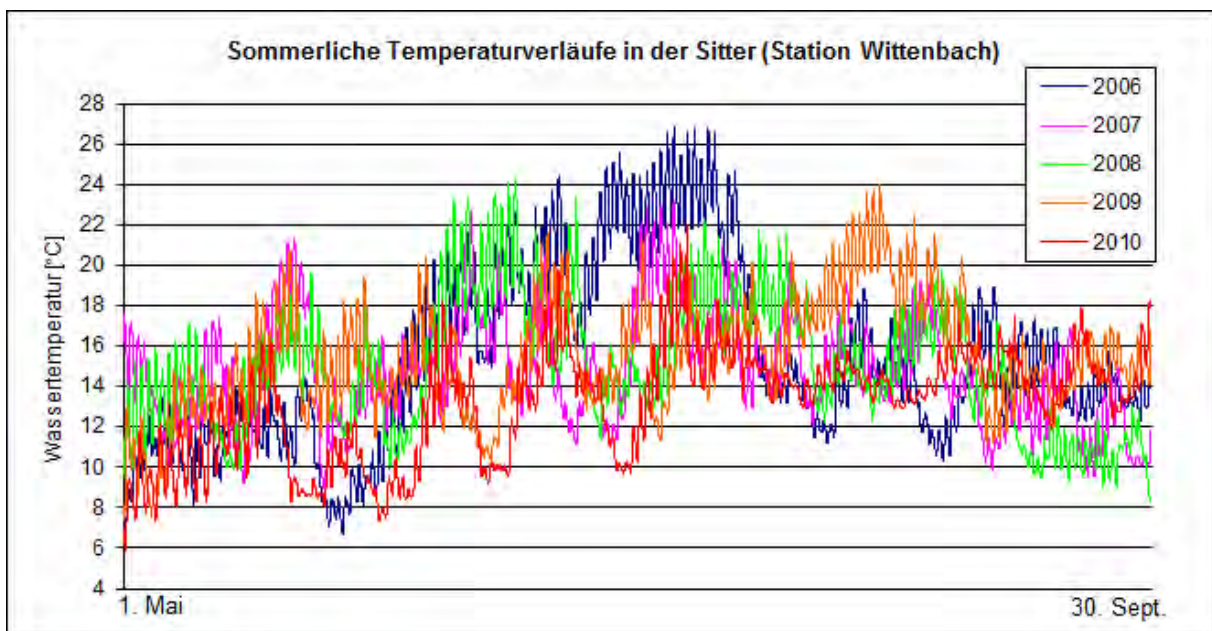


Abbildung 22: Temperaturverläufe im Sommer der vergangenen fünf Jahre an der Messstation Wittenbach. (Quelle: Amt für Umweltschutz, St. Gallen)

Im Winterhalbjahr treten dagegen Temperaturminima um 0 °C bzw. leichte Minusgrade auf (**Abbildung 23**). Auch diese Charakteristik zeigt sich mehr oder weniger ausgeprägt in jedem der betrachteten Winter. Bei diesen Minima handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Messfehler (mündl. Mitt. ANJF SG). Aber auch abgesehen von diesen Extremwerten liegen die Temperaturwerte im Winter zumeist unter 4 °C. Auch durch die Temperaturminima im Jahresverlauf sind daher für die untere Sitter Einschränkungen auf die Fischzönose möglich, auch

wenn in tieferen Kolken – den klassischen Überwinterungsstandorten – wahrscheinlich geringere Temperaturschwankungen auftreten. Die Daten zeigen, dass in der fließenden Welle der Temperaturbereich vor allem von Cypriniden unterschritten wird. Weiterhin sind auch Beeinträchtigungen der Ei-Entwicklung von Bachforellen möglich. Zwar fehlen Vergleichsdaten, dennoch ist damit zu rechnen, dass weiter stromaufwärts und unterhalb der Messstation Appenzell winterliche Minima bzw. Gewässervereisungen eine mindestens gleichbedeutende Rolle spielen. Insbesondere in höher gelegenen Restwasserstrecken sollten aufgrund der reduzierten Wasserführung Vereisungen auftreten und damit massive Beeinträchtigungen des natürlichen Reproduktionspotentials von Bachforellen. Auch die winterlichen Tagestemperaturen scheinen sich mit dem Schwall aus dem Kraftwerk Kubel zu verändern - allerdings nicht annähernd in dem Masse wie im Sommer.

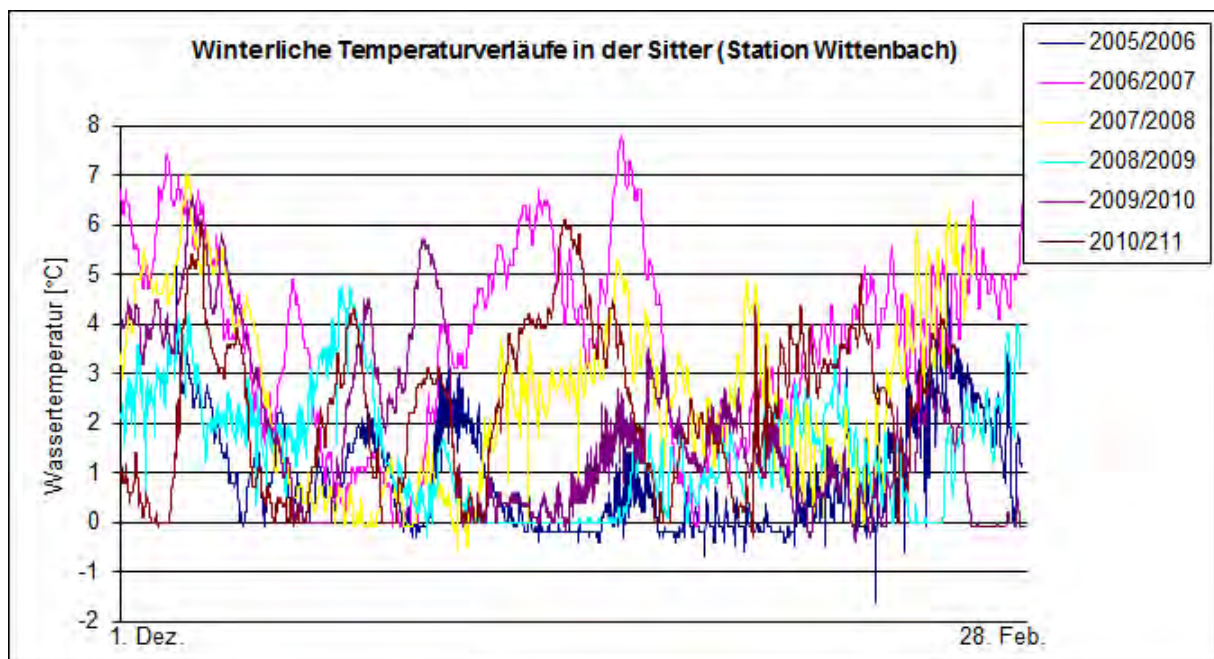


Abbildung 23: Winterliche Temperaturverläufe der vergangenen sechs Winter an der Messstation Wittenbach. (Quelle: Amt für Umweltschutz, St. Gallen.) (Bei den Minima um und unter 0 °C handelt es sich vermutlich um Fehlmessungen (mündl. Mitt. ANJF SG).)

### 3.4.2 Station Appenzell

An der Messstation Appenzell treten winterliche Tagesmittel von 0 °C und weniger auf (vgl. Kap. 8.3, Seite 103). Somit ist die Gefahr von Vereisungen hier ebenfalls gegeben, vermutlich insbesondere in der Restwasserstrecke unterhalb des Wehrs List. Sommerliche Tagesmittel überschreiten an dieser Messstelle selten die 15 °C-Marke. 20 °C werden zumindest als Tagesmittel praktisch nie erreicht. Dennoch gehen wir davon aus, dass in der oberen Sitter

unterhalb der Ausleitung zum Gübsensee zumindest in wenig durchflossenen Bereichen eine für Bachforellen kritische Erwärmung der Wassertemperatur stattfinden kann.

Ein direkter Vergleich mit den Daten der Messstation Wittenbach ist nicht möglich, da die öffentlich zugänglichen Daten der Messstation Appenzell Tagesmittelwerte sind und jene, die uns für die Station Wittenbach zur Verfügung gestellt wurden, zeitlich viel höher aufgelöst sind.

## 3.5 Hydrologische Beeinträchtigungen

### 3.5.1 Restwasserstrecken

In der Sitter befinden sich drei Restwasserstrecken (Abbildung 24):

1. unterhalb dem Ausleitungswehr List (KW Kubel)
2. beim Kraftwerk Sitterthal
3. beim Kraftwerk Erlenholz

Die Restwasserstrecke unterhalb des Ausleitungswehrs List ist mit 7,2 km Länge die längste Ausleitungsstrecke in der Sitter und hat aller Wahrscheinlichkeit nach einen grossen Einfluss auf die Fischbesiedlung. Dieses Defizit wurde von der Sitterkommission erkannt und auch zum Bestandteil vorliegender Untersuchung gemacht (bspw. SITTERKOMMISSION, 2000). Spezielle Untersuchungen der Auswirkungen dieser Ausleitung auf die Fische in der Restwasserstrecke sind bislang noch nicht durchgeführt worden, so dass eine Bewertung vor allem auf Basis unserer Einschätzungen durchgeführt werden musste (siehe Kap. 4.4.2).

Aber auch die anderen beiden Restwasserstrecken haben mit grosser Sicherheit einen Einfluss auf die Durchgängigkeit im Längsverlauf (GMÜNDER, 1996) und auf die Lebensraumqualität in den betroffenen Abschnitten (SITTERKOMMISSION, 2000).

### 3.5.2 Schwall-/Sunk beeinflusste Strecke

Die Auswirkungen des Schwallbetriebes des Kraftwerks Kubel (Abbildung 24) auf die Organismen der Sitter wurden in einem Untersuchungsbericht aus dem Jahr 2000 zusammengefasst (LIMNEX, 2000). Darin kommen die Autoren zu dem Schluss, dass dieser Schwallbetrieb deutliche negative Auswirkungen auf die Fische der Sitter hat. So wurden niedrige Fischbiomassen von 14-31 kg/ha vorgefunden, was im Vergleich zu Referenzgewässern, die keine Schwall-/Sunk-Beeinflussung aufweisen, Biomasseausfälle in der Grössenordnung von 30-75 % bedeuten. Als Hauptgründe hierfür werden Lebensraumverlust und abrupte Änderungen der Strömungsbedingungen in den ständig benetzten Lebensräumen diskutiert.

Dagegen wurde kein Einfluss auf die Makrozoobenthos-Biomasse in den ständig benetzten Lebensräumen vorgefunden, ebensowenig wie eine stoffliche Belastung während des Sunks.

Eine mögliche, kritische Beeinflussung der Wassertemperatur konnte zwar nicht abschliessend beurteilt werden, die Autoren gehen jedoch davon aus, dass hier wahrscheinlich nur geringfügige Beeinflussungen durch den Schwallbetrieb vorhanden sind.

Zwischen Appenzell und dem Wehr List ist die Sitter ebenfalls schwallbeeinflusst durch die Turbinierung von Wasser aus dem Seelalpee in den Schwendibach, der der Sitter in Weissbad zufliesst. Diese Schwallbeeinflussung ist allerdings weit geringer als im Unterlauf (mündl. Mitt. AfU AR). Für diesen Bereich liegen keine Untersuchungsergebnisse zu den Schwallauswirkungen auf die Lebewesen in der Sitter vor.

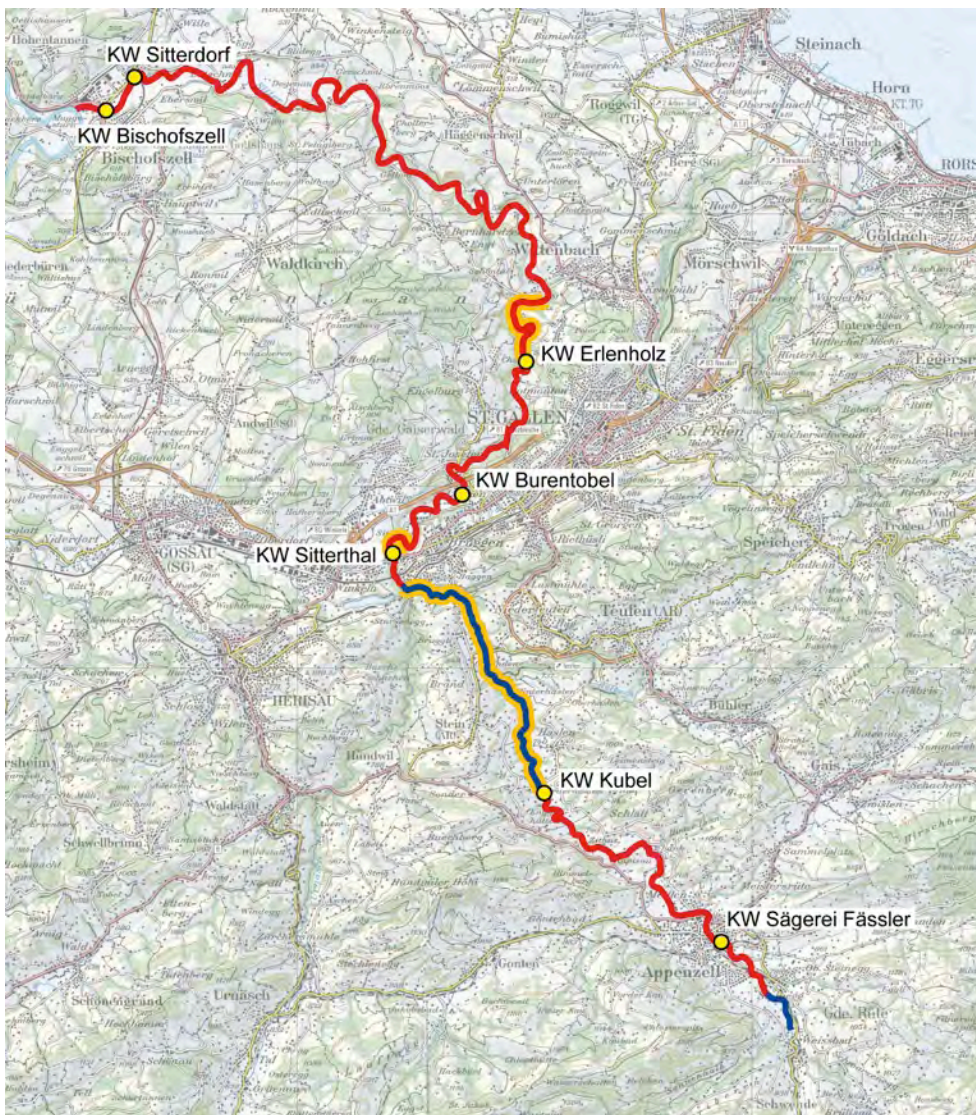


Abbildung 24: Lage der Restwasserstrecken (orange hinterlegt), der schwallbeeinflussten Strecken (roter Verlauf) und Wasserkraftanlagen bzw. Wehranlagen (gelbe Punkte) in der Sitter (nach GMÜNDER, 2009).

### 3.5.3 Geschiebehaushalt

Der Geschiebehaushalt für die gesamte Thur und ihr Einzugsgebiet wurde im Jahr 2005 in einer Studie untersucht (SCHÄLCHLI ET AL., 2005). In dieser Geschiebehaushaltsstudie wurden für die Sitter folgende Feststellungen gemacht:

- Im Oberlauf der Sitter wird die Geschiebeführung durch Kiesentnahmen massiv reduziert.
- Im Sitterunterlauf ist ebenfalls ein Geschiebedefizit festgestellt worden, welches zu einer fortschreitenden Sohlenerosion führt. Durch dieses Geschiebedefizit wird die Flusssohle auch ausgeräumt, abgeplästert und kolmatiert.

Da die Kiesentnahmen inzwischen weitestgehend eingestellt wurden (SITTERKOMMISSION, 2010) wird einer weiteren Verschärfung der Situation entgegengewirkt. Im derzeitigen Zustand beeinträchtigen vor allem Querbauwerke und hydrologische Beeinträchtigungen den Geschiebehaushalt.

## 3.6 Ökomorphologie und Durchgängigkeit

Die Sitter weist in ihrem Gesamtverlauf überwiegend natürliche/naturnahe und wenig beeinträchtigte Abschnitte auf (GMÜNDER, 1996, 2009; SITTERKOMMISSION 2000). Im oberen Bereich bis St. Gallen liegen abgesehen von stark beeinträchtigten Bereichen in den Siedlungsgebieten (v.a. Appenzell) überwiegend natürliche/naturnahe Verhältnisse vor (Abbildung 25).

Ab der Urnäschmündung sind dann bis zum Wehr Erlenholz wenig beeinträchtigte Abschnitte dominierend (Abbildung 26). Daran anschliessend folgen bis ca. Winterburg/Buech überwiegend natürliche/naturnahe Bereiche, ehe dann zunächst meist wenig beeinträchtigte im weiteren Verlauf jedoch zunehmend stark beeinträchtigte Abschnitte folgen.

Das natürliche Gewässerbett der Sitter gewährleistet eine verhältnismässig gute longitudinale Durchgängigkeit (GMÜNDER, 1996, 2009; SITTERKOMMISSION 2000) (Abbildung 25 & Abbildung 26). Auf den untersten 40 Fliesskilometern sind nur fünf natürliche Abstürze vorhanden, die jedoch allesamt von Salmoniden überwunden werden können. In Abhängigkeit von den Abflussbedingungen können mit grosser Sicherheit auch andere schwimmstarke Fischarten diese Hindernisse flussaufwärts passieren. Ein einziges natürliches Wanderhindernis wirkt in der heutigen Ausprägung als absolute Fischbarriere: ein natürlicher Absturz von etwa 3 m Höhe bei Unterschlatt in der Schwanteren, ca. 4 km vor Appenzell (SITTERKOMMISSION, 2000).

Dagegen wird die Durchgängigkeit massiv von Querbauwerken eingeschränkt. Die bedeutendsten sind die Wehranlagen der Kraftwerke in Bischofszell, Sitterdorf, Erlenholz, Burentobel, Gra-

fenau, Sitterthal, List (Kubel) und der Sägerei Fässler in Appenzell (Abbildung 24). Durch die Querbauwerke in Bischofszell und Sitterdorf, die beide derzeit keine Fischaufstiegsanlage aufweisen, wird ein Einstieg von Fischen aus der Thur in die Sitter verhindert. Danach folgt ein ca. 20 km langer Abschnitt mit uneingeschränkter Durchgängigkeit, bevor die Restwasserstrecke des KW Erlenholz und dessen Ausleitungswehr die Durchwanderbarkeit für Fische einschränken. Letztgenanntes Ausleitungswehr besitzt zwar eine Fischaufstiegsanlage, die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit dieser Anlage muss jedoch angezweifelt werden (vgl. Kap. 4.4.1).

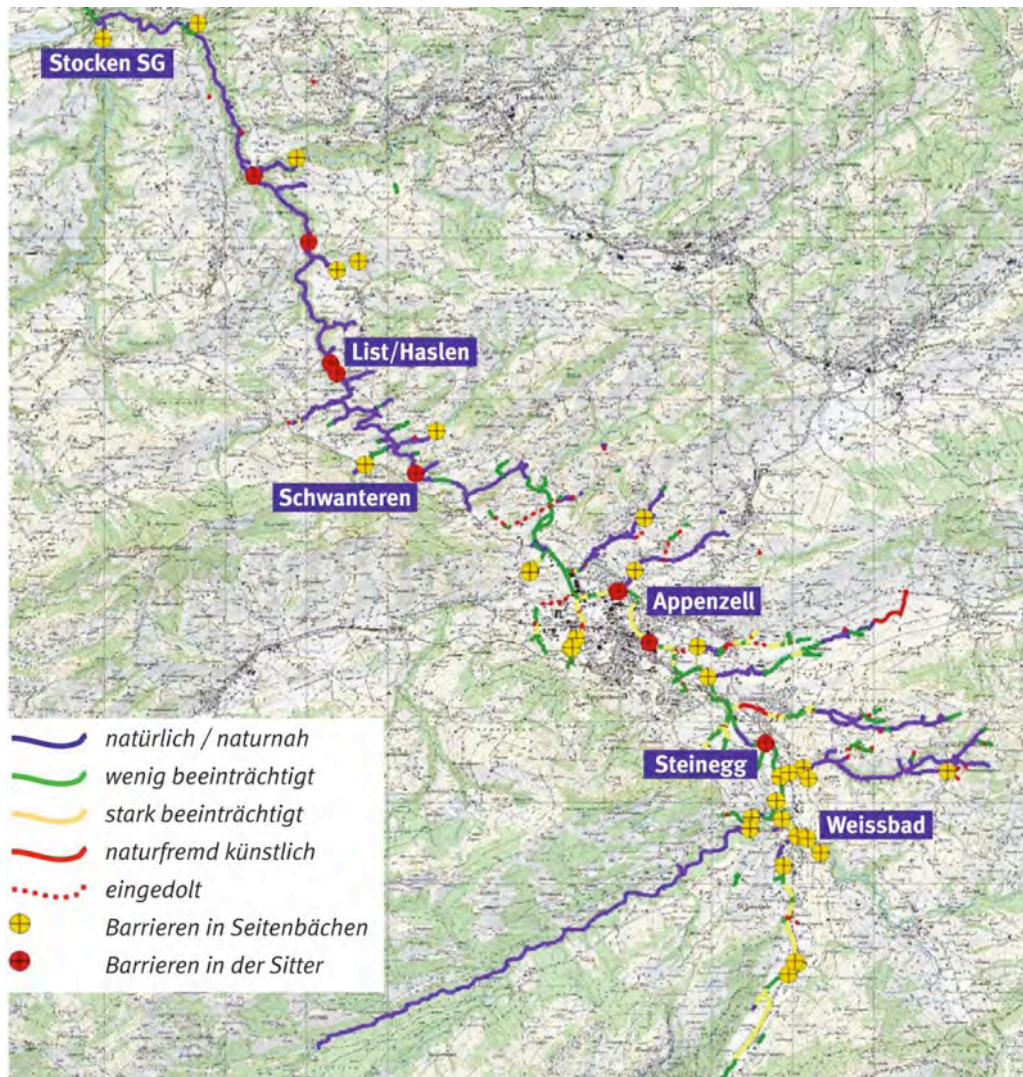


Abbildung 25: Karte zur Ökomorphologie und Gewässerdurchgängigkeit der oberen Sitter und ihrer Seitenbäche (aus GMÜNDER, 2009).

Daran anschliessend folgen im Raum St. Gallen drei weitere Wehre (Burentobel, Grafenau, Sitterthal). Am Wehr der Anlage Burentobel ist eine funktionstüchtige Fischaufstiegsanlage realisiert, deren Funktionsfähigkeit durch Untersuchungsergebnisse untermauert ist (mündl. Mitt. ANJF

SG). Das zerfallene Wehr Grafenau weist eine Höhe von ca. 0,3 m auf und sollte von vielen Fischarten und Grössenklassen zumindest bei geeigneten Abflussbedingungen in Aufwärtsrichtung passierbar sein, für Kleinfische ist es jedoch ein Hindernis. Das Querbauwerk Sitterthal stellt dagegen mit 3 m Höhe wieder ein schwerwiegendes Wanderhindernis dar, dessen Fischaufstiegsanlage wahrscheinlich lediglich eine eingeschränkte Funktionsfähigkeit aufweist (vgl. Kap. 4.4.1). Unterhalb dieses Wehrs befindet sich eine ca. 900 m lange Ausleitungsstrecke, die abhängig von der Restwassersituation ebenfalls eine Einschränkung der Gewässerdurchgängigkeit bewirken kann.

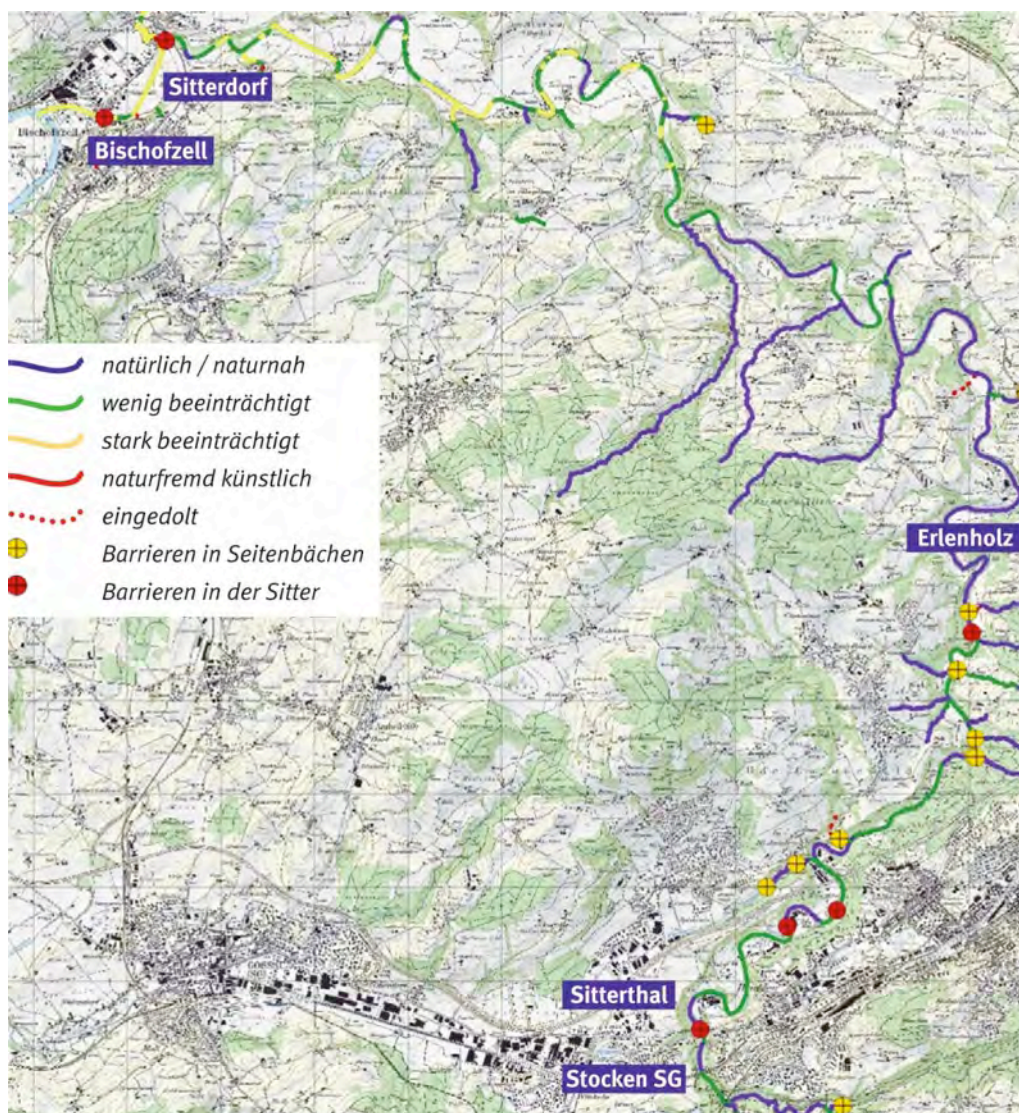


Abbildung 26: Karte zur Ökomorphologie und Gewässerdurchgängigkeit der unteren Sitter und ihrer Seitenbäche (aus GMÜNDER, 2009).

Oberhalb der Urnäschmündung wird die Durchgängigkeit durch die Restwasserstrecke für das KW Kubel und das Ausleitungswehr List künstlich verhindert. Daran anschliessend schränken

im Raum Appenzell fünf Querbauwerke die Durchgängigkeit ein, wovon das unterste und das oberste mit einer Fallhöhe von jeweils über 2 m absolute Wanderhindernisse für die aufwärts gerichtete Fischwanderung darstellen. Die beiden obersten Querbauwerke befinden sich in Steinegg (1,3 m Höhe) und in Weissbad (0,8 m). Eine detaillierte Darstellung aller natürlichen und künstlichen Wanderhindernisse findet sich im „Bericht zur Sitter“ (SITTERKOMMISSION, 2000).

## 4 Untersuchungsergebnisse

### 4.1 Befischungsergebnisse

#### 4.1.1 Charakter der untersuchten Abschnitte

Entsprechend ihrer unterschiedlichen topografischen Lage, ihres Gefälles und ihrer Wasserführung weisen die repräsentativen Untersuchungsstrecken auch deutlich unterschiedliche Charakteristika auf. Hinzu kommt die abschnittsweise Überprägung durch strukturelle und hydrologisch-hydraulische Defizite und ihre Folgeerscheinungen. In der Folge (Abbildung 27 bis Abbildung 56) sind jeweils typische Abschnitte der Untersuchungsstrecken (Fische und Benthos) im Bild dokumentiert (jeweils mit Blick bachauf- und bachabwärts).



Abbildung 27: Untersuchungsabschnitt S-1: Ortsgebiet Mettlen; Blick bachaufwärts.



Abbildung 28: Untersuchungsabschnitt S-1: Ortsgebiet Mettlen; Blick bachabwärts.



Abbildung 29: Untersuchungsabschnitt S-2: Bereich Rotbachmündung, oberhalb Zusammenfluss. Blick aufwärts.



Abbildung 30: Untersuchungsabschnitt S-2: Bereich Rotbachmündung, oberhalb Zusammenfluss. Blick bachabwärts.



Abbildung 31: Untersuchungsabschnitt S-2: Bereich Rotbachmündung, unterhalb Zusammenfluss. Blick bachaufwärts.



Abbildung 32: Untersuchungsabschnitt S-2: Bereich Rotbachmündung, unterhalb Zusammenfluss. Blick bachabwärts.



Abbildung 33: Untersuchungsabschnitt S-3: Bereich Zweibruggen, Blick bachaufwärts; nach Hochwasser.



Abbildung 34: Untersuchungsabschnitt S-3: Bereich Zweibruggen, Blick bachabwärts; nach Hochwasser.



Abbildung 35: Untersuchungsabschnitt S-4: Bereich KW Kubel, oberhalb Zusammenfluss mit Urnäsch. Blick bachaufwärts



Abbildung 36: Untersuchungsabschnitt S-4: Bereich KW Kubel, oberhalb Zusammenfluss mit Urnäsch. Abfischstrecke; Blick bachabwärts



Abbildung 37: Untersuchungsabschnitt S-5: St.Gallen-Au, oberhalb ARA. Blick bachaufwärts; einsetzender Schwall.



Abbildung 38: Untersuchungsabschnitt S-5: St.Gallen-Au, oberhalb ARA. Blick bachabwärts; einsetzender Schwall.



Abbildung 39: Untersuchungsabschnitt S-6: St. Gallen Hätteren. Blick bachaufwärts; Sunk.



Abbildung 40: Untersuchungsabschnitt S-6: St. Gallen Hätteren. Blick bachabwärts; Sunk.



Abbildung 41: Untersuchungsabschnitt S-7: Bereich Wittenbach-Wannenbrugg; Blick bachaufwärts; Sunk.



Abbildung 42: Untersuchungsabschnitt S-7: Bereich Wittenbach-Wannenbrugg; Blick bachabwärts; Sunk.



Abbildung 43: Untersuchungsabschnitt S-8: Bereich Häggenschwil-Lemisau; Blick bachaufwärts; Sunk.



Abbildung 44: Untersuchungsabschnitt S-8: Bereich Häggenschwil-Lemisau; Blick bachabwärts; Sunk.



Abbildung 45: Untersuchungsabschnitt S-9: Bereich Lemisau, uh. Kurve; Blick bachaufwärts; einsetzender Schwall.



Abbildung 46: Untersuchungsabschnitt S-9: Bereich Lemisau, uh. Kurve; Blick bachabwärts; einsetzender Schwall.



Abbildung 47: Untersuchungsabschnitt S-10: Bereich Tobelmüli; Blick bachaufwärts; Sunk.



Abbildung 48: Untersuchungsabschnitt S-10: Bereich Tobelmüli; Blick bachabwärts; Sunk



Abbildung 49: Untersuchungsabschnitt S-11: Bereich Eberswil; Blick bachaufwärts, Sunk.



Abbildung 50: Untersuchungsabschnitt S-11: Bereich Eberswil; Blick bachabwärts; Sunk



Abbildung 51: Untersuchungsabschnitt S-12: Staubereich Bischofszell; Blick bachaufwärts von Brücke Bischofszell. Blick bachaufwärts, Schwall.



Abbildung 52: Untersuchungsabschnitt S-12 (S-12a): Stauwurzelbereich zwischen Sitterdorf und Bischofszell; Blick bachabwärts; Schwall.



Abbildung 53: Untersuchungsabschnitt S-13: Bereich Sittersteg, uh. Bischofszell; Blick bachaufwärts

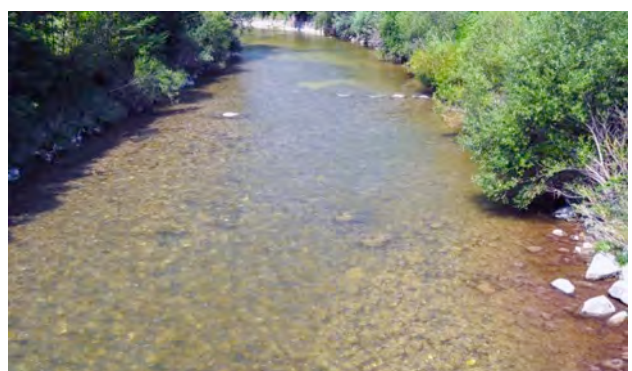


Abbildung 54: Untersuchungsabschnitt S-13: Bereich Sittersteg, uh. Bischofszell; Blick bachabwärts



Abbildung 55: Untersuchungsabschnitt T-1: Referenzstelle Thur oh. Sittermündung; Blick flussaufwärts oh. Schwelle.



Abbildung 56: Untersuchungsabschnitt T-1: Referenzstelle Thur oh. Sittermündung; Blick flussabwärts uh. Schwelle.

#### 4.1.2 Artenaufkommen

Insgesamt wurden durch vorliegende Untersuchung 14 Fischarten und zwei Grosskrebsarten in der Sitter nachgewiesen (vgl. Tabelle 13, Seite 102). Dabei wurden Bachforellen, Groppen und Schmerlen an fast allen Probestellen angetroffen, an den Probestellen S-1 bis S-5 praktisch ausschliesslich (Abbildung 65). Sowohl nach Individuenzahlen als auch nach Biomasse (Abbildung 69) war an diesen Probestellen stets die Bachforelle die dominierende Fischart.



Abbildung 57: Bachforellen mit unterschiedlichen Färbungen aus der Sitter.

Stromabwärts des Übergangs zur Äschenregion wurden zudem an allen Probestellen Barben und Schneider gefangen - mit Ausnahme der Stelle S-6 auch immer Alet (Abbildung 65). Seltener aber regelmässig wurden hier auch Gründlinge dokumentiert. Äschen konnten in der Sitter nur anhand von wenigen 0+-Jungfischen und ausschliesslich an den Probestellen S-8 und S-9 festgestellt werden. Elritzen, Hasel, Nasen, Rotaugen und Strömer wurden lediglich in Einzelfängen nachgewiesen. Es ist möglich, dass sich unter dem Fang noch weitere Cyprinidenarten befunden haben, da an sechs Probestellen insgesamt 140 kleine Cyprinidenjungfische gefangen wurden, die zu klein für eine zuverlässige Artbestimmung vor Ort waren. Fünf dieser Jungfische wurden im Aquarium bis zur eindeutigen Bestimmbarkeit aufgezogen: vier dieser Individuen erwiesen sich hierbei als Schneider, eines als Rotauge.



Aal (*Anguilla anguilla*)



Alet (*Leuciscus cephalus*)



Bachforelle (*Salmo trutta fario*)



Barbe (*Barbus barbus*)



Elritze (*Phoxinus phoxinus*)



Groppe (*Cottus gobio*)



Gründling (*Gobio gobio*)



Hasel (*Leuciscus leuciscus*)



Strömer (*Leuciscus souffia*)



Nase (*Chondrostoma nasus*)



Schmerle (*Barbatula barbatula*)



Schneider (*Alburnoides bipunctatus*)



Äsche (*Thymallus thymallus*)



Rotaugen (*Rutilus rutilus*)

Abbildung 58: Die im Rahmen der fischereibiologischen Detailstudie sowie ein Jahr zuvor im Bereich unterhalb Sitterdorf nachgewiesenen Fischarten.

Aufgrund der häufig mit grossen Exemplaren im Fang vertretenen Barben und Alet sind diese Arten nach Biomasse in den Strecken der Äschenregion (S-6 bis S-13) oft die dominierenden Arten (Abbildung 66). Aber auch Bachforellen können in diesen Probestellen aus demselben Grund gewichtsanteilig eine bedeutende Rolle spielen, wogegen Schneider, wenn dann aufgrund der teilweise extrem hohen Individuenzahl auch nach Biomasse einen hohen Prozentanteil im Fang ausmachen können.



Abbildung 59: Junge Äschen aus der Sitter bei Häggenschwil-Lemisau (S-8).



Abbildung 60: Grosser Alet aus der Sitter bei Tobelmüli (S-10).



Abbildung 61: Nase aus dem Staubereich bei Bischofszell (S-12).



Abbildung 62: Einheimische Krebse aus der Sitter bei Wannenbrugg (S-7).



Abbildung 63: Grosse Barben wurden in der Sitter zumeist im Schwarm gefangen.



Abbildung 64: Grosse Barbe aus der Referenzstrecke in der Thur (T-1).

Steinkrebse wurden nur an den Probestellen S-6 und S-7 dokumentiert, an letzterer auch Edelkrebse. Das Krebsvorkommen war an diesen Stellen aber so hoch, dass nur wenige Tiere stichprobenartig zur Bestimmung entnommen wurden. Zudem wurden im Staubereich bei Bischofszell (S-12) noch zwei weitere Edelkrebse dokumentiert.

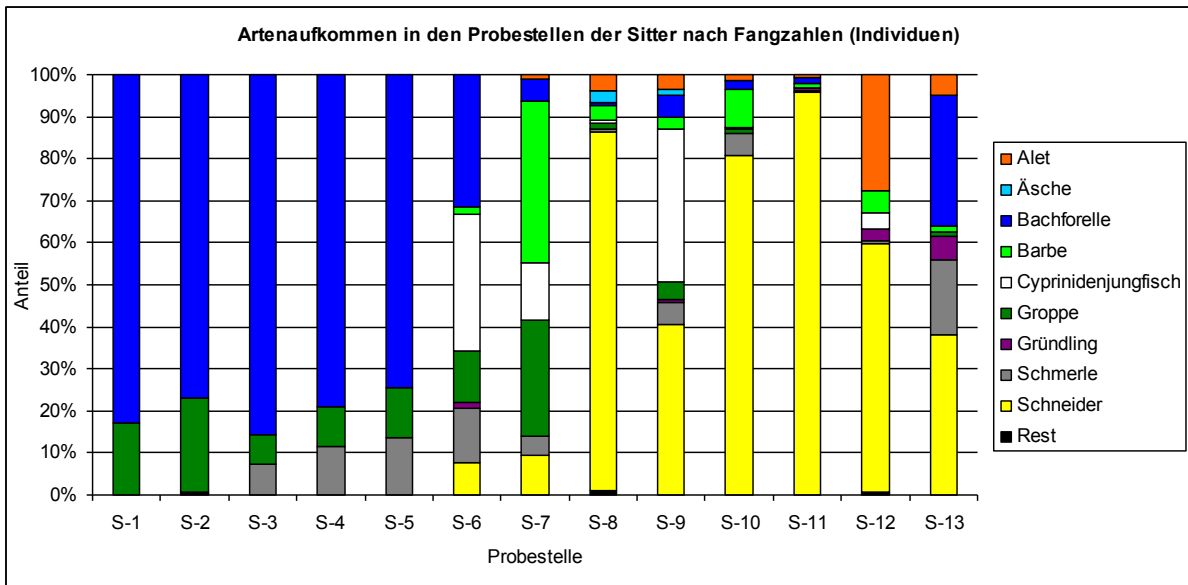


Abbildung 65: Artenaufkommen nach Individuenzahlen an den einzelnen Probestellen. Unter „Rest“ sind die Arten Elritze, Hasel, Nase, Rotaugen und Strömer zusammengefasst, die jeweils mit insgesamt weniger als 10 Individuen in der Sitter nachgewiesen wurden. Zugrunde gelegt sind die reinen Fangzahlen.

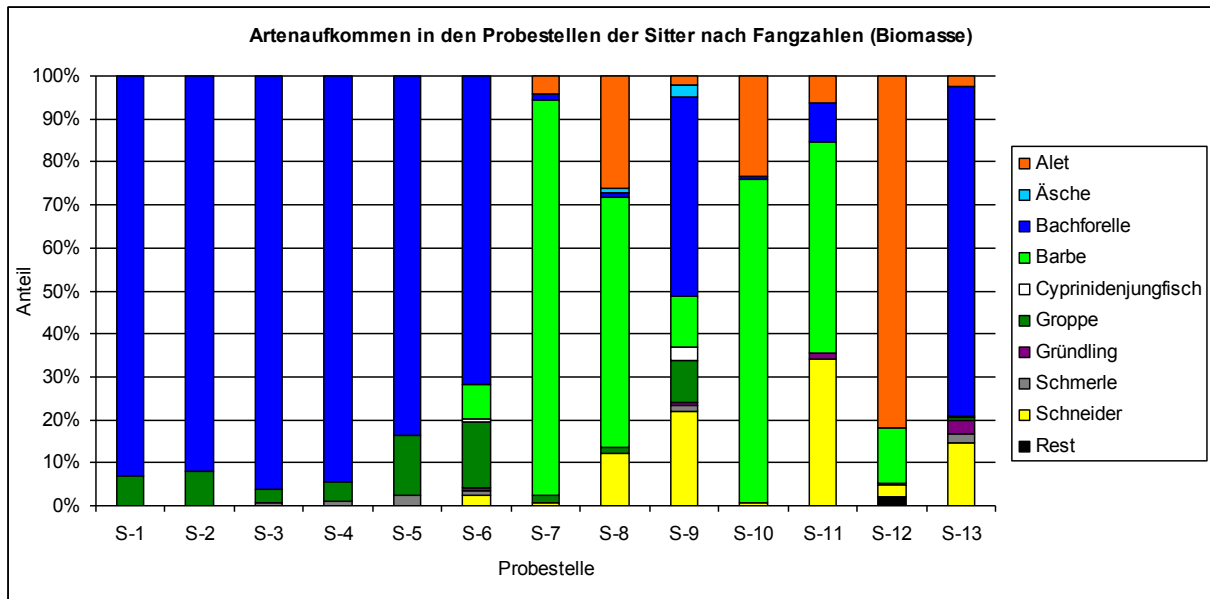


Abbildung 66: Artenaufkommen nach Biomasse an den einzelnen Probestellen. Unter „Rest“ sind die Arten Elritze, Hasel, Nase, Rotauge und Strömer zusammengefasst, die jeweils mit insgesamt weniger als 10 Individuen in der Sitter nachgewiesen wurden. Zugrunde gelegt sind die reinen Fangzahlen.

#### 4.1.3 Bestandsschätzungen

Die abgeschätzte Individuendichte liegt an den Probestellen zwischen ca. 600 und ca. 4200 Fischen pro Hektar Gewässerfläche, die geschätzte Biomasse zwischen ca. 5 und ca. 235 kg/ha (Abbildung 67). Dabei fallen zwei Werte als Ausreisser auf: die hohe Biomasse an der Probestelle S-7 (Wannenbrugg), die auf den Fang eines Schwarms von 31 grossen Barben zurückgeht (vgl. **Abbildung 71**) und die hohe Individuendichte an der Probestelle S-11 (Eberswil). Diese kommt zustande, da in einem Massenfang 608 Schneider dokumentiert wurden (vgl. **Abbildung 70**). An den anderen Stellen liegen die geschätzten Individuendichten bei ca. 500-2300 Fischen/ha und die geschätzten Biomassen bei ca. 15-130 kg/ha.

Da sich die Fischartenzusammensetzung an den Probestellen S-1 bis S-5 deutlich von der Artenzusammensetzung der anderen Probestellen unterschied, wurden für eine eingehende Betrachtung unterschiedliche Grafiken erarbeitet. An den Probestellen S-1 bis S-5 dominierten sowohl nach abgeschätzter Individuendichte (**Abbildung 68**) als auch nach Biomasse (**Abbildung 69**) klar die Bachforellen. Diese Fischart kommt vor allem an der Probestelle S-1 in relativ hohen Bestandsdichten vor, stromabwärts wurde eine abnehmende Individuendichte bei gleichzeitig auch zurückgehender Biomasse festgestellt. Nach der Bachforelle spielte die Groppe an den oberen Probestellen eine wichtige Rolle. Schmerlen wurden von stromaufwärts kommend das erste Mal an der Probestelle S-2 gefangen, jedoch noch in sehr geringen Dichten. Bei den stromabwärts gelegenen Probestellen S-3 bis S-5 spielten sie bezüglich ihrer Individu-

endichten eine vergleichbare Rolle wie die Groppen weiter oben, ihr geschätzter Biomasseanteil war dagegen geringer. Elritzen waren in der gesamten Sitter relativ selten und wurden oberhalb der Schwelle in der Schwanteren überhaupt nicht nachgewiesen.

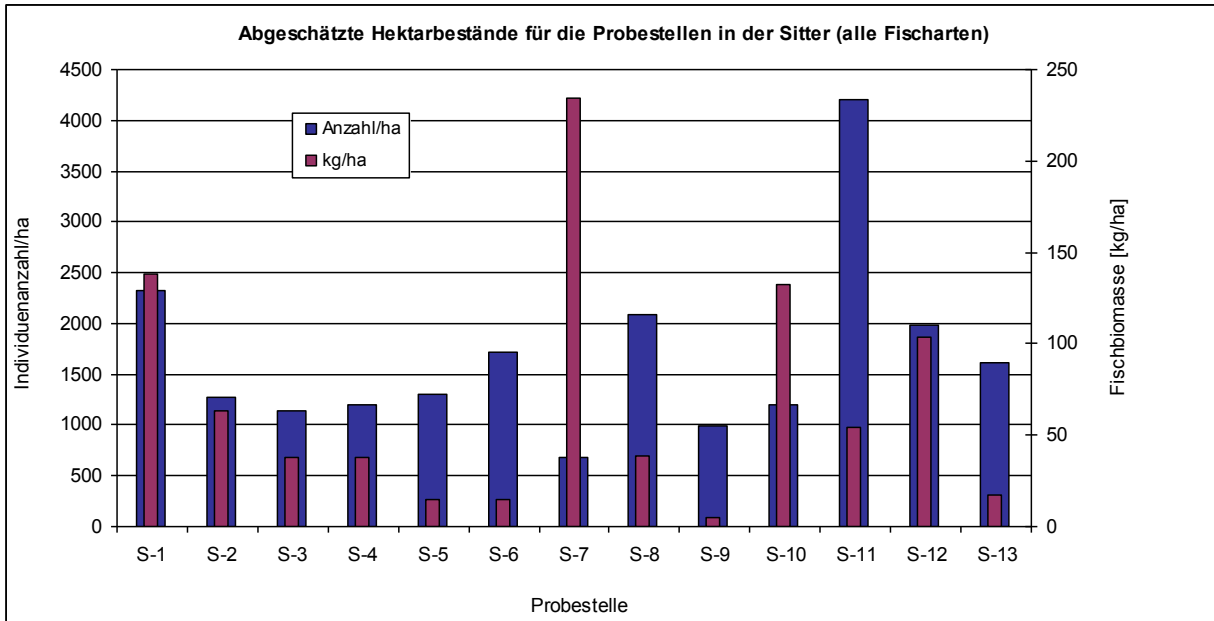


Abbildung 67: Abgeschätzte Individuendichten und Biomassen aller Fischarten für die im Rahmen vorliegender Untersuchung befischten Probestellen.

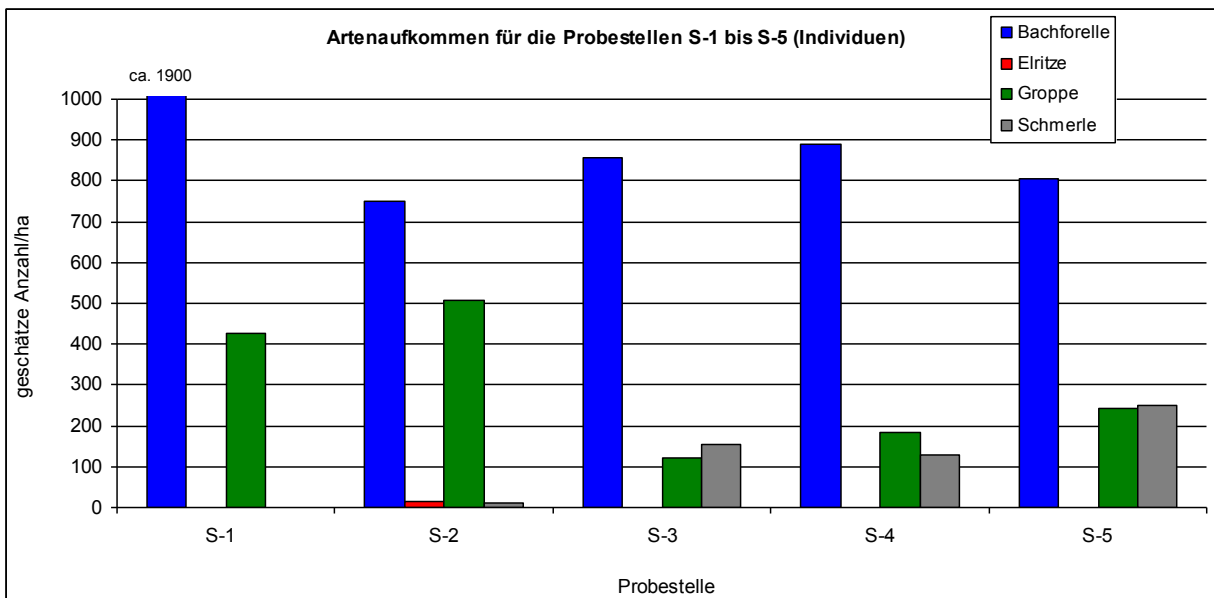


Abbildung 68: Abgeschätzte Individuendichte (Fische/ha) nach Arten aufgetrennt für die Probestellen S-1 bis S-5.

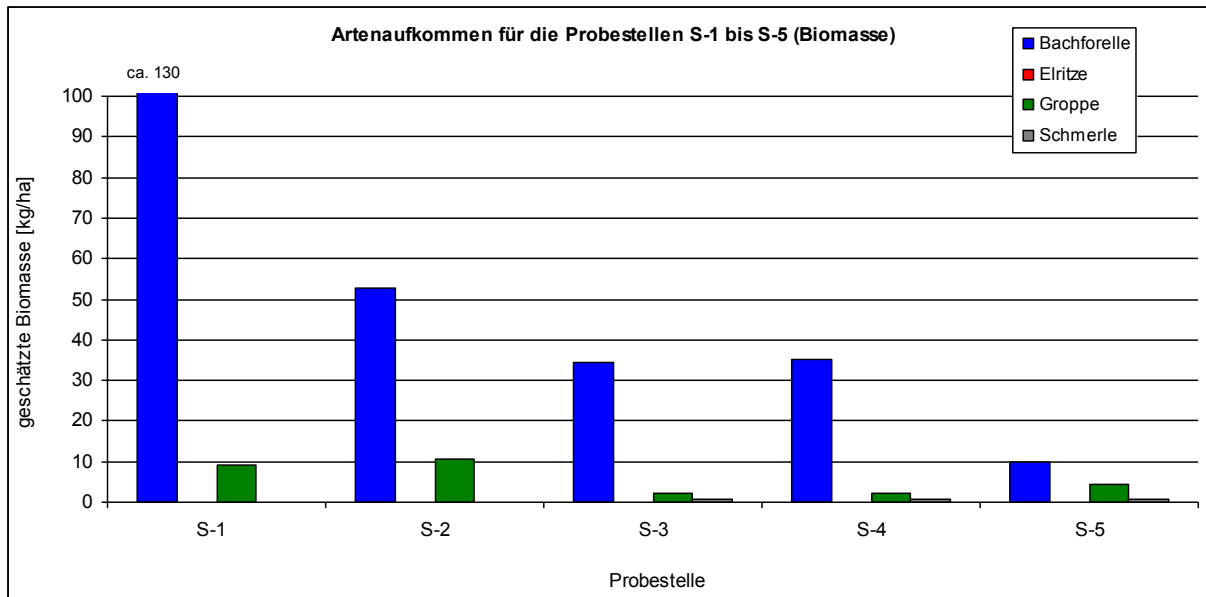


Abbildung 69: Abgeschätzte Biomasse (kg/ha) nach Arten aufgetrennt für die Probestellen S-1 bis S-5.

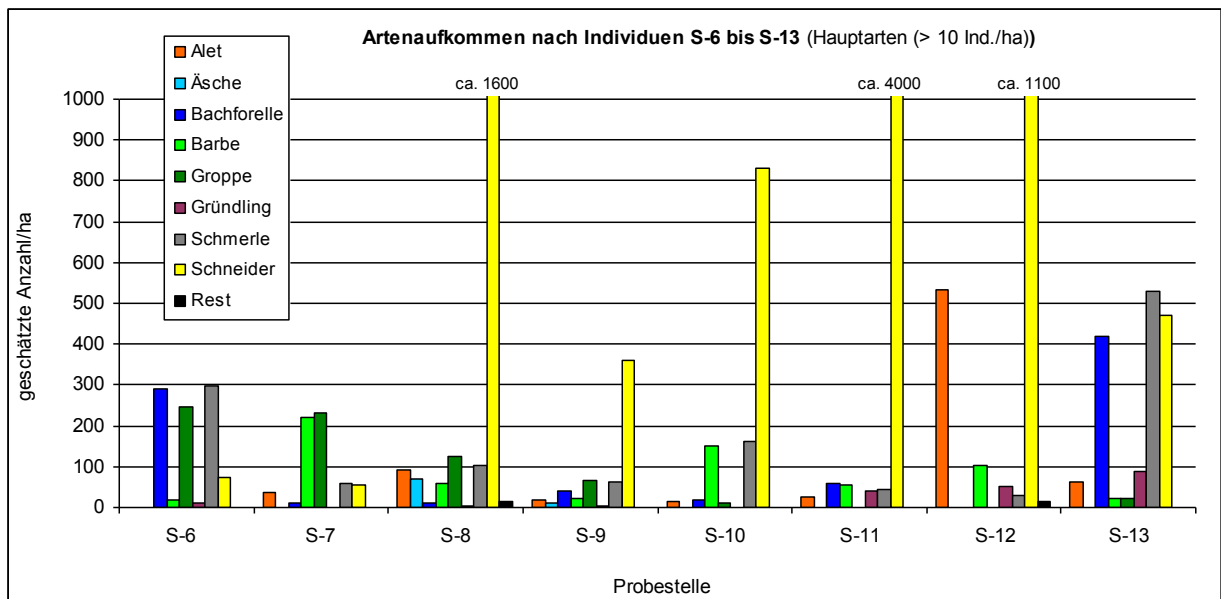


Abbildung 70: Abgeschätzte Individuendichte (Fische/ha) nach Arten aufgetrennt für die Probestellen S-6 bis S-13.

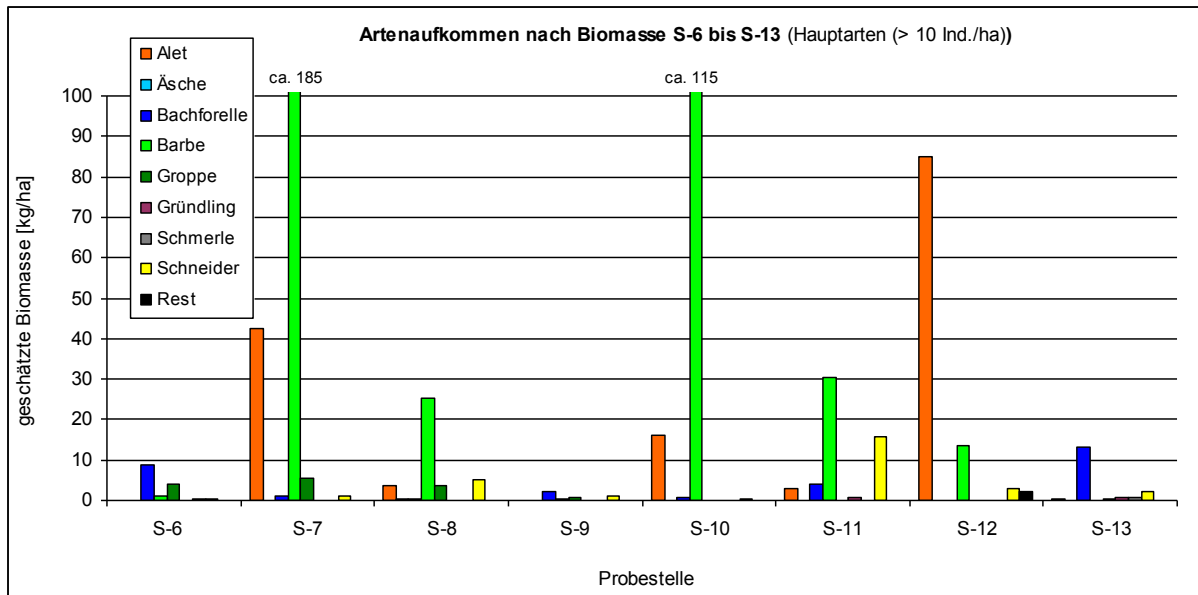


Abbildung 71: Abgeschätzte Biomasse (kg/ha) nach Arten aufgetrennt für die Probestellen S-6 bis S-13.

#### 4.1.4 Grössenklassenanalysen

Grössenklassenanalysen anhand von Fangzahlen der einzelnen Probestellen sind lediglich für die Bachforelle und die Probestellen S-1 bis S-5 aussagekräftig, da lediglich hier ausreichende Stichprobengrößen vorlagen. Für diese Probestellen zeigt sich der Populationsaufbau weitestgehend natürlich (Abbildung 72 bis Abbildung 76). Auffällig ist, dass grössere Individuen in Richtung stromabwärts seltener werden. Da die strukturelle Ausprägung der unteren Strecken sehr gut ist und genügend Standorte auch für grosse Forellen vorhanden sind, muss dieser Befund auf andere Faktoren zurückgeführt werden.

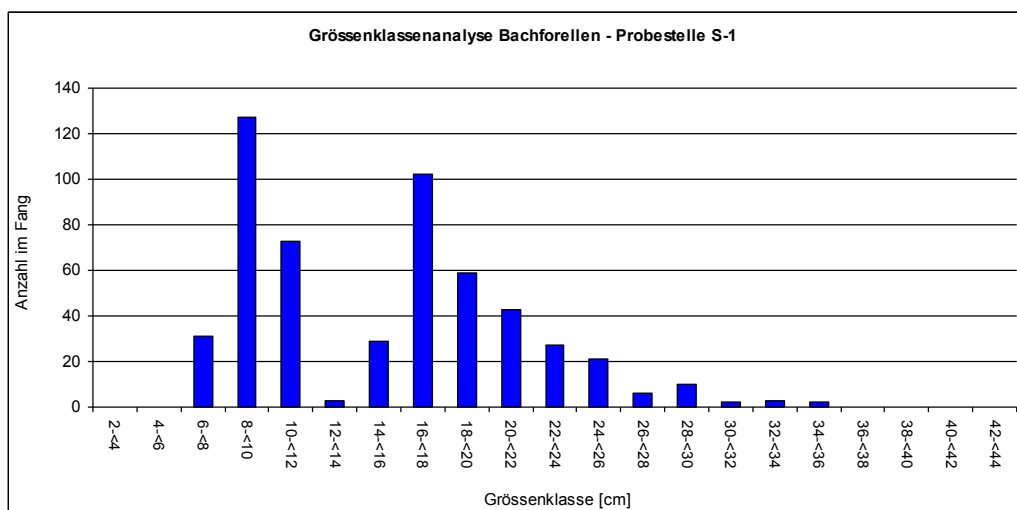


Abbildung 72: Grössenklassenanalyse für die an der Probestelle S-1 gefangenen Bachforellen.

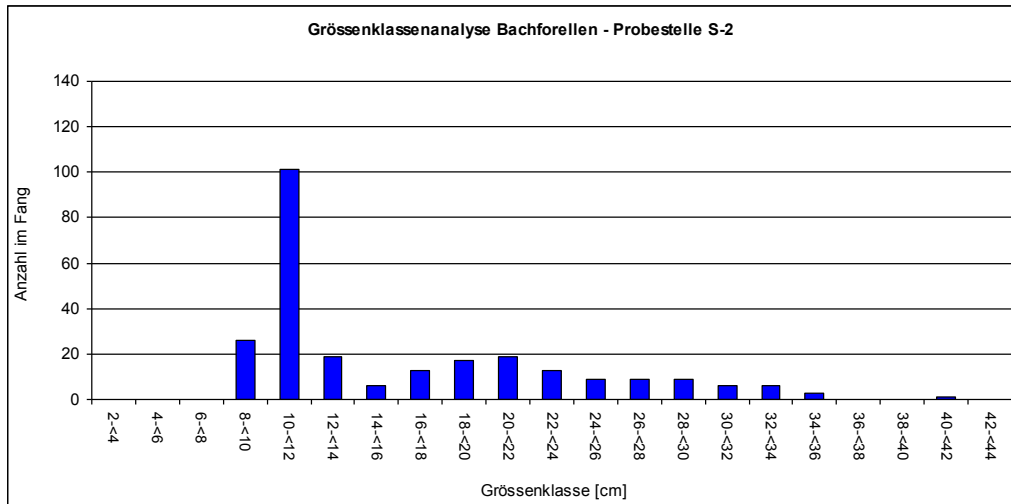


Abbildung 73: Größenklassenanalyse für die an der Probestelle S-2 gefangenen Bachforellen.

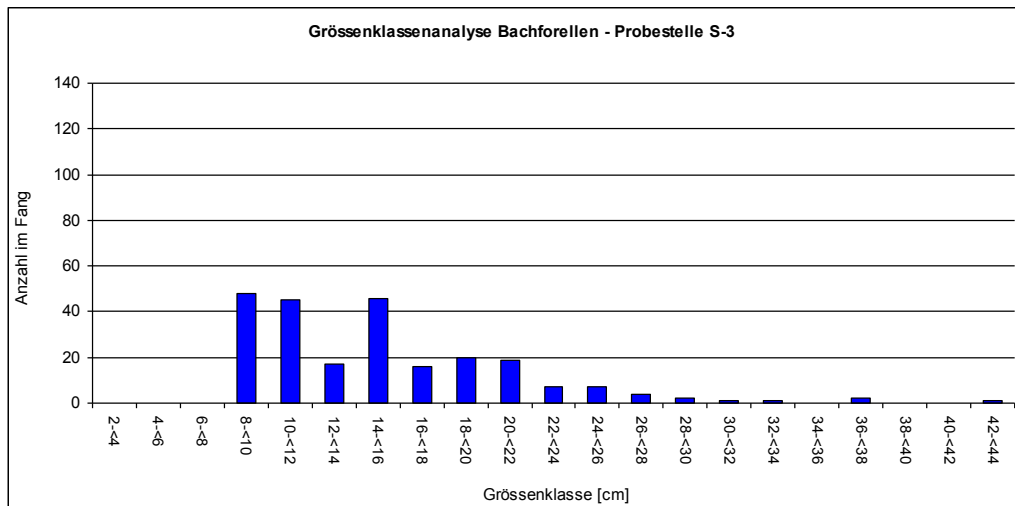


Abbildung 74: Größenklassenanalyse für die an der Probestelle S-3 gefangenen Bachforellen.

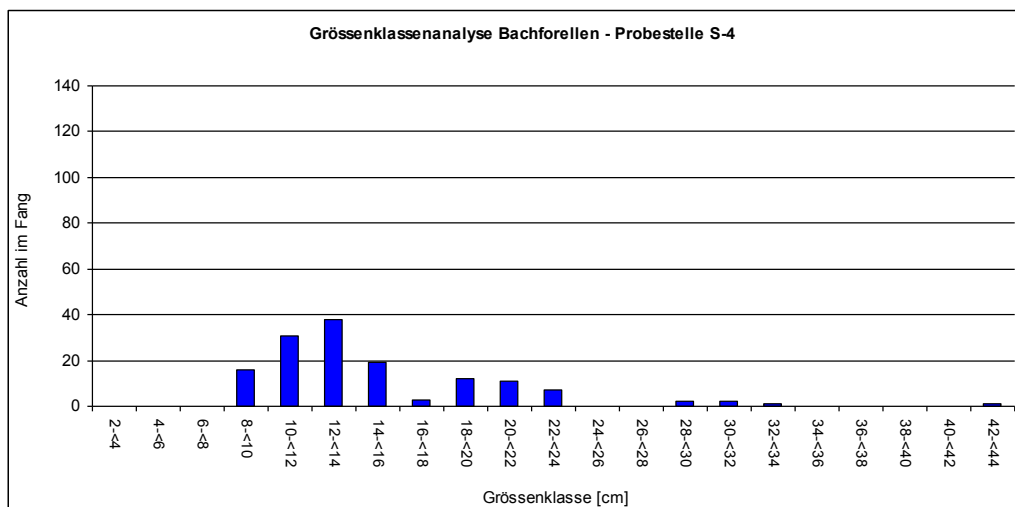


Abbildung 75: Größenklassenanalyse für die an der Probestelle S-4 gefangenen Bachforellen.

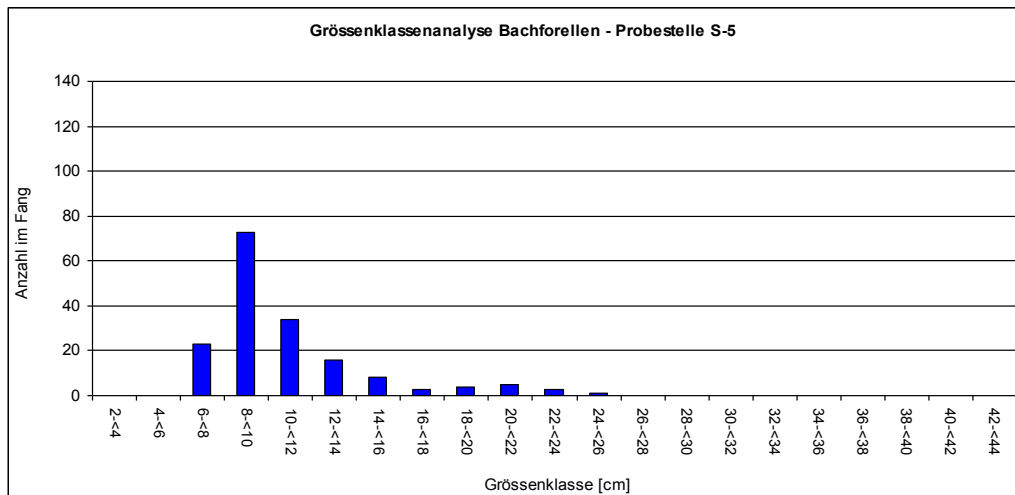


Abbildung 76: Grössenklassenanalyse für die an der Probestelle S-5 gefangenen Bachforellen.

Andere Fischarten wurden entweder in zu geringer Anzahl gefangen, lediglich an einer bis wenigen Untersuchungsstellen in ausreichender Stückzahl nachgewiesen und/oder in starker Abhängigkeit von Sonderstrukturen gefangen und dann in für diese Standorte typischen Grössenklassen dokumentiert (bspw. Barben). Es ist davon auszugehen, dass dieser Befund auf Defizite in der unteren Sitter zurückzuführen ist, nach unserer Einschätzung insbesondere auf die Schwall-/Sunkproblematik (vgl. Kap. 4.5).

#### 4.1.5 Körperliche Verfassung und dokumentierte Auffälligkeiten

Die allermeisten gefangenen Fische wiesen bei der Inaugenscheinnahme einen guten körperlichen Zustand auf und zeigten keine Anzeichen für Krankheiten, Verletzungen oder Parasitierung. Im Gegensatz dazu wurden bei einer Befischung im Sommer 2010 ein relativ hoher Anteil verletzter bzw. erkrankter Alet im Staubereich von Bischofszell festgestellt (REY & WERNER, 2010). Im Rahmen der Befischungen zur vorliegenden Untersuchung wurden lediglich vereinzelt auffällige Individuen dokumentiert, wie beispielsweise eine erkrankte Barbe aus der Untersuchungsstrecke bei Hätteren (**Abbildung 78**). Dennoch könnten Krankheiten für einzelne Fischarten von Bedeutung sein. So wiesen bei einer Erhebung des Zentrums für Fisch- und Wildtiermedizin (FiWi) der Universität Bern im Jahr 2000 drei von 20 auf der Höhe von Hätteren gefangene Bachforellen einen positiven Befund für die proliferative Nierenkrankheit (PKD) auf (Dateneinsicht durch das ANJF SG). Dagegen konnten bei derselben Untersuchungskampagne in der Sitter in Appenzell Innerrhoden keine weiteren PKD-Fälle entdeckt werden.



Abbildung 77: Der Barbennachwuchs aus der Sitter war zu- meist mit relativ kleinen Exemplaren vertreten.



Abbildung 78: Diese kranke Barbe wurde an der Probestelle bei Hätteren (S-6) gefangen.

Bei den meisten Probestellen lag der Anteil geschädigter Individuen bei ca. 1-3 % (**Abbildung 79**) und ist damit im Vergleich zu anderen Gewässern nicht auffällig oder bedenklich. Dennoch beurteilen wir eine gewisse Regelmässigkeit von Verletzungen gegenüber dem natürlichen Referenzzustand als erhöht. Da es sich bei den dokumentierten Verletzungen zumeist nicht um Vogelbisse handelte, gehen wir davon aus, dass auch hydrologische Beeinträchtigungen eine Rolle spielen könnten.

Anhand der relativ hohen Fangzahlen und der grossen Menge grösserer Individuen erschien für Bachforellen, die in den Strecken S-1 bis S-5 gefangen wurden, eine Überprüfung des Konditionsindex sinnvoll (**Abbildung 80**). Hierbei zeigte sich, dass die Mittelwerte für die Strecken S-2 bis S-5 nahe dem Wert 1 und damit im üblichen Rahmen lagen. Die Bachforellen aus der Strecke S-1 zeigten dagegen einen höheren mittleren Konditionsindex, was auf eine besonders gute körperliche Verfassung der dort lebenden Bachforellen hindeutet. Allerdings wurden an dieser Stelle auch die mit Abstand grössten Schwankungen festgestellt.

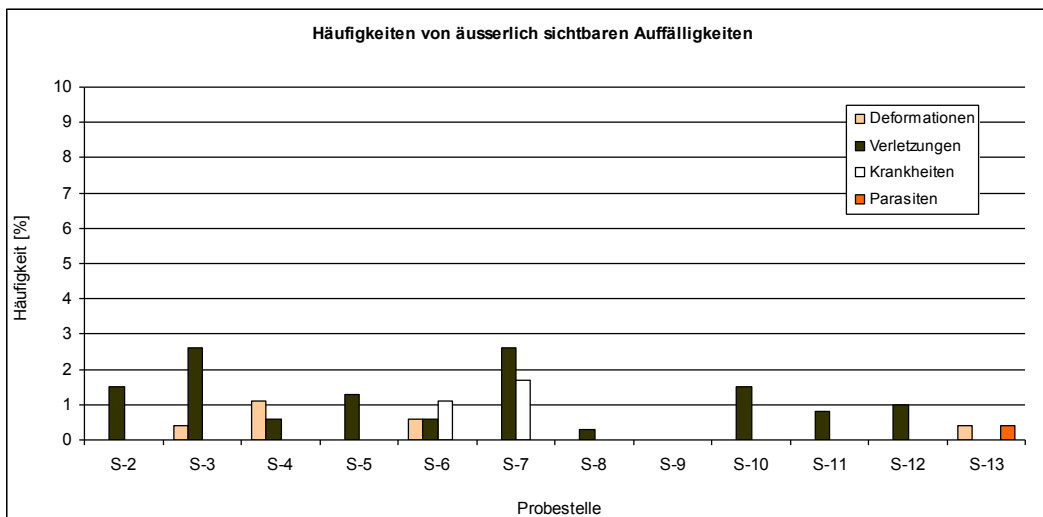


Abbildung 79: Häufigkeiten von äusserlich sichtbaren Auffälligkeiten unter den gefangenen Fischen an den Probestellen S-2 bis S-13. (An der Probestelle S-1 wurden derartige Auffälligkeiten nicht in vergleichbarer Weise dokumentiert, weshalb diese Probestelle aus vorliegender Betrachtung herausgenommen wurde.)

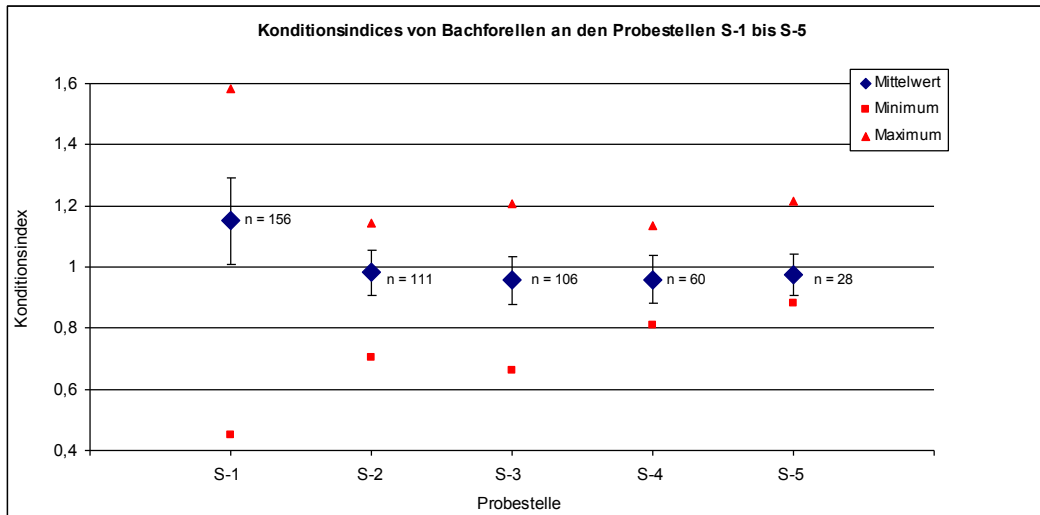


Abbildung 80: Konditionsindices der gefangenen Bachforellen für die Probestellen S-1 bis S-5. Dargestellt sind die Mittelwerte, Minima und Maxima. Fehlerbalken bei den Mittelwerten entsprechen den jeweiligen Standardabweichungen.

#### 4.1.6 Natürliche Fortpflanzung

Basierend auf den Befischungsergebnissen und der fachlichen Einschätzung können - vorerst unabhängig von einer Kontrolle geeigneter Laichsubstrate - für die nachgewiesenen Arten Hinweise auf die natürliche Reproduktion in der Sitter abgeleitet werden. Nachfolgend werden die Arten hierzu in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt:

##### **Alet:**

Alet wurden an den Probestellen S-8 bis S-13 mit 0+-Fischen nachgewiesen. Da diese Fischart nicht besetzt wird, kann von einer funktionierenden Reproduktion in der Äschenregion der Sitter ausgegangen werden.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Alet:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

FF = Vollabfluss; RW = Restwasserabfluss; Sw = Schwallbetrieb; ■ = intensive Naturverlaichung; ■ = unterschiedlich intensive Naturverlaichung; ■ = Naturverlaichung ungewiss oder Ausnahme; ■ = keine Naturverlaichung. Abschnitt S-12 eingeteilt in Bereich oh. Stauwurzel und Stau.

##### **Äsche:**

An den Probestellen S-8 und S-9 wurden wenige 0+-Äschen nachgewiesen, ansonsten wurde diese Fischart bei den Befischungen vorliegender Untersuchung nicht dokumentiert. Da die Äsche zudem ein anspruchsvoller Kieslaicher ist und häufig besetzt wird, ist eine natürliche Reproduktion in der Sitter zumindest zu hinterfragen. Aufgrund der vorgefundenen Kiesflächen

erscheint der kurze, fließende Abschnitt im Bereich S-12 die besten Voraussetzungen in der Sitter im Abschnitt 3 (Äschenregion) zu bieten.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Äsche:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Bachforelle:**

Bachforellen wurden an fast allen Probestellen mit 0+-Individuen dokumentiert. Flussaufwärts der Probestelle S-7 ist diese Art zudem dominierend und mit zumeist natürlichem Populationsaufbau vorhanden. Zwar wird die Bachforelle praktisch überall in der Sitter besetzt und ist bezüglich ihrer Ansprüche für eine funktionierende Fortpflanzung sehr sensibel, dennoch kann davon ausgegangen werden, dass in der oberen Sitter (fischzönotische Abschnitte 2 & 3) eine natürliche Reproduktion stattfindet. In der Äschenregion der Sitter, besonders unterhalb S-7, ist eine funktionierende Fortpflanzung unwahrscheinlich.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Bachforelle:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Barbe:**

An den Probestellen S-6 bis S-13 wurden 0+-Barben dokumentiert (Abbildung 77, Seite 53). Barben werden derzeit nicht besetzt und treten als Leitart auf. Es ist daher davon auszugehen, dass die natürliche Fortpflanzung der Barben in der Äschenregion der Sitter funktioniert.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Barbe:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Elritze:**

Diese Fischart wurde lediglich mit Einzelexemplaren nachgewiesen. Natürliche Fortpflanzung findet in der Sitter demnach zumindest nicht in ausreichendem Masse statt.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Elritze:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Groppe:**

Groppen werden derzeit in der Sitter nicht besetzt und kommen dennoch praktisch in der gesamten Sitter vor. Oberhalb der Äschenregion sind Groppen an allen Probestellen häufig. Es ist daher davon auszugehen, dass die Fortpflanzung in den fischzönotischen Abschnitten 2 und 3 gut funktioniert und in der Äschenregion zumindest für die Ausbildung von Populationen mit geringer Dichte ausreicht.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Groppe:

Abschnitt	1				3										
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Gründling:**

Gründlinge sind nach vorliegenden Befischungsergebnissen in der Sitter regelmässig, aber in geringen Dichten anzutreffen. An den Probestellen S-6, S-8 und S-9 bis S-13 wurden 0+-Gründlinge gefangen, sodass dennoch von einer funktionierenden Reproduktion ausgegangen werden kann.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Gründling:

Abschnitt	1				3										
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Hasel:**

Diese Fischart wurde nur mit einem einzigen Individuum dokumentiert, welches jedoch der Jahrgangsklasse 0+ zuzuordnen war. Allerdings könnten sich weitere Vertreter dieser Art unter den nicht identifizierten Cyprinidenjungfischen befinden. Bei einer anderen Untersuchung durch HYDRA wurde im Staubereich Bischofszell ein und im Bereich der Probestelle S-13 drei 0+-Hasel gefangen (REY & WERNER, 2010). Da die Art nicht besetzt wird, ist davon auszugehen, dass noch ein sehr geringer, auf natürlicher Fortpflanzung basierender Bestand im Staubereich zwischen Sitterdorf und Bischofszell vorhanden ist.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Hasel:

Abschnitt	1				3										
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Nase:**

Nasen wurden lediglich im Staubereich bei Bischofszell dokumentiert. Da Nasen in der Sitter zuletzt 2002 besetzt wurden, gehen die beiden gefangenen Nasen nicht direkt auf Besatz zurück. Es ist daher davon auszugehen, dass an zumindest einer Stelle innerhalb der Äschenregion eine

Reproduktion von Nasen stattgefunden hat. Möglicherweise gar in dem kurzen fließenden Abschnitt zwischen dem Staubereich bei Bischofszell und der Wehranlage in Sitterdorf (vgl. REY & WERNER, 2010).

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Nase:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Rotauge:**

Im Rahmen vorliegender Untersuchung wurde lediglich im Abschnitt S-12 ein Rotauge gefangen. Wie sich bei der Aufzucht von nicht identifizierten Cyprinidenjungfischen aus der Untersuchungsstelle S-7 im Aquarium zeigte, hat sich darunter zumindest ein weiteres Individuum dieser Art befunden. Da diese Art nicht besetzt wird, kann davon ausgegangen werden, dass Rotaugen sich zumindest stellenweise in der Sitter fortpflanzen.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Rotauge:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Schmerle:**

Schmerlen kommen unterhalb der Schwelle in der Schwantere praktisch überall in der Sitter vor. Stellenweise sind sie sehr häufig. Eine gut funktionierende natürliche Fortpflanzung kann als gesichert angesehen werden.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Schmerle:

Abschnitt	1				2				3						
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW	
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13	
Reproduktion															

**Schneider:**

Diese Art ist in der Äschenregion der Sitter eine der häufigsten Fischarten. Sie wird nicht besetzt und wurde an den Probestellen S-6 und S-8 bis S-13 auch mit zahlreichen 0+-Individuen nachgewiesen. Eine gut funktionierende natürliche Fortpflanzung kann in der Äschenregion der Sitter als gesichert angesehen werden.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Schneider:

Abschnitt	1		2		3									
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13
Reproduktion														

**Strömer:**

Bei den Befischungen vorliegender Untersuchung wurde in der Sitter lediglich ein Strömer (Probestelle S-8) dokumentiert. Bei einer anderen Befischungskampagne im Sommer 2010 wurden in der Sitter oberhalb und unterhalb dem Staubereich bei Bischofszell jedoch insgesamt 48 Strömer unterschiedlicher Altersklassen nachgewiesen (REY & WERNER, 2010). Es erscheint daher wahrscheinlich, dass in der Sitter zumindest stellenweise noch sich selbst erhaltende Strömervorkommen vorhanden sind.

Fachliche Einschätzung der Naturverlaichung Strömer:

Abschnitt	1		2		3									
Charakter	VA	RW	RW	RW	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Sw	Stau	RW
Stellen	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12		S-13
Reproduktion														

Für im Rahmen der Untersuchung nicht nachgewiesene Arten wird davon ausgegangen, dass diese in der Sitter derzeit nicht mit selbsterhaltenden Beständen vorkommen.

#### 4.1.7 Beurteilung nach Modulstufenkonzept Fische Stufe F

Die Befischungsdaten lassen eine Auswertung nach der Methode zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer des BUWAL auf dem Niveau Fische Stufe F (flächendeckend) zu (SCHAGER & PETER, 2004). Da es sich dabei um eine Standardmethode in der Schweiz zur Beurteilung des ökologischen Zustands handelt und zudem zumindest für den Thurgauer Abschnitt der Sitter bereits entsprechende Ergebnisse aus dem Jahr 2005 vorlagen (siehe Kap. 3.2.3), wurden die Befischungsdaten vorliegender Untersuchung ergänzend ebenfalls nach dieser Methode ausgewertet. Die Definition der Bewertungsparameter ist im Anhang in Kurzform aufgeführt (siehe Kap. 8.5, Seite 109). Für eingehendere Erläuterungen sei auf die Originalarbeit (SCHAGER & PETER, 2004) verwiesen, die auf der Homepage des BAFU zum kostenfreien Download zur Verfügung steht.

Als Indikatorarten sind nach SCHAGER & PETER (2004) und der fischzönotischen Referenz für das betrachtete Gewässer (siehe Kap. 3.1.2) folgende Arten heranzuziehen:

- Fischzönotischer Abschnitt 1: Bachforelle, Groppe
- Fischzönotischer Abschnitt 2: Bachforelle, Bachneunauge, Groppe, Trüsche
- Fischzönotischer Abschnitt 3: Äsche, Bachforelle, Bachneunauge, Barbe, Groppe, Hasel, Nase, Schneider, Strömer, Trüsche

Dabei ist zu berücksichtigen, dass zur Bewertung des Parameters 3 b) „durchschnittliche Dichte der anderen Indikatorarten“ Bachneunaugen, Barben, Nase und Trüsche auszuklammern sind, da diese Arten aufgrund ihres Verhaltens bzw. ihrer Habitatpräferenzen geklumpt im Gewässer vorkommen und daher durch Befischungen in der Regel nicht adäquat, d.h. ihrer tatsächlichen Populationsdichte entsprechend, erfasst werden (SCHAGER & PETER, 2004).

Da die zu berücksichtigenden Parameter bereits in der bisherigen Ergebnisvorstellung dargestellt wurden (s.o.), werden die Bewertungen nach dem Modul Fische Stufe F kurz in Tabellenform zusammengefasst (**Tabelle 4 & 5**). Da in der Sitter regelmässig und streckenweise massiv mit Bachforellen besetzt wird (siehe Kap. 4.2.1) und daher die natürliche Rekrutierung der Bestände anhand von Befischungsergebnissen nicht beurteilt werden kann, entzieht sich insbesondere der Parameter 2 a) „Populationsstruktur der Bachforelle“ einer abschliessenden Beurteilung. Um die Bewertung nach dem Modul Fische Stufe F überhaupt durchführen zu können, wurde der Faktor Besatz vernachlässigt. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Beurteilungsergebnisse aus diesem Grund tendenziell eher besser sind als die tatsächlichen, an den Probestellen vorliegenden fischökologischen Zustände. Dabei zeigt sich für den fischzönotischen Abschnitt 1 ein guter ökologischer Zustand, für den fischzönotischen Abschnitt

2 mässige bis schlechte und für den fischzönotischen Abschnitt 3 unbefriedigende bis schlechte Bewertungen.

Tabelle 4: Bewertung der Probestellen S-1 bis S-7 nach dem Modul Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004). (Ökologische Zustandsklassen: 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mässig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht)

Parameter	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
1 a) Artenspektrum	0	1	1	1	2	2	2
1 b) Dominanzverhältnis	0	0	0	0	0	0	0
2 a) Populationsstruktur der Bachforelle	0	1	2	2	3	3	3
2 b) Populationsstruktur restliche Indikatorarten	0	2	2	2	4	3	3
3 a) Bachforellendichte	0	4	4	4	4	4	4
3 b) durchschnittliche Dichte andere Indikatorarten	2	0	2	0	3	3	3
4) Deformationen/Anomalien	2	0	0	0	0	0	0
Punktesumme	4	8	11	9	16	15	15
Ökologische Zustandsklasse	2	3	4	3	5	5	5

Tabelle 5: Bewertung der Probestellen S-8 bis S-13 nach dem Modul Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004). (Ökologische Zustandsklassen: 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mässig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht. S-12a bezieht die im Rahmen einer anderen Befischungskampagne im Sommer 2010 für diese Probestelle erhobenen Daten mit ein.)

Parameter	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-12a	S-13
1 a) Artenspektrum	1	2	2	2	2	1	2
1 b) Dominanzverhältnis	0	0	0	0	1	0	0
2 a) Populationsstruktur der Bachforelle	3	2	3	2	4	4	1
2 b) Populationsstruktur restliche Indikatorarten	1	2	3	3	3	2	3
3 a) Bachforellendichte	4	4	4	4	4	4	4
3 b) durchschnittliche Dichte andere Indikatorarten	2	3	3	3	3	2	3
4) Deformationen/Anomalien	0	0	0	0	0	2	0
Punktesumme	11	13	15	14	17	15	13
Beurteilung des ökologischen Zustands	4	4	5	5	5	5	4

## 4.2 Makrozoobenthos-Beprobungen

Bei den im Hinblick auf das Vorhandensein von Fischnährtieren durchgeführten Benthos-Beprobungen zeigten sich in der gesamten Sitter vergleichsweise geringe Makrozoobenthos-Biomassen (Abbildung 81). In praktisch allen Fällen wurde bei der Frühjahrsbeprobung eine höhere Biomasse festgestellt als im Herbst. Dies war besonders ausgeprägt an Probestellen oberhalb St. Gallen und an der Probestelle S-10 (Tobelmüli). Da sämtliche Benthos-Beprobungen frühestens acht Wochen nach hohen Abflusssituationen stattgefunden haben (bspw. Hochwasser im September 2010), können diese niedrigen Dichten nicht als Ausnahmen betrachtet werden.

Der obere Abschnitt der Sitter (S-1 bis S-4) ist von EPT (Gruppe von Indikatoren für gute Wasser- und Strukturqualität, bestehend aus Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren) geprägt und die Besiedlung ist - wie für Bergbäche typisch - recht divers. Dabei nahm im Frühjahr von Appenzell abwärts bis St. Gallen Hätteren (S-1 bis S-6) die insgesamt recht geringe Biomasse kontinuierlich ab, um dann zwischen St. Gallen und Bischofszell auf niederem Niveau zu schwanken. In praktisch allen Fällen wurde bei der Frühjahrsbeprobung eine höhere Biomasse festgestellt als im Herbst. Sie war dann stark vom Vorkommen einzelner grosser Taxa (z.B. Perlidae) abhängig.

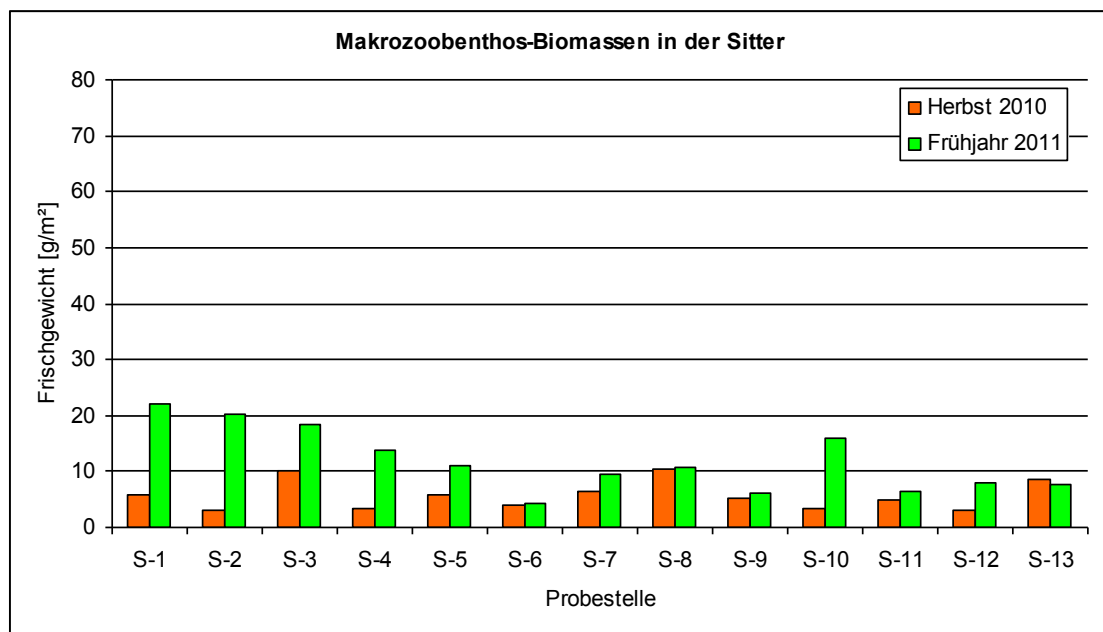


Abbildung 81: An den Probestellen in der Sitter vorgefundene Makrozoobenthos-Biomassen.

Ab der Rückleitung des Schwalls unterhalb KW Kubel (ab S-5) war der Gewässergrund an den Probestellen oft stark kolmatiert, was zu völlig veränderten Lebensraumbedingungen für Ma-

kroinvertebraten geführt hat (vgl. Kap. 4.5). In der Folge veränderten sich ab hier auch die Anteile der Taxa an der Biomasse deutlich. Ab S-5 wird die Benthos-Besiedlung von Dipteren geprägt (meist Chironomiden = Zuckmücken). Chironomidenlarven sind in der Regel sehr klein und somit als Fischnahrung eigentlich eher unattraktiv, zumal die meisten Arten in Sedimentröhren leben. Dies gilt nicht für Jung- und Kleinfische: so kann man davon ausgehen, dass z.B. die Schneider auch vom hohen Chironomidenaufkommen profitieren können. Ab Stelle S-5 wird die Sitter überwiegend von Chironomiden- und anderen Dipterenlarven dominiert, welche die ungünstigen Siedlungsbedingungen noch tolerieren (Abbildung **82** & Abbildung **83**), soweit die Kolmation der Sohle eine Besiedlung überhaupt noch zulässt (vgl. Kap. 4.5). Generell sind aber auch rheophile (z.B. Rhithrogena) und andere schwimmstarke Eintagsfliegenlarven (z.B. Baetiden) recht häufig, da sie den Schwall besser als andere Arten überstehen oder sich vor ihm in Sicherheit bringen können. An der Stelle S-9 (Lemisau) dominieren Ephemeropteren sogar die Biomasse mit rund 75%.

Der Staubereich (S-12) hebt sich deutlich von den übrigen Stellen ober- und unterhalb ab, und ist nahezu ausschliesslich von Dipteren besiedelt. Wie die bereits angesprochene Studie an der Sitter zwischen Sitterdorf und Mündung (REY & WERNER, 2010) zeigte, gibt es auch im freifliessenden Abschnitt oberhalb des Staus (S-12) eine Benthosbesiedlung, die einem naturnahen Fliessgewässer näher kommt.

Diese Muster sind in der Herbstbeprobung ausgeprägter als im Frühjahr. Der Hauptunterschied zwischen beiden Probenahmen ist der Anteil der EPT-Taxa an der Biomasse, der im Herbst gegenüber dem Frühjahr deutlich reduziert ist. Dies ist durch die Emergenz der adulten Tiere im späten Frühjahr und Sommer bedingt. So sind im Herbst primär junge oder sogar frisch geschlüpfte Larven im Gewässer, die für die Biomassebetrachtung kaum eine Rolle spielen. Über den Winter und das Frühjahr hinaus haben diese Junglarven einen deutlichen Längen- und Gewichtszuwachs erfahren, so dass ihr Anteil an der Frühjahr-Biomasse wieder deutlich erhöht ist.

Diese saisonalen Muster sind in ähnlicher Form auch bei den weiteren hemimetabolen Insektentaxa feststellbar (Chironomiden, Simuliiden, sonstige Diptera). Taxa, die permanent im Wasser leben (holometabole Insekten und andere Gruppen), haben in der Sitter dagegen einen geringen Anteil an der Benthosbiomasse. Gammariden, die als gutes Fischfutter gelten, wurden, wie Mollusca (Schnecken und Muscheln), nur vereinzelt gefunden. Auch Käfer (Coleoptera) erreichen mit Ausnahme der Stelle S-5 im Herbst (>5%) meist nur sehr geringe Anteile an der Biomasse. Die dabei dominierenden Elmidae (Hakenkäfer) sind zwar oft in hohen Individuendichten aufgetreten, aber aufgrund der geringen Grösse und der somit geringen Biomasse als Fischnährtiere weniger bedeutend.

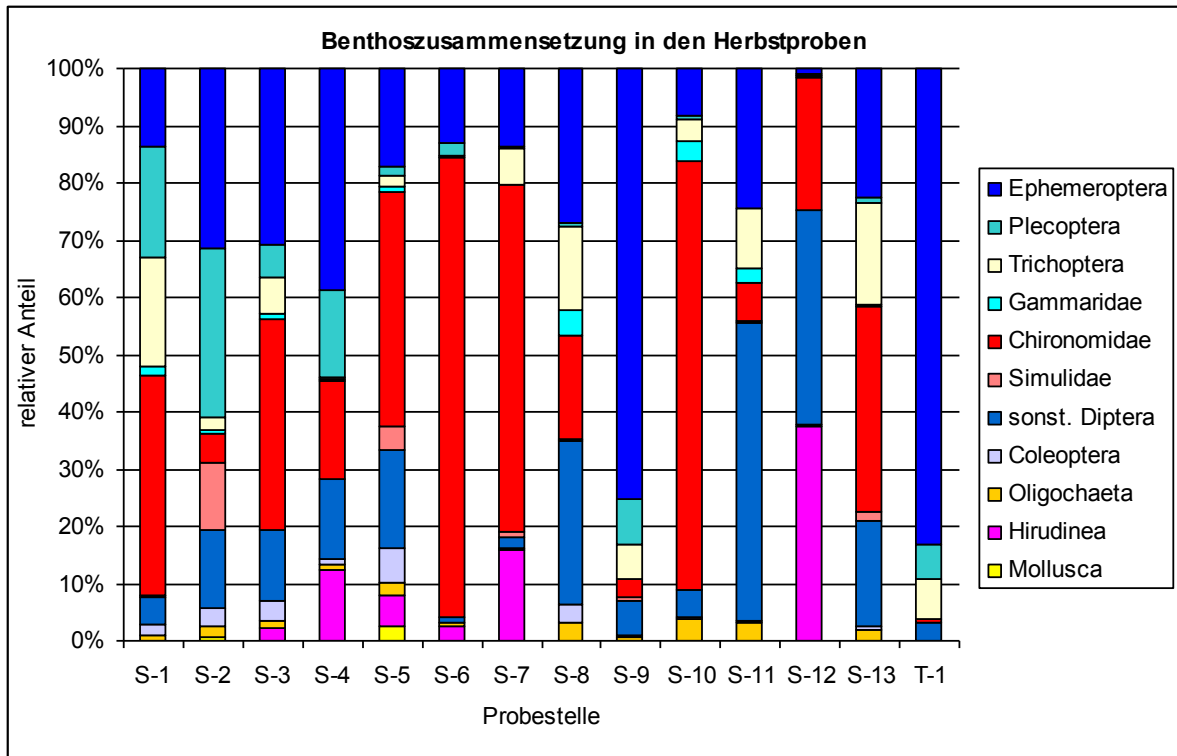


Abbildung 82: Zusammensetzung des Makrozoobenthos an den im Rahmen vorliegender Untersuchung im Herbst 2010 beprobten Stellen. In Blautönen gehalten sind Gruppen, die i.d.R. in Fließgewässern eine grosse Rolle als Fischnährtiere spielen. (Anteile nach Frischgewicht)

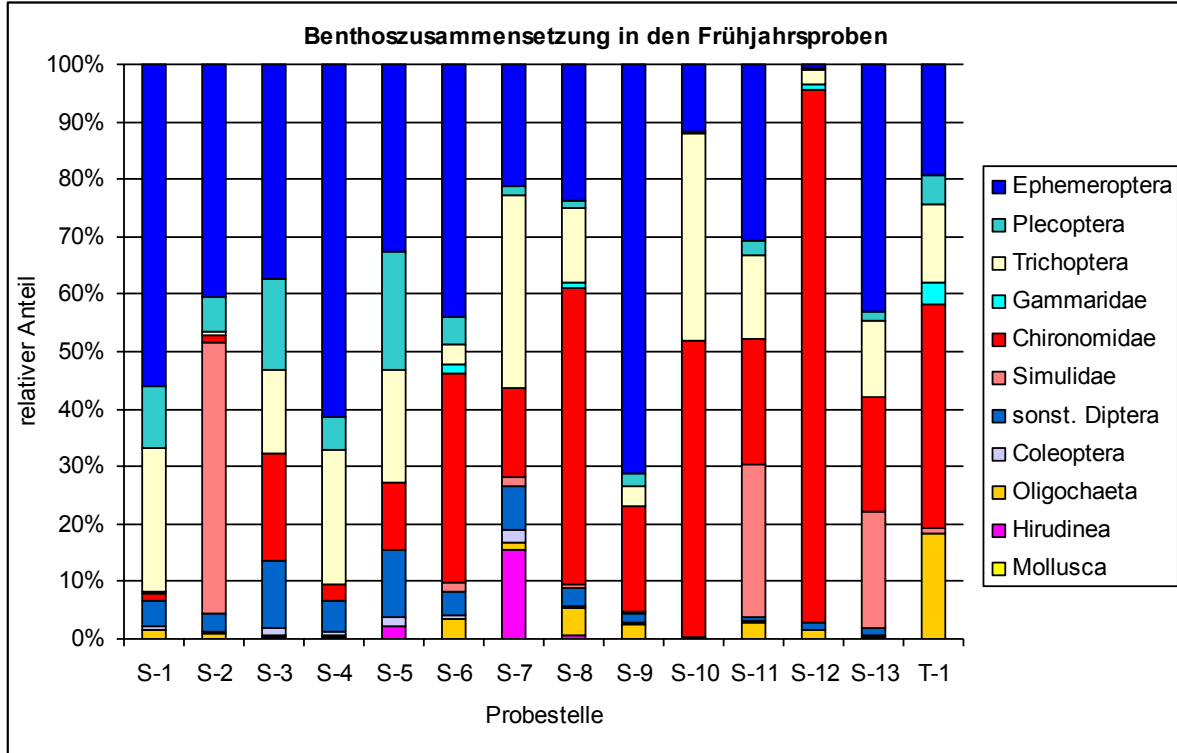


Abbildung 83: Zusammensetzung des Makrozoobenthos an den im Rahmen vorliegender Untersuchung im April 2011 beprobten Stellen. In Blautönen gehalten sind Gruppen, die i.d.R. in Fließgewässern eine grosse Rolle als Fischnährtiere spielen. (Anteile nach Frischgewicht)

Weitere Taxa, die ständig in der Sitter leben, sind Würmer (Oligochaeta) und Egel (Hirudinea). Die Biomasse der im Substrat lebenden Würmer ist in der Sitter sehr gering. Dies deutet auf Defizite ihres Lebensraums. In Abschnitten mit Geschiebemangel und in stark kolmatierten Abschnitten (von S-5 flussabwärts) ist ihr Anteil sehr gering. Würmer können in Sohlenbereichen, die leicht durchwühlbar sind, wichtiger Bestandteil der Nahrung von bodenorientierten Fischarten wie Barben, Gründling, Groppen und Schmerlen sein. Egel kommen regelmässig in grossen Individuen vor, die dann einen hohen Anteil an der Biomasse ausmachen können und somit auch für grosse Fische als Nahrung attraktiv sein können.

Ephemeropteren und Plecopteren sind vagile Tierarten, die nicht zuletzt auch aufgrund ihrer Grösse als gute Fischnahrung gelten. Bei den Trichopteren ist im Hinblick auf die Fischnahrung funktionell zwischen köcherlosen und köchertragenden Arten zu unterscheiden. Arten wie *Rhyacophila* und *Hydropsysche* sind als grosse, köcherlose Arten attraktive Beutetiere.

Im Herbst war der Anteil von grossen, im Substrat lebenden Dipterenlarven (Limoniidae u.ä.) an fast allen Probestellen markant. Diese Larven können als gute Nahrung für Barben angesehen werden. Ob diese Nahrung auch für Salmoniden zugänglich ist, ist fraglich. Lediglich die stark kolmatierten Stellen S-6 und S-7 waren kaum von diesen Dipteren besiedelt. Die höchste Biomasse dieser Dipteren wurde an der Stelle S-11 (Eberswil) in einem tiefen Hinterwasser erreicht. Im Frühjahr waren die Biomassen der Dipterenlarven an den Stellen S-1 bis S-7 hingegen höher als weiter flussabwärts – vermutlich aber nur aufgrund der in den Tallagen bereits fortgeschrittenen Emergenz.

Simuliiden (Kriebelmücken) waren nur an stark strömenden Stellen vertreten, an der Stelle nahe der Rotbachmündung (S-2) waren diese halbsessilen Larven sehr häufig (im Frühjahr: >45% Anteil an der Biomasse).

### 4.3 Bonitierung

Die Abschätzung der fischereilichen Ertragsfähigkeit für die einzelnen Probestellen der Sitter wurde nach AQUARIUS (1995) durchgeführt (siehe Kap. 2.6). Mit Hilfe dieser Formel wurden für die einzelnen Untersuchungsstellen Ertragsfähigkeiten ermittelt (Tabelle 6). Dabei zeigen sich überwiegend vergleichsweise geringe Werte, aber auch grosse Unterschiede zwischen den Probestellen. Diese Unterschiede könnten nach unserer Einschätzung auch Anzeichen für mögliche Fehleinschätzungen sein. Daher empfiehlt sich eine Kondensierung dieser Ergebnisse.

Tabelle 6: Ergebnisse der Berechnung der Ertragsfähigkeit für die einzelnen Probestellen nach Aquarius (1995).

Probestelle	B	k1	k2	RQ	k3	JHE [kg]
S-1	3,5	0,75	1,5	1	1	39,38
S-2	3,5	0,75	1,5	0,5	1	19,69
S-3	3,5	0,75	1,5	0,5	1	19,69
S-4	3	0,75	1,5	0,5	1	16,88
S-5	2,5	0,75	0,7	1	1,25	16,41
S-6	1	0,75	1,5	1	1,25	14,06
S-7	2	0,75	1,3	1	1,25	24,38
S-8	3,5	0,75	1,5	1	1,25	49,22
S-9	2	0,75	1,5	1	1,25	28,13
S-10	2	0,75	1,3	1	1,25	28,13
S-11	2	0,75	1,2	1	1,25	22,50
S-12	1,2	0,75	0,7	1	1,25	7,88
S-13	3	0,75	1,3	1	1,25	36,56

Unter der Voraussetzung, dass die Auswahl der Probestellen repräsentativ für die einzelnen fischzönotischen Abschnitte ist, können basierend auf diesen Schätzungen durch Mittelwertbildungen Aussagen über die mittlere Ertragsfähigkeit der Sitter in diesem Abschnitten gemacht werden. Die auf diese Weise hergeleitete Ertragsfähigkeit für die einzelnen Abschnitte ist in **Tabelle 7**, S. 56 angegeben.

Im fischzönotischen Abschnitt 1 lag mit S-1 nur eine Probestelle vorliegender Untersuchung. Hier wurde eine Fischbiomasse aller Arten von knapp 140 kg/ha festgestellt, wobei Forellen davon knapp ca. 130 kg/ha ausgemacht haben (vgl. Abbildung 69, Seite 49). Unter guten Voraussetzungen erscheint es möglich, dass diese Fischbiomasse einen jährlichen Ertrag von um die 40 kg/ha zulässt. Eine exakte Überprüfung anhand der Fangstatistiken ist für diesen Abschnitt nicht möglich, da in der Fangstatistik keine Gewichtsangaben geführt werden. Durch Abschätzung der mittleren Stückgewichte lassen sich jedoch Erträge grob abschätzen. Auf diese Weise wird ein mittlerer Ertrag von ca. 57 kg/ha pro Jahr abgeschätzt. Diese Abschätzung bleibt jedoch ungenau, da für den Abschnitt 1 keine Besatzzahlen vorliegen, wohl aber Besätze stattfinden. Daher ist der tatsächliche, fischereiliche Ertrag insgesamt geringer. Weiterhin standen uns für diesen Abschnitt keine offiziellen Gewässerflächenbilanzen vor, weshalb die Gewässerfläche geschätzt werden musste. Aufgrund dieser Ungenauigkeiten erscheint ein Ertragsvermögen von rund 40 kg/ha kann daher durchaus plausibel.

Für den fischzönotischen Abschnitt 2 wurde anhand der durchgeführten Befischungen eine mittlere Fischbiomasse von ca. 46 kg/ha abgeschätzt (siehe Kap. 4.1.3). Basierend auf diesem Wert erscheint die für diesen Abschnitt errechnete Ertragsfähigkeit als zu hoch gegriffen. Auch durch die Fischereistatistik wird diese Einschätzung unterstützt: Zwar wurden in den vergangenen 15 Jahren im Mittel jährlich ca. 15 kg/ha gefangen (siehe Kap. 3.2.2), allerdings wurde in diesem Abschnitt auch massiv mit Bachforellen besetzt (siehe Kap. 3.2.1), sodass der tatsächliche fischereiliche Ertrag pro Jahr im Mittel nur noch bei etwa 10 kg/ha liegt.

Tabelle 7: Abschätzung der mittleren fischereilichen Ertragsfähigkeit für die fischzönotischen Abschnitte der Sitter. (Der Staubereich bei Bischofszell wurde wegen seiner Sonderstellung hier nicht berücksichtigt!)

<b>Fischzönotischer Abschnitt</b>	<b>Geschätzte Ertragsfähigkeit [kg/ha x a]</b>
<b>Abschnitt 1</b> (Oberhalb der Schwelle in der Schwaneren bis zum Sitterursprung)	<b>ca. 40</b>
<b>Abschnitt 2</b> (Urnäschmündung bis zur Schwelle in der Schwaneren, gültig für Restwasserstrecke)	<b>ca. 19</b>
<b>Abschnitt 3</b> (Mündung in die Thur bis Urnäschmündung)	<b>ca. 27</b>

*Anm.: Zur Bonitierung von Strecken, die ausserhalb von in vorliegender Untersuchung bearbeiteten Probestellen liegen, sind diese Abschätzungen nicht geeignet, da die Übertragbarkeit durch Untersuchungen im Einzelfall überprüft werden müsste.*

Die mittlere abgeschätzte Fischbiomasse der Probestellen im fischzönotischen Abschnitt 3 liegt bei ca. 68 kg/ha (siehe Kap. 4.1.3). Da die fischereiliche Ertragsfähigkeit in der Regel bei ca. 1/3 bis 1/5 der vorhandenen Fischbiomassen liegt, erscheint der über die Bonitierung errechnete Wert als sehr hoch. Auch im Vergleich mit den registrierten Fangmengen der vergangenen 15 Jahre wirkt die geschätzte Ertragsfähigkeit hoch: So wurden in den Revieren in St. Gallen im Durchschnitt rund 10 kg pro Hektar und Jahr gefangen, in den Thurgauer Revieren wurde lediglich ein Mittelwert von ca. 3 kg/ha registriert (siehe Kap. 3.2.2). Zwar ist es wahrscheinlich, dass durch die derzeitige fischereiliche Bewirtschaftung nicht die gesamte Ertragsfähigkeit abgeschöpft wird – vor allem durch gezieltes Befischen präferierter Arten – ; dennoch stehen die dokumentierten Fänge in einem deutlichen Missverhältnis zur geschätzten Ertragsfähigkeit. Wir gehen daher davon aus, dass die tatsächliche mittlere Ertragsfähigkeit im Abschnitt 3 im derzeitigen Zustand der Sitter geringer ist als durch die Bonitierung abgeschätzt.

## 4.4 Überprüfung von Wanderhindernissen

### 4.4.1 Querbauwerke und Fischaufstiegsanlagen

Im Rahmen vorliegender Untersuchung sollten die Querbauwerke in Bischofszell, Sitterdorf und List, sowie für die Wasserkraftanlagen Erlenholz, Burentobel und Sitterthal einer weiteren Einschätzung unterzogen werden (vgl. Kap. 3.6).

Die beiden untersten Querbauwerke in der Sitter, das Wehr Sittermühle in Bischofszell (**Abbildung 84**) und das Wehr in Sitterdorf (**Abbildung 85**), sind für sämtliche Fischarten aufwärts unüberwindbar. Bei ausreichendem Wehrüberlauf können Fische abwärts über das Wehr Sitterdorf gelangen, am Wehr Sittermühle ist die Fallhöhe zu gross, um allen Fischen einen schadlosen Fall zu ermöglichen. An keinem dieser Wehre sind Fischauf- bzw. Abstiegshilfen realisiert. Das Wehr in Bischofszell wurde auf einer Felsrippe errichtet, welche in der derzeitigen Ausprägung wahrscheinlich ein natürliches, für die meisten Arten unüberwindbares Wanderhindernis darstellt. Basierend auf dieser Einschätzung wurde bisher kein Handlungsbedarf für die Errichtung einer Fischaufstiegsanlage gesehen. Aufgrund der Bauweise des Bauwerks ist die Fischgängigkeit der Felsrippe für uns nicht mehr beurteilbar. Wird jedoch die natürliche Fischbesiedlung der Thur und der Sitter betrachtet, so muss davon ausgegangen werden, dass dieser Bereich ursprünglich für aufwärts wandernde Fische überwindbar gewesen ist (vgl. Kap. 4.1.2).

Die Wehre am KW Sitterthal (**Abbildung 86**), am KW Burentobel (**Abbildung 87**) und am KW Erlenholz (**Abbildung 88 & Abbildung 89**) sind dagegen mit Fischaufstiegsanlagen versehen, die im Rahmen vorliegender Untersuchung durch Inaugenscheinnahme beurteilt wurden (**Tabelle 8**). Dabei kommen wir zu folgendem Schluss

- dass die Anlage am KW Burentobel wahrscheinlich gut funktioniert und allen Fischarten und Grössenklassen ein Umschwimmen des Wehrs ermöglichen sollte.
- dass der Fischpass am Wehr Sitterthal mehrere Mängel aufweist und daher nicht uneingeschränkt fischgängig ist.
- dass auch die Anlage am KW Erlenholz offensichtliche Mängel zeigt, so dass auch hier bestenfalls von einer eingeschränkten Funktion ausgegangen werden darf.

Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Funktionsfähigkeit dieser Fischaufstiegsanlagen abhängig von den Abflusssituationen und damit auch vom Schwall-/Sunkregime ist. Dies konnte an der Anlage am Wehr des KW Erlenholz aufgezeigt werden, da beim Ortstermin sowohl

Schwall- als auch Sunkbedingungen beurteilt werden konnten. So ist bei Sunk der Einstieg zwar gut auffindbar, aber nur über einen Absturz von ca. 30 cm zu erreichen, während unter Schwallbedingungen kein Niveauunterschied mehr besteht, aber die Lockströmung relativ zum gesamten Strömungsbild für Fische kaum wahrnehmbar ist.

Dem obersten Wehr, dem Stauwehr List, fehlt wiederum eine Fischaufstiegsanlage (**Abbildung 90 & Abbildung 91**). Auch dieses Querbauwerk wird als unpassierbar für Fische eingestuft. Nach unserer Einschätzung ist diese Anlage auch bei Wehrüberfall selbst für starke Schwimmer nicht passierbar.

Tabelle 8: Zusammenfassung der Beurteilungen für die begutachteten Fischaufstiegsanlagen.

<b>Kraftwerk</b>	Sitterthal	Burentobel	Erlenholz (Sunk)	Erlenholz (Schwall)
<b>Auffindbarkeit</b>	möglich	sehr gut	gut	schwierig
<b>Einstieg</b>	problemlos möglich	problemlos möglich	kaum möglich, 30 cm Hindernis	möglich
<b>Winkel zur Hauptströmung</b>	45°	0°	bei Sunk selbst Hauptströmung	90°
<b>Entfernung zur Hauptströmung</b>	20 m	0,5 m	Bei Sunk selbst Hauptströmung	40 m, gegenüberliegendes Ufer
<b>Entfernung zur Nebenströmung</b>	3 m	0 m	-	2 m
<b>Niveauunterschied des Wehrs (ca.)</b>	3 m	3 m	4 m	4 m
<b>Beckenausmasse</b>	ca. 1 m x 1,7 m	ca. 1,5 m x 2 m (unten) ca. 1,5 m x 1 m (oben)	ca. 1,5 m x 2 m	ca. 1,5 m x 2 m
<b>Beckentiefe (wassergefüllt)</b>	gut, wohl > 1m	70 cm - 1 m	ca. 70 cm	ca. 1 m
<b>Durchgängigkeit</b>	gut	gut	eingeschränkt, ca 50 cm Absturz in Fischtreppe an Schlitz (Verkläusung?)	eingeschränkt, ca 50 cm Absturz in Fischtreppe an Schlitz (Verkläusung?)
<b>Substrat</b>	unbekannt, trüb	Kies, Sand, vereinzelt Holz	Steine	Steine
<b>Fliessgeschwindigkeit im Slot</b>	75 cm / s	0,5 m / s	70 cm / s	≥ 1 m / s
<b>Ausstieg</b>	nicht optimal, recht hoher Absturz, schmal, hohe Fliessgeschwindigkeit	gut	nicht einsehbar	nicht einsehbar
<b>Abstieg</b>	schlecht auffindbar	möglich	schwer möglich, da Hauptströmung im Kraftwerkskanal, der vorher abzweigt	schwer möglich, da Hauptströmung über das Wehr / Kraftwerkskanal geht
<b>Typ</b>	vertical slot pass	vertical slot pass	vertical slot pass	vertical slot pass
<b>weitere Bemerkungen</b>	-	-	bei Sunk maximale Fliesshöhe in Sitter RW: 20 cm; Temp. Restwassertümpel ≥ 25°C	danach Fliesshöhe in Sitter RW ca 40 cm
<b>Beurteilung</b>	befriedigend	gut	ausreichend- mangelhaft	ausreichend- mangelhaft



Abbildung 84: Wehr Sittermühle Bischofszell. Blick Sitterabwärts.



Abbildung 85: Wehr Sitterdorf bei leichter Überströmung.



Abbildung 86: Wehr des KW Sitterthal vom Unterwasser aus betrachtet. Links im Bild der Eingang zum Fischpass.



Abbildung 87: Wehr des KW Burentobel vom Unterwasser aus gesehen. In der Bildmitte: der Eingang zum Fischpass.



Abbildung 88: Das Wehr des KW Erlenholz bei Sunk vom Unterwasser aus gesehen. Auf der linken Seite ist die Fischaufstiegsanlage zu sehen.



Abbildung 89: Das Wehr des KW Erlenholz bei Schwall.



Abbildung 90: Das Stauwehr List vom Unterwasser aus gesehen.



Abbildung 91: Dem Wehr List fehlt eine Fischeufstiegsanlage. Es ist für Fische in Richtung stromaufwärts nicht passierbar.

#### 4.4.2 Restwasserstrecke unterhalb Stauwehr List

Die meist zu geringe Wasserführung direkt unterhalb des Stauwehrs List führt zur Ausbildung von Wanderhindernissen, die bei einer natürlichen Wasserführung überwindbar wären. Bereits innerhalb der obersten ca. 400 Meter dieser Restwasserstrecke wurden sechs Flachstellen dokumentiert (**Abbildung 92**), die für eine Durchwanderbarkeit durch Bachforellen kritisch sind, sowie drei Abstürze (**Abbildung 93**), die für Groppen und z.T. auch für Bachforellen nicht überwindbar sind.

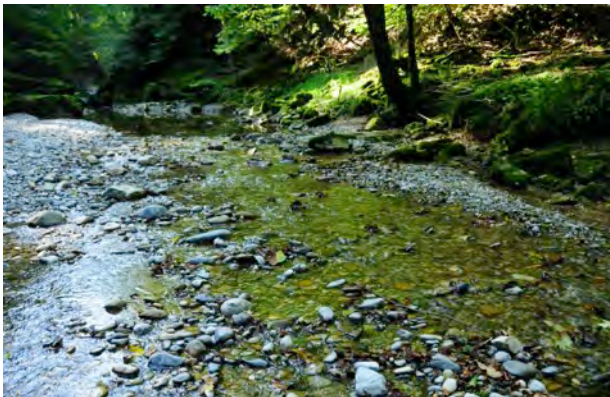


Abbildung 92: Flachstellen verhindern bei derzeitiger Mindestdotations eine freie Durchwanderbarkeit für Bachforellen in der Restwasserstrecke unterhalb des Wehrs List.

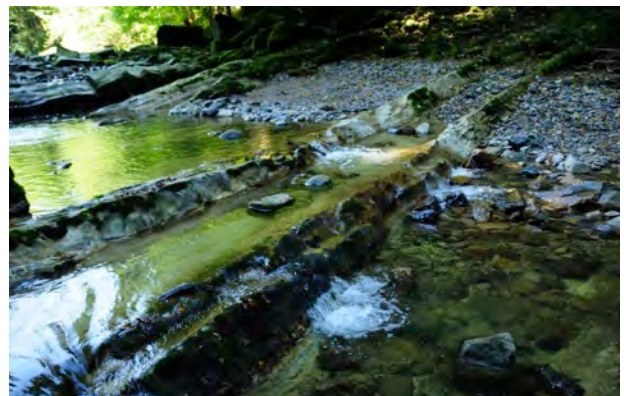


Abbildung 93: Abstürze an Felsrippen wenige hundert Meter unterhalb dem Wehr List stellen unter Restwasserbedingungen ein Wanderhindernis für Groppen dar und sind auch für Bachforellen als kritisch zu bewerten.

Bachforellen benötigen für die freie Durchwanderbarkeit eines Gewässerabschnitts minimale Wassertiefen von doppelter bis dreifacher Körperhöhe, bei durchschnittlichen Fischgrößen also 20-30 cm. Geringere Wassertiefen von mindestens Körperhöhe können maximal über eine Länge von zwei Metern durchschwommen werden (LFU, 2005). Die Groppe dagegen kommt als Kleinfischart auch mit geringen Wassertiefen zurecht, kann dagegen aber kleine Abstürze weniger gut überwinden. Abstürze ab ca. 5 cm Höhe können für Groppen bereits Hindernisse darstellen, sofern keine Möglichkeit besteht, sie durch Ritzen oder Lückenräume zwischen den Steinen zu passieren. Dagegen können grosse Bachforellen in Ausnahmefällen (z.B. ausreichend tiefes Unterwasser) Abstürze bis zu 0,8 m Höhe überwinden.

Beurteilt man die ersten ca. 400 Meter Restwasserstrecke unterhalb des Wehrs List unter diesen Gesichtspunkten, stellen sie zumindest in Summe sowohl für Bachforellen als auch für Groppen unüberwindbare Hindernisse dar. Die beispielhaft vermessenen Flachstellen wiesen mittlere Wassertiefen zwischen 13,2 und 15,5 cm auf und waren 6 bis 15 m lang. Dabei wurde als geringste Tiefe im Talweg 5 cm gemessen. Der längste Talweg, der weniger als 20 cm Wassertiefe aufwies, war 11,5 m lang.

Innerhalb der weiteren Restwasserstrecke – und besonders noch oberhalb der Rotbachmündung – befinden sich zahlreiche weitere Hindernisse, die im Rahmen vorliegender Untersuchung nicht genauer vermessen und dokumentiert wurden. Zur Verbesserung der Situation müssten in einer speziellen Restwasseruntersuchung die entscheidenden Wanderhindernisse identifiziert und im Rahmen eines Dotationsversuches überprüft werden, welche Restwassermenge die Durchgängigkeit des Kontinuums und damit die ökologische Funktionsfähigkeit der für die Wasserkraft genutzten Sitter gewährleistet.

#### **4.4.3 Restwassermengen**

Die am 26.08.2011 im Verlauf der oben beschriebenen Begehung beobachteten niedrigen Restwassermengen spiegelten die gesetzlichen Dotierwassermengen nicht annähernd wider. Leider konnten keine präzisen Abflussmessungen durchgeführt werden; neben der fotografischen Dokumentation (s.o) wurde der jeweilige Abfluss deshalb so genau wie möglich abgeschätzt (Benetzte Breite x durchschnittliche Wassertiefe x Fliessgeschwindigkeit mittels Driftkörpermethode).

Am KW List gilt die gesetzliche Dotierwassermenge von 80 l/s. Direkt unterhalb des Wehrs wurde vormittags jedoch nur eine Restwassermenge von ca. 7.5 l/s beobachtet. Im Laufe der

Restwasserstrecke findet bald lateraler Wasserzufluss statt, dennoch blieb der Abfluss in den obersten Abschnitten der Restwasserstrecke unter ca. 20 l/s.

Unterhalb des Wehrs Erlenholz flossen um die Mittagszeit nur ca. 30 l/s Restwasser durch den Fischpass, obwohl die gesetzliche Dotierwassermenge bei 650 l/s liegt. Das Restwassergerinne unterhalb des Wehrbeckens wies über eine Strecke von mehreren Metern eine sehr geringe Wassertiefe von maximal 20 cm auf. Diese geringen Wassertiefen stellen, wie oben beschrieben, temporäre Wanderhindernisse dar. Noch kritischer als dieser Effekt erscheint die Unterbrechung des Kontinuums abseits der Niederwasserrinne und die Entstehung von Restwassertümpeln. Dort konnten Wassertemperaturen von deutlich über 25°C festgestellt werden. Während der Begehung kam es zum Wehrüberlauf. Danach setzte sehr schnell ein Schwall von ca. 3000 l/s ein.

In Restwassertümpeln kam es zu einem starken Abfall der Wassertemperatur. Ein solch abrupter Wechsel der Wassertemperatur ist für einige Fischarten als physiologisch bedenklich einzustufen. Das Verhältnis zwischen Restwasserführung und Schwall von ca. 100:1 liegt jenseits ökologisch verträglicher Werte. Würden die 650 l/s Dotierwasser als Restwassermenge abfließen, dann läge dieser Wert lediglich bei 4,6:1 und wäre tolerierbar, zumal das Becken unterhalb des Wehrs und das ca. 35 m breite Flussbett der Sitter an dieser Stelle den Schwall dämpfen.

Im Bereich der Sitter unterhalb des Wehrs Erlenholz sollte die Dotierwassermenge regelmässig geprüft und die konsequente Einhaltung der festgesetzten Dotierwassermengen in diesem Sitterabschnitt gefordert werden. Vor allem in Hitzephasen (wie im August 2011) sind stark unterschrittene Restwassermengen bedrohlich für Kaltwasserfischarten.

## 4.5 Beobachtungen zu Schwall und Sunk

Während die wohl entscheidenden Defizite des zu geringen Restwassers die Einschränkung der Durchgängigkeit und der Lebensraumqualität sowie –quantität sind, bedingt Kraftwerkswall mehrere Faktoren, die sich negativ auf Gewässerorganismen, Lebensräume und biologische Prozesse auswirken. Und ähnlich, wie bei der Frage zur ökologisch vertretbaren Restwassermenge für die Sitter noch Abklärungen anstehen, sollten auch die beim Schwallbetrieb steuerbaren Parameter noch einer Verträglichkeitsprüfung unterzogen werden; hierzu gehören:

- die Amplitude zwischen Sunk (Grundlast) und Schwallspitze (Volllast);
- die Geschwindigkeit, mit der der Schwall eintritt und damit die Energie, die auf Wasserkörper und Gewässersohle einwirkt;

- die Geschwindigkeit des Eintretens des Sunks und damit des Trockenfallens benetzter Gewässerflächen;
- die durch die Schwallenergie mobilisierten Feststoffe und damit Erosionserscheinungen, Geschiebeumlagerung und Trübung;
- die durch Eintrag von Feinstoffen erzeugte Kolmation (Versiegelung) der Gewässersohle.

Zuvor sollte entlang der Sitter jedoch der genaue Ursprung von schwallerzeugenden Abflussänderungen lokalisiert und untersucht werden. Wie oben beschrieben, kommt es – statt einer kontinuierlichen Dotierung – auch zu Schwallereignissen zwischen den einzelnen KW-Stufen der Restwasserstrecke. Dabei ist das KW-Regime der SAK in Zusammenhang mit dem Betrieb privater Kleinkraftwerke zu betrachten.

Ergänzend zu einer bereits durchgeführten Untersuchung (LIMNEX, 2000) im Zusammenhang mit dem Betrieb des KW Kubel (Kap. 3.5.2), sollen an dieser Stelle die im Rahmen der fischökologischen Detailstudie gemachten Beobachtungen vorgestellt werden.

#### 4.5.1 Schwallanstieg und Sunkverlauf

Generell geht man in Expertenkreisen davon aus, dass der Sunk über das Stranden von Organismen unter den aquatischen Biozöosen grösseren Schaden anrichten kann als der Schwall durch Verdriftung, Sohlenumlagerung und Zerstörung von Gelegen. Die Schwall-Sunk-Amplitude ist für solche Schäden selbst nicht verantwortlich; je grösser diese Amplitude aber ist, desto wahrscheinlicher ist auch

- ein grossräumiger Wechsel von benetzten und unbenetzten Gerinneflächen;
- eine hohe Geschwindigkeit von Schwallanstieg und Sunk.

Geschwindigkeiten von Schwallanstieg von weniger als 0,4 cm/min bzw. 24 cm/h halten wir auch für Fischbrut als unbedenklich (WERNER ET AL. 2010) (Tabelle 9). Voraussetzung ist allerdings eine einigermaßen naturnahe Gerinneausprägung mit Strömungsgradienten vom Ufer zur Hauptrinne, die den Tieren ein Ausweichen in weniger durchströmte ufernahe Bereiche ermöglicht. Dagegen sollten die Sunkgeschwindigkeiten höchstens 0,2 cm/min (12 cm/h) betragen, um den Brütlingen und sensiblen Wirbellosen die Möglichkeit zu geben, auch wieder ständig benetzte Flächen zu erreichen.

Tabelle 9: Beispielhafte Limiten für den Schwall- und Sunkverlauf eines Kraftwerks im Engadin (nach WERNER ET AL, 2010). Schwallanstiegswerte=blau, Sunkwerte=rot.

	Toleranzbereich	Schwallanstieg / Sunkverlauf	empfohlene Schwall-Sunk-Amplitude von Stufe zu Stufe
		Geschwindigkeit der Pegeländerung	
Schwall	optimal	< 0,25 cm/min	< 3,2:1
	∅ höchstens	0,4 cm/min	5:1
	nicht mehr tolerierbar	> 1 cm/min	10:1
Sunk	optimal	< 0,15 cm/min	< 3,2:1
	∅ höchstens	0,2 cm/min	5:1
	nicht mehr tolerierbar	> 0,4 cm/min	10:1

In der Sitter liegen die entsprechenden Werte stellenweise wahrscheinlich deutlich über diesen Vorgaben. Ein Schwallanstieg von ca. 15 cm in weniger als 15 min. (ca. 1 cm/min) zwang uns zum Abbruch einer Befischung (Abbildung 94) (19.10.2010, 11:40 Uhr) auf Höhe St. Gallen-Au, also innerhalb eines breiten Sitterabschnitts, der bereits 2,3 km unterhalb der Schwalleinleitung des KW Kubel und 1,6 km vor dem Wehr des KW Sitterthal liegt. Ähnliche Beobachtungen konnten an den beiden nächsten Stellen (S-6 und S-7) gemacht werden.



Abbildung 94: Wegen eines plötzlichen Schwallanstiegs an Stelle S-5 (St. Gallen - Au) mussten die Untersuchungen unterbrochen werden.



Abbildung 95: Auch bei Schwall deutlich erkennbare Schwall-Sunk-Linie am Gleithang der Stelle S-11. Die hellen, nicht bewachsenen Kiesflächen fallen täglich trocken und sind kaum besiedelt.

#### 4.5.2 Lebensraumverluste durch Trockenfallen

Während bei Sunk Flächen trockenfallen, die bei einem natürlichen Abflussregime durchflossen sind, kommt es bei Schwall zur periodischen Überflutung von Flächen, die bei natürlichem Abfluss die meiste Zeit unbenetzt bleiben. Während der Schwall auf diese Weise zu unnatürlicher Feststoffmobilisierung führt (Kap. 4.5.3), müssen die bei Sunk trockenfallenden Flächen als Verlust aquatischer Lebensräume angesehen werden.

Leider wirkt dieses Defizit innerhalb naturnaher Bachabschnitte mit guter Gerinne-Ufer-Verzahnung und/oder ausgeprägten Gleitufeln (Abbildung 95) sogar noch stärker als innerhalb strukturarmer, kanalartiger Strecken. Da die Sitter insgesamt gesehen eine noch eher naturnahe Struktur aufweist, ist das Problem des Trockenfallens hier als bedeutendes Defizit zu betrachten.

Mögliche Folgen sind:

- trockenfallende Abschnitte können nur kurzfristig durch sehr mobile (vagile) Organismen wie Jungfische und schnellschwimmende Wirbellose besiedelt werden;
- die Besiedlungsdichten auf temporär benetzten Flächen sind in der Regel sehr gering; das Gewässer verliert an Produktivität und damit Biomasse - vor allem an wirbellosen Fischnährtieren; diese geringe Produktivität konnte für die Sitter in vorliegender Untersuchung nachgewiesen werden;
- die marginalen, strömungsarmen und für sensible Organismen (z.B. Fisch-Brütlinge) besonders wichtigen Schutzräume des Gewässers gehen verloren; die Gefahr einer Abdrift bei einsetzendem Schwall steigt; dieser Aspekt könnte für die streckenweise sehr geringen Jungfischdichten in der Sitter mitverantwortlich sein.

#### 4.5.3 Feststoffmobilisierung

##### **Trübungen:**

Eine mit dem Schwallanstieg einhergehende Wassereintrübung ist in der Regel auf Remobilisierung feinen Sohlenmaterials (< Feinsandfraktion) und/oder die Erosion von Uferkanten mit entsprechenden Materialeinlagerungen zurückzuführen. In der Regel sind schwallbedingte und damit periodische Trübungen für Gewässerorganismen kaum als bedenklicher einzustufen als Trübungen, die bei Hochwasser entstehen. Falls dadurch allerdings ständig Sedimente erodiert oder Flächen abgeschwemmt werden, die Nähr- oder Schadstoffe einlagern, kann die Gesamtbilanz der Stoffeinträge gegenüber natürlichen Abflussbedingungen ansteigen.

In der Sitter trat mit jedem beobachteten Schwallereignis auch Trübung ein, allerdings an den verschiedenen Untersuchungsstellen in unterschiedlichem Masse. Dies führen wir auf die im Längsverlauf wechselnden Feinstoffreservoirs zurück. Bei Sunk lagern sich die entsprechenden Kornfraktionen wieder in Bereichen ab, die im Querschnitt die grössten Strömungsgradienten zeigen (Abbildung 96).



Abbildung 96: Für Schwallbetrieb typische Feinsedimentablagerungen auf ufernahen Steinen an der Stelle S-8 während Sunk (linkes Bild). Verbindet sich Feinsediment noch mit einer Aufwuchsschicht, so kann es die biogene Kalkbildung fördern und - wie in diesem Fall - zu harten Verkrustungen auf den Steinoberflächen führen (rechtes Bild).

### **Sanddrift:**

Ähnlich verhält es sich mit der Sanddrift, die allerdings bodennah abläuft und deshalb wenig zur Wassertrübung beiträgt. Ist Sanddrift mit grossem Energieeintrag kombiniert, z.B. bei sehr schnellem Schwallanstieg, dann kann es z.B. bei Fischen zu direkten Schädigungen der Schleimschicht führen und im schlimmsten Falle auch die Kiemen schädigen.

Inwieweit auch beim Schwall in der Sitter aggressive Sanddrift stattfindet, konnte durch die bisherigen Beobachtungen noch nicht belegt werden. Allerdings wird in der gesamten Sitter ungewöhnlich viel Sand transportiert. So findet man auf allen Sitterabschnitten ufernah mehr oder weniger mächtige Sandablagerungen (Abbildung 97), die innerhalb der schwallbeeinflussten Strecken periodisch mobilisiert werden. Wir gehen vorerst davon aus, dass dieser Sandtransport weniger direkt schädigend wirkt, sondern vielmehr zu massiven Kolmationerscheinungen und Entwertungen von Mesohabitaten führen kann.



Abbildung 97: Sandablagerungen an Stelle S-7 mit deutlichen Wasserstandsmarken, wie sie für Schwall-/Sunk-Verläufe typisch sind (linkes Bild). Bei jedem Schwallereignis wird hier Sand, der vom Hochwasser angelagert wird, wieder mobilisiert. Rechtes Bild: Sandriffles unterhalb des Wehrs Sitterdorf lagert sich in Bereichen ab, die vom Schwall nur selten erodiert werden.

**Geschiebetrieb:**

Was für die Sanddrift gilt, gilt noch mehr für die Mobilisierung grösserer Kornfraktionen (Feinkies bis Steine), die unter dem Begriff "Geschiebe" subsumiert sind. Hier reicht die vom Sitterschwall erzeugte Energie kaum aus, um zu massgeblichen Verlagerungen von Kieskubaturen zu führen. Die eigentlich strukturierenden Ereignisse in der Sitter bleiben unserer bisherigen Einschätzung nach die grösseren Hochwasserereignisse. Allerdings spielt für den Geschiebetransport das Mass der Flächenkolmatierung eine grosse Rolle. Die Kolmationserscheinungen sind, wie unten noch beschrieben wird, im schwallbeeinflussten Sitterabschnitt stark ausgeprägt.

Ein deutliches Geschiebedefizit wurde der Sitter bereits 2005 von SCHÄLCHLI ET AL. attestiert (vgl. Kapitel 3.5.3). Nachdem danach die Kiesentnahmen im Oberlauf reduziert wurden, sind es heute wohl hauptsächlich die Wehranlagen, die für den Geschieberückhalt verantwortlich sind. Besonders die Kornfraktionen Mittel- und Grobkies, die den Hauptanteil geeigneten Laichsubstrats ausmachen, fehlen innerhalb der Flieisstrecken oder sind kolmatiert (Kap. 4.5.4). Umgekehrt findet man z.B. sehr grosse Kiesmengen im Staubereich und in der Stauwurzel oberhalb des Wehrs Sittermühle, was die in diesem Abschnitt offenbar noch funktionierende Reproduktion von Kieslaichern erklärt (REY & WERNER, 2010). Wir empfehlen deshalb, mittels Laichgrubenkontrolle abzuklären, ob die Reproduktion auch innerhalb der Stauwurzeln der anderen Wehranlagen besser funktioniert als innerhalb der dazwischenliegenden Sitterabschnitte.

**4.5.4 Kolmationserscheinungen**

Deutliche Kolmationserscheinungen, also Verdichtungen und Versiegelungen der Interstitialräume, findet man entlang der gesamten durch KW-Betrieb besonders beeinflussten unteren Sitterabschnitte 3 und 2. Innerhalb des obersten Abschnitts 1 sind sie deutlich weniger ausgeprägt, aber durch den oben erwähnten Geschiebemangel ebenfalls noch immer präsent.

In der Restwasserstrecke entstehen Kolmationen durch Sedimentation feinsten Korngrössen innerhalb nur wenig benetzter Flächen, die kaum Strömung aufweisen und an denen Oberflächenwasser ins relativ grobkörnige Interstitial infiltriert, sowie durch Geschiebedefizit.

Innerhalb der schwallbeeinflussten Abschnitte entstehen Kolmationserscheinungen durch das Zusammenspiel von Geschiebedefizit (SCHÄLCHLI ET AL., 2005) und Auswirkungen des Schwallbetriebs. Sie sind in den stärker schwallbeeinflussten Strecken ausgeprägter und grossflächig. Bei Schwall werden alle kleinen Kornfraktionen bis etwa zum Mittelsand aktiv ins Interstitial gedrückt (--> starke innere Kolmation). Bei Sunk sedimentieren noch feinere Fraktionen auf der zuvor bereits verdichteten Sohle. In Bereichen, die danach völlig trocken fallen, kommt es so zu Verfestigungen grosser Kiesflächen und sonstiger Sohlenbereiche (Abbildung 98, Abbildung 99),

die nur noch bei extrem starken Hochwasserereignissen aufgerissen werden können. Auf diese Weise wird durch die Kolmation auch der Geschiebetrieb des noch vorliegenden Kieskörpers unterbunden; Energie wird dann eher ungebremst weitergeleitet (Abbildung 100) oder greift als Erosion an ungeschützten Uferbereichen an.

Alle durch Kolmation verdichteten Sohlenbereiche und Interstitialkörper werden als Lebensraum abgewertet oder entfallen ganz. Nur anspruchslosere Organismen (verschiedene Würmer und Dipterenlarven bei den Wirbellosen und möglicherweise Schmerlen bei den Fischen) können auch noch schwach kolmatierte Bereiche nutzen.

Besonders gravierend wirken sich Kolmationen auf die Reproduktion kieslaichender Fischarten aus, da diese verfestigten und nicht mehr durchlüfteten Kies nicht mehr als Laichsubstrat nutzen können. Das wenige, als lockere Kieslinsen vorliegende Laichsubstrat ist wahrscheinlich gegenüber Umlagerungen bei Hochwasser empfindlicher als grossvolumige und damit träge Kieskörper. Hier könnten Brutboxenversuchen noch klären helfen, wo an der Sitter die Gelege von Kieslaichern überhaupt noch eine Chance haben, sich zu entwickeln. Möglicherweise sind die durch Kolmation direkt und indirekt verursachten Verhältnisse auf der Bachsohle die entscheidenden Gründe dafür, dass in den mittleren und unteren Sitterabschnitten Bachforellen und Strömer sehr selten sind und sich Äschen offenbar gar nicht mehr reproduzieren können. Auch auf die Reproduktion von Kies-Haftlaichern wie Barben und Nasen wirken sich entsprechende Kolmationen wahrscheinlich negativ aus. Das deutlich stärkere Auftreten dieser Arten (ausser Äsche) im kiesreichen und nicht kolmatierten Abschnitt oberhalb der Stauwurzel von Stelle S-12 stützt diese Vermutung.

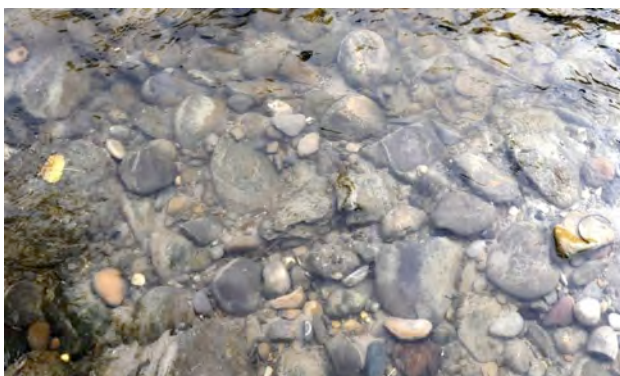


Abbildung 98: Hart versiegelte, "betonierte" Sohlenfläche an Stelle S-5 (St. Gallen-Au). Die einzelnen Steine können ohne Gerät nicht mehr aus der Sohle entfernt werden



Abbildung 99: Stark kolmatierte Steinfläche an Stelle S-8. Auch hier sind die Steinzwischenräume nicht mehr besiedelbar.



Abbildung 100: Kolmationen grosser Flächen, wie hier an Stelle S-5, entwerten den gesamten Lebensraum und fangen die Schwallenergie nicht mehr ab.



Abbildung 101: An mehreren Abschnitten, wie hier bei Stelle S-7, entstehen durch "Verkleben" grösserer Steine kleine Höhlen, die von Grosskrebse und Groppen als Unterschlupf genutzt werden.

Während die Reproduktionsverhältnisse für kieslaichende Fischarten in der Sitter offensichtlich ungünstig, stellenweise prekär sind, kommen Stein- und Edelkrebse auf einigen Strecken des unteren Sitterabschnitts 3 offenbar noch immer in Populationstärke vor. Durch das "Verkleben" grösserer Steine entstehen auch uferfern kleine Höhlen, die bei Schwall als Unterschlupf für die Grosskrebse und oft auch Groppen dienen (Abbildung **101**). Der Umkehrschluss, dass eine gesunde Stein- und Edelkrebspopulation in der Sitter von Kolmation und Schwall profitiert, kann jedoch nicht gezogen werden.

## 5 Diskussion der Ergebnisse

### 5.1 Einschätzung des fischbiologischen Zustands

#### 5.1.1 Sitter oberhalb der Schwelle in der Schwanteren – fischzönotischer Abschnitt 1

Im obersten fischzönotischen Abschnitt erscheint die Sitter fischbiologisch in einem guten Zustand. Hier gibt es fischökologisch keine Veränderungen gegenüber dem hypothetischen Referenzzustand (**Tabelle 10**): Bachforellen und Groppen kommen in gesunden, individuenreichen Beständen vor. Die Fischbiomasse und die fischereiliche Ertragsfähigkeit liegt in einem Grössenbereich, der auch für den natürlichen Zustand der Sitter in diesem Bereich angenommen wird. Auch die Beurteilung nach dem Modul Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004) attestiert der Fischbesiedlung in diesem Abschnitt einen guten ökologischen Zustand (**Tabelle 4**, Seite 60).

Allerdings ist derzeit nicht klar, inwiefern auch in der oberen Sitter bereits Geschiebedefizite und Kolmationserscheinungen die Reproduktionsbedingungen einschränken und der gute Bachforellenbestand auch von Besatzmassnahmen abhängig ist. Sollte sich die natürliche Reproduk-

tion als nicht ausreichend erweisen, was natürlich nur mittels eines Besatzstopps zu ermitteln wäre, so müsste auch die Beurteilung des fischbiologischen Zustands angepasst werden.

### 5.1.2 Sitter von der Schwelle in der Schwanteren bis zur Urnäschründung – fischzönotischer Abschnitt 2

Die Leitarten treten in diesem Abschnitt auch derzeit noch als Leitarten auf (**Tabelle 10**). Schmerlen, eigentlich eine typspezifische Art, kommen nach ihrer Häufigkeit beurteilt bereits als Leitart vor. Elritzen kommen seltener vor als für den Referenzzustand angenommen, Bachneunaugen und Trüschchen fehlen. Nach dem Modul Fische Stufe F (Schager & Peter, 2004) werden die Probestellen in diesem Abschnitt mit mässig bis unbefriedigend beurteilt (**Tabelle 4**, Seite 60). Auch bezogen auf die Fischbiomasse und die fischereiliche Ertragsfähigkeit muss dieser Abschnitt wesentlich schlechter als der hypothetische Referenzzustand bewertet werden. Insgesamt beurteilen wir auch den fischbiologischen Zustand dieses Abschnitts daher als stark verändert, insbesondere, weil der Bachforellenbestand hier mit grosser Wahrscheinlichkeit ohne regelmässige Besatzmassnahmen deutlich geringer wäre. Es ist davon auszugehen, dass die ungenügende Restwassermenge und deren Folgeerscheinungen (vgl. Kap. 3.5.1) im Grossteil dieses Abschnitts für die vorgefundenen Veränderungen hauptverantwortlich ist.

Tabelle 10: Vergleich von aktuell vorgefundenen Häufigkeiten mit den fischzönotischen Referenzen für die unterschiedlichen fischzönotischen Abschnitte der Sitter (vgl. Abbildung 10, Seite 20). LA: Leitart (Leitarten weisen eine relative Häufigkeit von  $\geq 5\%$  auf); TA: typspezifische Art (typspezifische Arten weisen eine Häufigkeit von  $1-5\%$  auf); BA: Begleitart (Begleitarten weisen eine Häufigkeit von  $< 1\%$  auf).

Zur besseren Lesbarkeit sind die Felder farbig hinterlegt (blau: Indikatorart nach SCHAGER & PETER (2004); weiss: Art weder in der Referenz noch aktuell vorkommend; grün: keine Veränderung im Artenvorkommen; gelb: Veränderung um eine Häufigkeitsklasse, ausser Herabstufung von Leitarten; rot: Herabstufung einer Leitart und/oder Veränderung um mehr als eine Häufigkeitsklasse)

Art	Abschnitt 1		Abschnitt 2		Abschnitt 3	
	Referenz	Aktuell	Referenz	Aktuell	Referenz	Aktuell
Aal	-	-	-	-	BA	-
Alet	-	-	-	-	LA	LA
Äsche	-	-	-	-	LA	BA
Bachforelle	LA	LA	LA	LA	LA	TA
Bachneunauge	-	-	BA	-	TA	-
Barbe	-	-	-	-	LA	LA
Blicke	-	-	-	-	BA	-
Brachsen	-	-	-	-	BA	-
Elritze	-	-	TA	BA	LA	BA
Flussbarsch	-	-	-	-	BA	-
Groppe	LA	LA	LA	LA	TA	TA
Gründling	-	-	-	-	LA	TA
Hasel	-	-	-	-	TA	BA
Hecht	-	-	-	-	BA	-
Karpfen (Wildf.)	-	-	-	-	BA	-
Lachs	-	-	-	-	BA	-
Laube	-	-	-	-	BA	-
Nase	-	-	-	-	LA	BA
Rotaugen	-	-	-	-	BA	BA
Rotfeder	-	-	-	-	BA	-
Schleie	-	-	-	-	BA	-
Schmerle	-	-	TA	LA	LA	LA
Schneider	-	-	-	-	LA	LA
Strömer	-	-	-	-	LA	BA
Trüsche	-	-	BA	-	TA	-

### 5.1.3 Untere Sitter ab Urnäschmündung – fischzönotischer Abschnitt 3

Der fischbiologische Zustand des fischzönotischen Abschnitts 3 (Äschenregion) muss gegenüber dem natürlichen Referenzzustand als stark verändert bewertet werden. Vor allem beim Vergleich der Artenzusammensetzung (**Tabelle 10**) zeigt sich dies deutlich. Schwerwiegend ist hierbei, dass viele Fischarten, die eigentlich den Status einer Leitart innehaben müssten, aktuell mit deutlich reduzierter Häufigkeit oder streckenweise gar nicht mehr vorkommen. Dies gilt insbesondere für besonders anspruchsvolle Arten wie Äschen, Nasen und Strömer. Aber auch einige eigentlich weniger anspruchsvolle Arten wie Elritzen und Gründlinge befinden sich darunter.

Weiterhin sind die gesamte Fischbiomasse und die fischereiliche Ertragsfähigkeit im Vergleich zum Referenzzustand nach unserer Einschätzung gering.

So werden auch nach der Methode des Moduls Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004) unbefriedigende bis schlechte ökologische Zustandsklassen für die Probestellen im fischzönotischen Abschnitt 3 vergeben (**Tabellen 4 & 5**).

Es ist davon auszugehen, dass die durch Schwallbetrieb, Geschiebedefizit und Kolmation verursachten Defizite (vgl. Kap. 4.5) sowie die fehlende Durchgängigkeit des Systems (vgl. Kap. 4.4) für die vorgefundenen Veränderungen primär verantwortlich sind.

## 5.2 Entwicklungstrends

### 5.2.1 Sitter oberhalb der Schwelle in der Schwanteren – fischzönotischer Abschnitt 1

Die Fischereistatistik des Kantons Appenzell Innerrhoden lässt einen Rückgang von Bachforellenfängen über die Jahre 2009 und 2010 erkennen (siehe Kap. 3.2.2). Dies wird jedoch bisher nicht durch die Routinebefischungen der Fischereiaufsicht bestätigt, bei denen zwar Bestandschwankungen festgestellt wurden, sich aber kein klarer Trend abzeichnet (siehe Kap. 3.2.3).

### 5.2.2 Sitter von der Schwelle in der Schwanteren bis zur Urnäschmündung – fischzönotischer Abschnitt 2

Für den fischzönotischen Abschnitt 2 lassen sich aus der Fangstatistik keine deutlichen und einheitlichen Entwicklungstrends über den Betrachtungszeitraum erkennen (siehe Kap. 3.2.2). Vergleichsdaten aus Befischungen liegen durch die Erhebungen von GMÜNDER (1996) vor. Diese können aufgrund der unterschiedlichen Methodik jedoch nicht direkt mit den Befischungsergebnissen vorliegender Arbeit verglichen werden (siehe Kap. 3.2.3). Unterschiede im Artenaufkommen sind nicht feststellbar. Klare Trends für diesen Abschnitt lassen sich daher nicht ableiten. Zumindest die Fangdaten des Kantons Appenzell Ausserrhoden zeigen über den Betrachtungszeitraum

tungszeitraum jedoch einen Rückgang der Fänge. Da dieser Kanton den grössten Flächenanteil der Sitter im Abschnitt 2 besitzt, erscheint hier insgesamt ein Bachforellenrückgang über die vergangenen 15 Jahre wahrscheinlich.

### **5.2.3 Untere Sitter ab Urnäschmündung – fischzönotischer Abschnitt 3**

Aus den Fischereistatistiken lassen sich für die vergangenen 15 Jahre insgesamt ein Rückgang der Bachforellenfänge belegen (siehe Kap. 3.2.2). Im Vergleich zu der Situation nach dem grossen Fischsterben von 1995 ähnelt die Fischbesiedlung mit den meisten Arten vermutlich wieder dem Vorzustand – allerdings auf noch niedrigerem Niveau. Die Nasenpopulation hat sich allerdings noch nicht erholt.

Im Vergleich zu den Ergebnissen von SCHAGER & PETER (2005a) wurden die meisten Bereiche nach dem Modul Fische Stufe F eine Zustandsklasse schlechter bewertet (siehe Kap. 3.2.3 & 4.1.7). Der Untersuchungsbereich S-9 wurde gleich bewertet und der Bereich zwischen der Mündung in die Thur und dem Wehr in Bischofszell eine Zustandsklasse besser.

## **5.3 Fischdurchgängigkeit**

### **5.3.1 Gewässerdurchgängigkeit im System der Sitter**

Die Durchgängigkeit in der Sitter ist durch Querbauwerke stark eingeschränkt. Dieses Defizit ist als schwerwiegend zu werten. Viele Fischarten sind zwingend auf eine Durchwanderbarkeit angewiesen, andere können sich zwar auch in abgeschlossenen Gewässerabschnitten halten, sind dort dann aber anfälliger gegenüber Katastrophenereignissen. Aus denselben Gründen ist auch eine durchgängige Verbindung mit Seitengewässern von Bedeutung.

Abgesehen von den untersten beiden Wehranlagen Sitterdorf und Sittermühle, die unten besprochen werden (Kapitel 5.3.2), beziehen sich die Defizite bezüglich Durchgängigkeit vor allem auf den Grossraum St. Gallen (KWs Erlenholz, Burentobel und Sitterthal), das Stauwehr List und auf dessen Ausleitungsstrecke, sowie auf den Abschnitt Appenzell bis Weissbad (vgl. GMÜNDER, 1996, 2009). In diesen Bereichen liegt ein Handlungsbedarf bezüglich Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit vor. Bei nicht mehr im Betrieb befindlichen Querbauwerken ist zu prüfen, ob diese entfernt werden können. Ansonsten sollten Fischaufstiegsanlagen realisiert, bzw. optimiert werden (siehe Kap. 4.4.1).

Da die meisten Seitenbäche nicht fischgängig an die Sitter angebunden sind (GMÜNDER, 1996), besteht auch hier ein Handlungsbedarf.

### 5.3.2 Anbindung an die Thur

Eine fischgängige Verbindung zwischen der Thur und der Sitter würde sich unserer Einschätzung nach sehr positiv auf den Fischbestand der Sitter auswirken. Unabhängig von der Frage, ob die Felsrippe, auf der das Wehr in Bischofszell errichtet wurde, historisch oder aktuell für Fische flussaufwärts passierbar war bzw. wäre, würde eine freie Durchwanderbarkeit von der Thur aus in die untere Sitter hinein stabilisierend auf die dortigen Fischbestände wirken. Dies unter der Voraussetzung, dass auch das Wehr in Sitterdorf fischgängig gemacht werden kann (vgl. GMÜNDER, 2009).

Auf diese Weise würde auch ein beidseitiger Genaustausch der Fischpopulationen gewährleistet und die natürliche Regenerierbarkeit nach Schadenereignissen wäre stark erhöht, sowohl für die untere Sitter als auch für die Thur. Wie wichtig dieser Aspekt ist, zeigt das Schadensereignis in der Sitter im Jahr 1995, das zumindest die dortige Nasenpopulation nachhaltig geschädigt hat. Umgekehrt besteht unserer Ansicht nach keine reale ökologische Gefahr durch das mögliche Einwandern unerwünschter Arten aus der Thur. Lediglich die Einwanderung neozoischer Grosskrebse wären für die in der Sitter stellenweise häufig vorkommenden Stein- und Edelkrebse gefährlich. Da in der Thur derzeit aber keine neozoischen Krebsarten eine Rolle spielen, halten wir fahrlässiges oder absichtliches Einsetzen solcher Arten für wahrscheinlicher als eine Einwanderung.

In der Sitter verschwundene Arten wie Aale könnten nach Herstellung der Durchgängigkeit wieder in die Sitter einwandern. (Anm.: In Schweizer Fischereikreisen wird das Auftreten des Aals zumeist kritisch gesehen, da diese Fischart im Ruf steht, ein grosser Jungfischräuber zu sein. Unserer Einschätzung nach trifft dies nicht zu und ausserdem ist aufgrund der gesamteuropäischen Entwicklung nicht davon auszugehen, dass Aale in grossen Individuenzahlen in die Sitter einwandern). Auch Fischarten, die in der Sitter nur noch in Restbeständen vorkommen oder schon verschwunden sind, würden wahrscheinlich stark von einer fischgängigen Anbindung an die Thur profitieren wie z.B. Äschen, Hasel, Nasen, Strömer und Trüschchen.

## 5.4 Direkte und indirekte Folgen des Kraftwerkbetriebs

Es war ursprünglich nicht vorgesehen, im Rahmen der Studie auch direkte und indirekte Folgen des Kraftwerkbetriebs an der Sitter zu erforschen. Während der Arbeiten wurden jedoch auffällige Phänomene dokumentiert und es zeigte sich, dass die diesbezüglichen Defizite möglicherweise

- in ihrem Ausmass bisher unterschätzt wurden;
- kombinierte Wirkungen zeigen;
- auf noch nicht abgeklärte Ursachen zurückgeführt werden müssen.

Abklärungsbedarf seitens der Sitterkommission bezüglich der Restwassersituation zwischen der Sitter-Ausleitung beim KW List und der Wasserrückleitung am KW Kubel wurde formuliert. Im Verlauf unserer Untersuchungen erweiterte sich der Betrachtungshorizont auch auf die Restwasserstrecken unterhalb des KW Kubel, aber auch noch einmal auf die Defizite, die durch Schwall und Sunk sowie durch Geschiebemangel verursacht werden.

### 5.4.1 Restwassersituation

Die ungenügende Restwassermenge in der Ausleitungsstrecke unterhalb dem Wehr List muss als grosses Defizit bewertet werden. Insbesondere oberhalb des Rotbachzuflusses macht sich die ungenügende Restwassermenge besonders drastisch bemerkbar. Als Konsequenzen der Ausleitung und der sehr geringen Restwassermenge sind mindestens zu nennen:

- Lebensraumeinschränkung durch verringerte Benetzung
- Verlust an Lebensraumqualität durch verringerte Strömungen und Wassertiefen
- Einschränkung bzw. Verhinderung der Durchwanderbarkeit
- Veränderung des Geschiebehaushalts und der Substratbeschaffenheit (u.a. Kolmationserscheinungen) mit Konsequenzen u.a. für die natürliche Fortpflanzung
- Temperaturstress, besonders im Sommer und im Winter

Diese Defizite bestehen in unterschiedlichem Ausmass auch in den beiden anderen Restwasserstecken unterhalb dem Wehr Sitterthal und unterhalb dem Wehr Erlenholz.

Möglicherweise haben innerhalb der Restwasserstrecken und zu bestimmten Zeiten auch unzureichende Wasserqualität und Temperaturextreme (vor allem im Sommer) Einfluss auf die Lebensraumqualität und das Überleben sensibler Fischarten in standortgerechter Populationsstärke (vgl. Kap. 3.3 & 3.4). Beides sollte künftig beobachtet werden. Dabei sollte besonders der

Faktor Wassertemperatur durch den Einsatz einer grösseren Anzahl Datenlogger besser dokumentiert werden.

Um den fischbiologischen Zustand in diesen Bereichen verbessern zu können, ist in jeder der drei Ausleitungsstrecken eine ökologisch angemessene Dotierung nötig. Diesbezügliche weitergehende Abklärungen - z.B. Dotierwasserversuche - sind zumindest für die längste Restwasserstrecke unterhalb dem Ausleitungwehr List geplant, wären aber auch für die anderen Ausleitungsstrecken (z.B. Erlenholz und Sitterthal, s.o.) zu diskutieren.

#### **5.4.2 Schwall-/Sunkbeeinflussung**

Schwall-/Sunkphänomene, deren genaue Ursache noch zu ermitteln ist, sind in der Äschenregion der Sitter wahrscheinlich das fischökologisch bedeutendste Defizit. Zusätzlich zur direkten Belastung durch Schwall und Sunk sind auch die damit zusammenhängenden Defizite im Geschiebehalt und der Entwertung von Lebensraum und Laichsubstrat durch starke Kolmation zu nennen.

Die während der Untersuchungen beobachteten rapiden Schwallanstiege im unteren Sitterabschnitt (vgl. Kapitel 4.5.1) lassen sich nicht allein durch das Schwallregime des KW Kubel erklären. Hier muss zumindest in Erfahrung gebracht werden, ob und in welchem Masse andere Ursachen (z.B. andere Kraftwerksbetreiber) zum beobachteten Effekt beitragen.

Um die Auswirkungen dieser Schwall-/Sunkbeeinflussung auf die Fischbesiedlung besser zu verstehen und diesbezüglich gezielte Optimierungen planen zu können, sollten entsprechende Untersuchungen innerhalb der besonders schwallbeeinflussten Strecken (inklusive Habitatflächenanalysen) durchgeführt werden. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund des neuen GSchG und der Vollzugshilfe zur Schwallsanierung zu sehen, mit denen nun ein starkes Instrument zur Verbesserung solcher Defizite in die Hand des Gewässerschutzes gegeben wurde.

Dringend sollte auch abgeklärt werden, in welchem Bereich sich die Schwallereignisse bewegen, wie sie während der Untersuchung der Wanderhindernisse unterhalb des Wehrs Erlenholz zu beobachten waren. Hierbei erscheint nicht nur der Schwallanstieg, sondern vor allem auch die Schwallamplitude (ca. 100:1) und der plötzliche Wechsel der Wassertemperaturen um möglicherweise deutlich über 5°C fischökologisch bedenklich.

Als fischereibiologisch wenig bedeutend wird dagegen die Schwallbelastung in der oberen Sitter aus dem Seealpsee zwischen der Einmündung des Schwendibachs und dem Ausleitungwehr List eingeschätzt. Ein geringer Abklärungsbedarf verbleibt jedoch auch hier.

### 5.4.3 Geschiebehaushalt

Das Geschiebedefizit, bzw. die mangelnde Verfügbarkeit von lockeren Steinen und Kies als Lebensraum oder Laichsubstrat ist ein bedeutender fischereibiologischer Faktor in der Sitter (vgl. Kap. 3.5.3). Die Reproduktionsmöglichkeiten für kieslaichende Arten sind deshalb stark eingeschränkt. Dies gilt insbesondere für diesbezüglich anspruchsvolle Arten wie Bachforelle und Äsche. Kiesentnahmen im Oberlauf wurden zwar stark eingeschränkt, finden aber immer noch statt. Die Tatsache, dass Geschiebetrieb an Querbauwerken unterbunden wird, tritt somit in den Vordergrund; es kommt zu massiven Kiesansammlungen an fischökologisch ungeeigneten Stellen (Rückstaubereiche), was ihre Eignung als Laichsubstrat zumindest stark einschränkt oder gar verhindert. Aus unserer Sicht wirkt der Mangel an geeigneten Laichflächen innerhalb naturnaher Fließstrecken der Sitter für einige Arten letztlich bestandslimitierend. Da die Beseitigung des Geschiebedefizits als langfristiges Ziel betrachtet werden muss, schlagen wir vor, mittelfristig ein Laichflächen-Management (Sohlenaufrauung, Kieseintrag) an geeigneten Stellen in der Sitter ins Auge zu fassen.

### 5.4.4 Gewässerstruktur

Bei Betrachtung des gesamten Sitterverlaufs ist die Gewässerstruktur sicher nicht der Faktor, der die fischereibiologischen Verhältnisse massgeblich beeinflusst. Nur wenige Bereiche sind so beeinträchtigt, dass eine strukturelle Aufwertung auch eine sichere Verbesserung der gewässerökologischen Verhältnisse nach sich ziehen könnte. Ein prioritärer Handlungsbedarf liegt somit nicht vor.

### 5.4.5 Temperatur & Wasserqualität

Möglicherweise haben abschnittsweise und zu bestimmten Zeiten auch unzureichende Wasserqualität und Temperaturextreme (vor allem im Sommer) Einfluss auf die Lebensraumqualität und das Überleben sensibler Fischarten in standortgerechter Populationsstärke (vgl. Kap. 3.3 & 3.4). Beides sollte nach unserer Einschätzung beobachtet werden. Dabei sollte besonders der Faktor Wassertemperatur durch den Einsatz einer grösseren Anzahl Datenlogger besser dokumentiert werden.

## 6 Schlussfolgerungen

### 6.1 Fischereibiologisch entscheidende Probleme

Die Sitter ist allein schon wegen ihrer Dimension, ihres alpinen Einzugsgebiets und ihres hyporhithralen, artenreichen Unterlaufs als bedeutendes Fischgewässer anzusehen. Fehlende Durchgängigkeit, Restwasser-, Schwall- und Geschiebedefizite gefährden jedoch die Populationen mehrerer Fischarten.

Fischdichten, Fisch-Biomassen und die Fischreproduktion sind innerhalb der Sitter – mit Ausnahme ihres obersten Abschnitts – erheblich gestört. Der fischereiliche Ertrag an naturverlaichten Fischen beschränkt sich in der oberen und mittleren Sitter auf Bachforellen sowie auf Barben und Alet in der unteren Sitter. Die Leitfischart Äsche sowie Begleitfischarten wie Nase und Strömer können sich in der Sitter höchstwahrscheinlich nicht mehr in Populationsstärke selbst erhalten.

Auch das Nährtierangebot ist in der gesamten Sitter relativ gering, in der unteren Sitter ist es sogar unzureichend.

Das Wehr und der Felsriegel Sittermühle in Bischofszell verhindert den Arten- und Individuenaustausch mit dem unterhalb liegenden Thur- und Hochrheinsystem. Auch in der Sitter selbst ist eine ausreichende Fischdurchgängigkeit weder auf- noch abwärts gewährleistet. Hierzu trägt eine Vielzahl künstlicher Querbauwerke – vor allem die KW-Wehre - bei. Innerhalb der Restwasserstrecken können darüber hinaus auch kleinere natürliche Abstürze und seichte Fliessstrecken zu Hindernissen werden.

Die Hindernisse innerhalb der Thur verhindern vor allem den Individuen- und somit Genaustausch zwischen Teilpopulationen derselben Fischarten. Die fehlende Anbindung der Sitter an das Thursystem macht dagegen die Populationen der gesamten unteren Sitter anfällig gegenüber Störfällen und anhaltenden Gewässerdefiziten. Verluste können nicht mehr durch Einwanderung aus „reicheren“ Systemen kompensiert werden.

Neben der Einschränkung der Durchgängigkeit führt das derzeitige Restwasserregime abschnittsweise zur Verringerung der produktiven Flächen und damit zur Veränderung der Faunenzusammensetzung.

Schwall und Sunk sind in der unteren Sitter entscheidende Ursachen für starke und grossflächige Sohlenkolmationen. Schwallanstiegs- und Sunkgeschwindigkeiten liegen abschnittsweise wohl noch immer weit über ökologisch verträglichen Werten, so dass kleinere und empfindlichere Gewässerorganismen direkt betroffen sein können. Zusammen mit geringen

Restwasserabflüssen unterhalb von KW-Wehren entstehen unbeabsichtigt auch Schwall-Sunk-Amplituden von bis zu 100:1.

Wie die Effekte von Schwall und Sunk wurde auch schon das Geschiebedefizit in der Sitter im Rahmen separater Studien behandelt. Die daraufhin reduzierten Kiesentnahmen konnten das Defizit bisher jedoch nicht kompensieren. Die als Laichsubstrat geeigneten Kiesfraktionen konzentrieren sich heute oberhalb von Wehranlagen entlang der gesamten Sitter.

Sohlenkolmation und Geschiebemangel sehen wir als Hauptursache dafür an, dass die Reproduktion grösserer kieslaichender Fischarten in der Sitter nicht mehr in ausreichendem Masse stattfinden kann, um eine Naturverlaichung sich selbst erhaltender Populationen zu sichern.

Die folgende **Tabelle 11** zeigt die zusammenfassende Beurteilung der fischereibiologisch relevanten Faktoren an den 13 Untersuchungsabschnitten in der Sitter.

Tabelle 11: Zusammenfassende Beurteilung des Zustands fischereibiologisch relevanter Faktoren an den 13 Untersuchungsabschnitten der Sitter. = sehr gut; = gut; = mässig; = ungenügend; = schlecht.



















Stelle	Fischbestand	Reproduktion	Fischnährtiere	Durchgängigkeit	Abfluss
<b>S-1</b> Mettlen				 mehrere Abstürze	 leichtes Schwallregime
<b>S-2</b> oh. Rotbach				 KW List + Restwasser	 Restwasser
<b>S-3</b> Zweibruggen					 Restwasser
<b>S-4</b> oh. Kubel				 Wasserführung	 Restwasser
<b>S-5</b> SG - Au				 KW Sitterthal	 Schwallregime
<b>S-6</b> SG - Hätteren				 KW Burentobel	 Schwallregime
<b>S-7</b> Wittenbach				 KW Erlenholz	 Schwallregime
<b>S-8</b> Hägenschwil					 Schwallregime
<b>S-9</b> Lemisau					 Schwallregime
<b>S-10</b> Tobelmüli					 Schwallregime
<b>S-11</b> Eberswil					 Schwallregime
<b>S-12</b> Bischofszell				 KW Sitterdorf + KW Sittermühle	 Schwall, Stau
<b>S-13</b> Sittersteg					 Restwasser

## 6.2 Abklärungs- und Handlungsbedarf

Aus den oben diskutierten Gründen lässt sich ein noch verbleibender Abklärungsbedarf, aber auch schon ein direkter Handlungsbedarf für Massnahmen an der Sitter ableiten. Um zu verdeutlichen, in welchem Sitterabschnitt welche verbesserungswürdigen Defizite vorliegen, hilft es, die in **Tabelle 11** bezogen auf die Untersuchungsabschnitte durchgeführten Beurteilungen noch einmal ganzen fischzönotischen Abschnitten zuzuordnen (**Tabelle 12**).

Tabelle 12: Zusammenfassende Beurteilung des Zustands fischereibiologisch relevanter Ökosystembausteine und kraftwerkbedingter Aspekte innerhalb der 3 fischzönotisch unterschiedenen Sitterabschnitte.

 = sehr gut;  = gut;  = mässig;  = ungenügend ;  = schlecht.

Abschnitt	Wasserqualität	Struktur	Geschiebe	Durchgängigkeit	Restwasser	Schwallregime
<b>Abschnitt 1</b> obere Sitter						
<b>Abschnitt 2</b> mittlere Sitter						
<b>Abschnitt 3</b> untere Sitter						

Um eine möglichst rasche Verbesserung der prekären fischereibiologischen Situation in der Sitter zu erreichen, sollten zu allen hierin als schlecht eingestuften Zuständen bereits kurz- oder mittelfristig geeignete Massnahmen ergriffen werden (Kap. 6.2.2). Bei allen übrigen Defiziten (Zustand mässig bis ungenügend) sollten die Ursachen noch einmal genauer untersucht werden, danach sollten aber ebenfalls Verbesserungsmassnahmen folgen.

### 6.2.1 Verbleibender Abklärungsbedarf

Bevor Massnahmen ergriffen werden, sollten möglichst bald folgende Fragen beantwortet werden:

- Besteht an der Sitter Sanierungsbedarf bezüglich ihres Schwall-Sunk-Regimes? → Abgleich mit der neuen Vollzugshilfe des Bundes, evtl. ergänzende Abklärungen.
- Werden die gesetzlichen Dotierwassermengen an allen Entnahmestellen und über das gesamte Jahr hinweg eingehalten? → Pendenz kantonale Fachstellen.
- Kommt es in Restwasserstrecken und innerhalb schwallbeeinflusster Abschnitte der Sitter zu ökologisch bedenklichen Temperaturschwankungen? → Pendenz Sitterkommission.
- Bei welchen Abflüssen werden natürliche Hindernisse in Restwasserabschnitten wieder uneingeschränkt durchgängig? → Hydraulische Modellierung, 1:1-Versuch; Dotierwasserversuch.
- Bei welchen Abflüssen stellen sich fischökologisch und produktionsbiologisch günstige Verhältnisse in den Restwasserabschnitten ein? → Habitatflächenmodellierung, 1:1-Versuch; Dotierwasserversuch.
- Wo liegt in der Sitter noch geeignetes Laichsubstrat vor? Wo findet noch natürliche Reproduktion von Kieslaichern statt? → Laichsubstrat- und Laichgrubenkartierungen; kantonale Fachstellen, Fischereivereine oder Auftrag.
- Wo in der Sitter können sich noch die Gelege von Kieslaichern entwickeln (Indikator: Forelle)? → Brutboxenversuche; kantonale Fachstellen oder Auftrag.

Mittelfristig (2013) müssen die Ergebnisse dieser und früherer Studien wahrscheinlich noch mit den Anforderungen des novellierten Gewässerschutzgesetzes sowie der sich hierzu in Arbeit befindlichen Vollzugshilfen (Sanierung Schwall-Sunk, BAFU 2011) abgeglichen werden. Möglicherweise ergibt sich hieraus ein noch weiterer Abklärungsbedarf oder die Notwendigkeit, zusätzliche Indikatoren zu untersuchen (zur Bemessung des Beeinträchtigungsgrades der Sitter durch Schwall und Sunk).

### 6.2.2 Kurz- und mittelfristiger Handlungsbedarf

Folgende Massnahmen zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit sollten nach Abklärung aller noch offenen Fragen kurz- bzw. mittelfristig ergriffen werden:

- Kurzfristig: die konsequente Einhaltung der festgesetzten Dotierwassermengen in der oberen und mittleren Sitter.
- Kurzfristig: Laichflächen-Management (Sohlenaufrauung, Kieseintrag) an geeigneten Stellen in der Sitter (Beseitigung des Geschiebedefizits muss als langfristiges Ziel eingeordnet werden).
- Mittelfristig: die Anpassung der Dotierwassermengen an den tatsächlichen Restwasserbedarf.
- Mittelfristig: die Anpassung von Schwallanstiegs- und Sunkgeschwindigkeiten in der unteren Sitter an ökologisch verträgliche Werte.
- Kurz- und mittelfristig: die Herstellung uneingeschränkter Fisch-Durchgängigkeit an den KW-Stufen und Wehren Sitterdorf, Erlenholz und List sowie an weiteren Querbauwerken in der Sitter (z.B. oberhalb Mettlen).
- Mittelfristig: eine in beiden Richtungen fischgängige Anbindung des Sitter-Unterlaufs an die Thur.

## 7 Quellen und Grundlagen

- AFU (2006a) Die Sitter. Mitteilung zur stofflichen Belastungssituation der Sitter des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen. 1 Seite.
- AFU (2006b) Umwelt Facts – Wie geht es den St. Galler Fliessgewässern? Mitteilung des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen. 6 Seiten
- ANJF (2006) Entwicklung der Fischfänge bis 2005: Glatt und Sitter. Mitteilung des Amtes für Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen. 1 Seite
- AQUAPLUS (2008) Untersuchung der appenzellischen Fliessgewässer 2008 – Modul Fische Stufe F nach Modulstufenkonzept. Bericht zuhanden der Fischereiverwaltung Appenzell Ausserrhoden. 47 Seiten
- AQUARIUS (1995) Erarbeiten einer Methode zur Ermittlung des fischereilichen Ertragsvermögens – Fliessgewässer des Kantons Bern. Untersuchungsbericht im Auftrag des Fischereinspektorats des Kantons Bern. 62 Seiten
- ARBEITSGRUPPE THUR (2007) Die Thur – Geschiebehalt – Thur und Einzugsgebiet. Bericht zu Zielen und Massnahmen. Kantone Appenzell Innerrhoden, Appenzell Ausserrhoden, St. Gallen, Thurgau und Zürich, Bundesamt für Umwelt. 35 Seiten
- BAER, J., GEORGE, V., HANFLAND, S., LEMCKE, R., MEYER, L. & ZAHN, S. (2007) Gute fachliche Praxis fischereilicher Besatzmassnahmen. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., Heft 14. 151 Seiten
- BARANDUN, J. (2011) Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO – Bilanz und Revision 2011. Bericht zuhanden der Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden. 20 Seiten
- BAFU (BUNDESAMT FÜR UMWELT) (2011) Sanierung Schwall – Sunk; Strategische Planung. Ein Modul zur Vollzugshilfe „Renaturierung der Gewässer“. Version für die Anhörung: Stand 14. Juni 2011.
- BECKER, A. & REY, P. (2006) 2. Thurgauer Thurkorrektur – Abschnitt Weinfeld-Bürglen (km 28,68-32,4) – Fischökologische Bewertung Vorzustand (2005). Bericht zuhanden des Amtes für Umwelt, Kanton Thurgau. 59 Seiten
- ETTER, R. (2005) Die Jagd im Mittelalter. Zusammenstellung mittelalterlicher Quellen für den Patentjägerverein Appenzell Innerrhoden. 6 Seiten
- FELDER, G. (1916) Die Stadt St. Gallen und ihre Umgebung. Natur und Geschichte, Leben und Einrichtungen in Vergangenheit und Gegenwart. Eine Heimatkunde. 1. Band.

- GMÜNDER, R. (1996) Ökomorphologie und Durchgängigkeit im Bachsystem der Sitter aus Sicht der Fischökologie. Band 1 & 2. Diplomarbeit an der ETH Zürich. 105 Seiten mit Anhang
- GMÜNDER, R. (2009) Durchgängigkeitsstudie Sitter und Seitenbäche. Studie zuhanden der Sitterkommission. 19 Seiten
- HARTMANN, G. L. (1827) Helvetische Ichthyologie, oder die ausführliche Naturgeschichte der in der Schweiz sich vorfindenden Fische. 240 Seiten, Zitat auf Seite 90. Download unter: <http://www.google.ch/books?id=DYs-AAAACAAI>
- HÖRGER, C. & KEISER, Y. (2003) Verbreitung und Habitatansprüche der Fische in der Thur unter spezieller Berücksichtigung des Strömers (*Leuciscus souffia*). Diplomarbeit an der ETH Zürich. 107 Seiten
- LfU (2005) Mindestwasserabflüsse in Ausleitungsstrecken. Grundlagen, Ermittlung und Beispiele. Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg. 182 Seiten.
- LIMNEX (2000) Auswirkungen des Schwallbetriebes des Kraftwerks Kubel auf die Wassertiere der Sitter. Untersuchungsbericht zuhanden der Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen. 33 Seiten mit Anhang
- LIMNEX (2005) Biologische Überwachung der Sitter im März 2005. Beurteilung des Gewässerzustands und Vergleich mit den Aufnahmen von Februar und April 2000. Untersuchungsbericht zuhanden der Sitterkommission. 35 Seiten
- REY, P. & WERNER, S. (2010) Sanierung Kraftwerk Sittermühle, Bischofszell (TG) – Gewässerökologische Expertise zum Vorzustand. Untersuchungsbericht im Auftrag des Kraftwerksbetreibers. 55 Seiten.
- SCHAGER, E. & PETER, A. (2004) Fische Stufe F (flächendeckend) – Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). 63 Seiten. Download unter: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00592/index.html?lang=de>
- SCHAGER, E. & PETER, A. (2005a) Ökologischer Zustand der Sitter (TG) gemäss Modul-Stufen-Konzept. Modul Fische Stufe F. Bericht im Auftrag des Departements für Bau und Umwelt Thurgau. 18 Seiten
- SCHAGER, E. & PETER, A. (2005b) Bedrohte strömungsliebende Cypriniden in der Thur: Status und Zukunft. Bericht im Auftrag des AWEL Zürich, des Departements für Bau und Umwelt Thurgau und des Amtes für Jagd und Fischerei St. Gallen. 72 Seiten

SCHINZ, H. R. (1848) Neujahrsblatt. Download unter: <http://www.ngzh.ch/Neuj1848.html>

SITTERKOMMISSION (2000) Bericht zur Sitter. 20 Seiten & Anhang

SITTERKOMMISSION (2009) Chemische Untersuchung der Sitter 2005-2008. 22 Seiten

SITTERKOMMISSION (2010) Pflichtenheft zu vorliegender Untersuchung.

SCHÄLCHLI, U., ABBEGG, J. & HUNZINGER L. (2005) Geschiebestudie Thur und Einzugsgebiet.  
Ämter für Umwelt der Kantone Zürich, Thurgau, Appenzell und St.Gallen. 52  
Seiten

WEHRLI, E. (1892) Fischleben der kleinern thurg. Gewässer. Beitrag zu einer Fauna des Kantons  
Thurgau. Seiten 61-104 in den Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden  
Gesellschaft (Frauenfeld) Heft 10.

WERNER, S., REY, P., & A. BECKER (2010): Schwall-Sunk-Regime im Inn unterhalb des Kraftwerks  
St. Moritz. Untersuchungen, Beurteilungen und Empfehlungen zur ökologischen  
Optimierung. Studie zuhanden der St.-Moritz Energie AG. 94 Seiten

## 8 Anhang

### 8.1 Detailkarten für die Probereiche

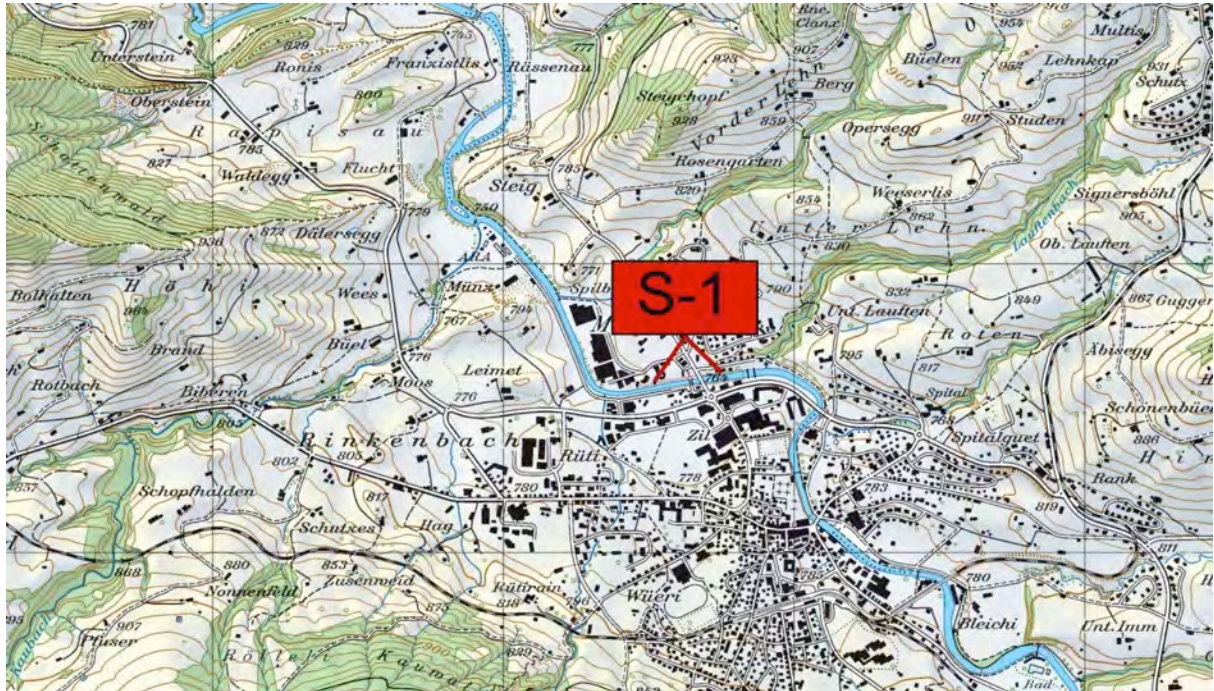


Abbildung 102: Detailkarte für die Probestelle S-1.

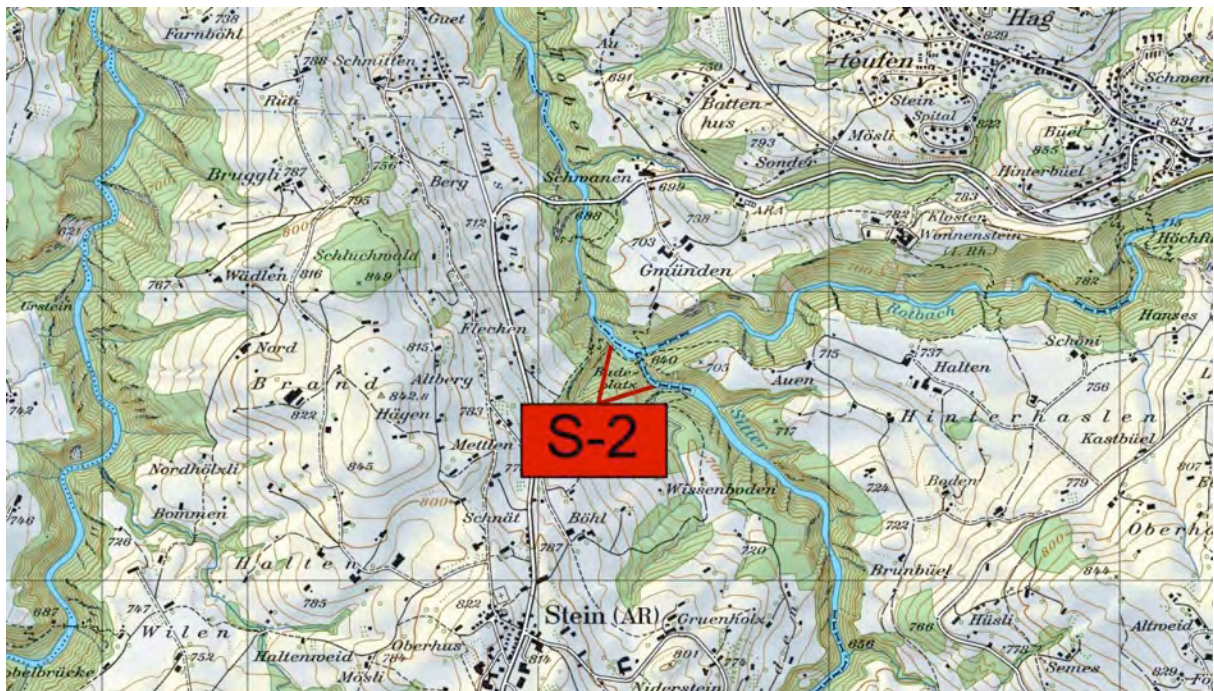


Abbildung 103: Detailkarte für die Probestelle S-2.

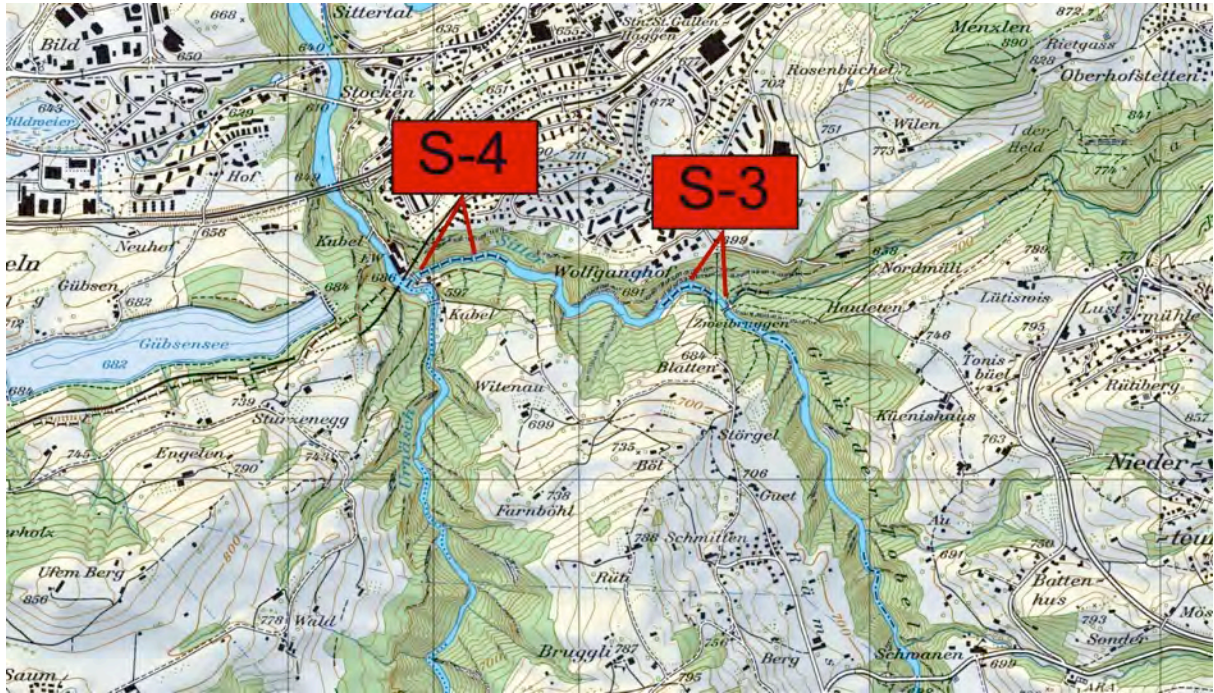


Abbildung 104: Detailkarte für die Probestellen S-3 und S-4.

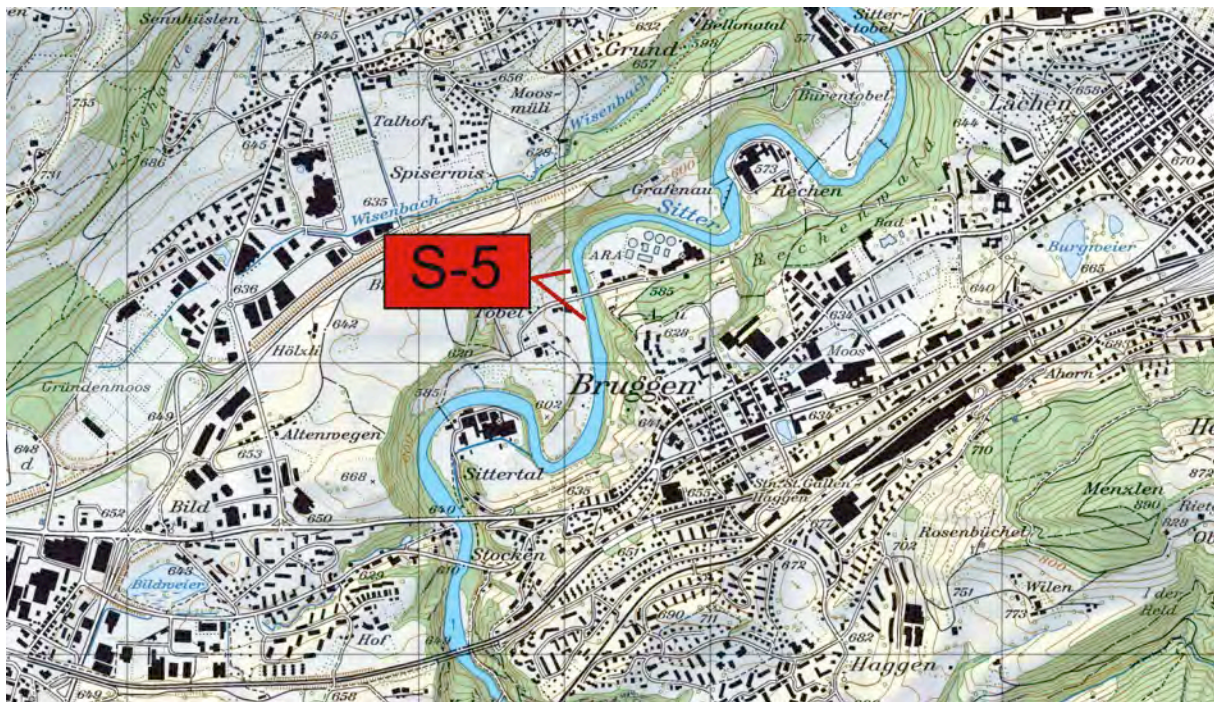


Abbildung 105: Detailkarte für die Probestelle S-5.



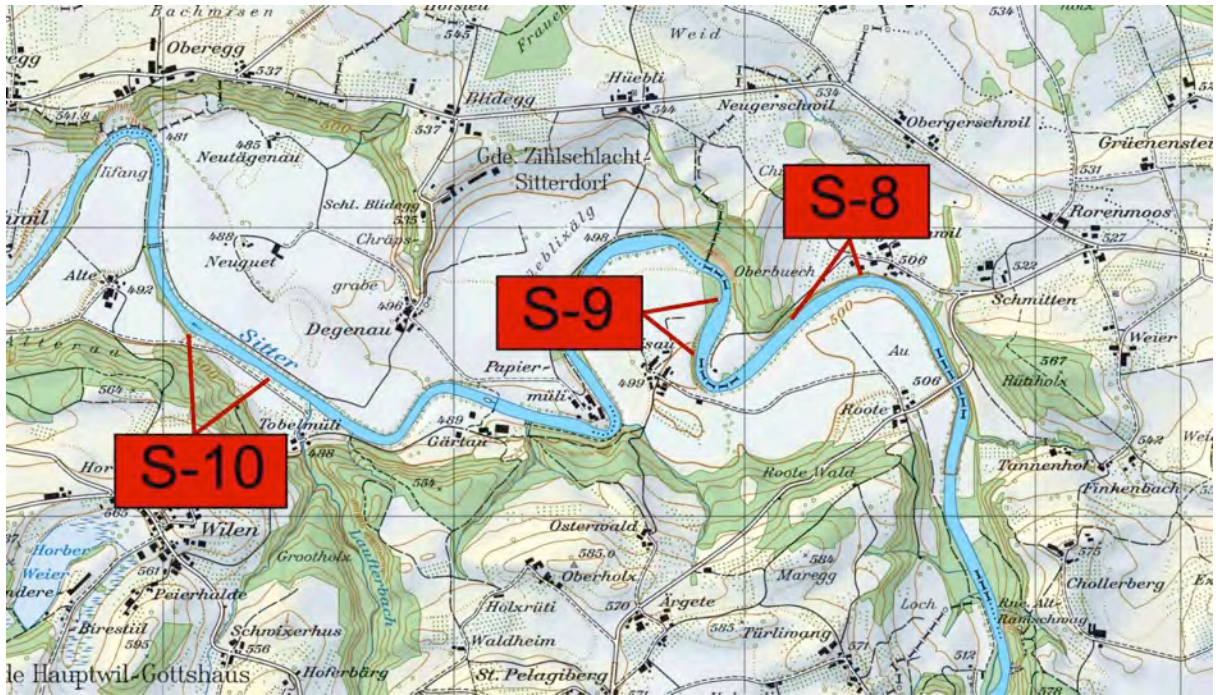


Abbildung 108: Detailkarte für die Probestellen S-8, S-9 und S-10.



Abbildung 109: Detailkarte für die Probestelle S-11.

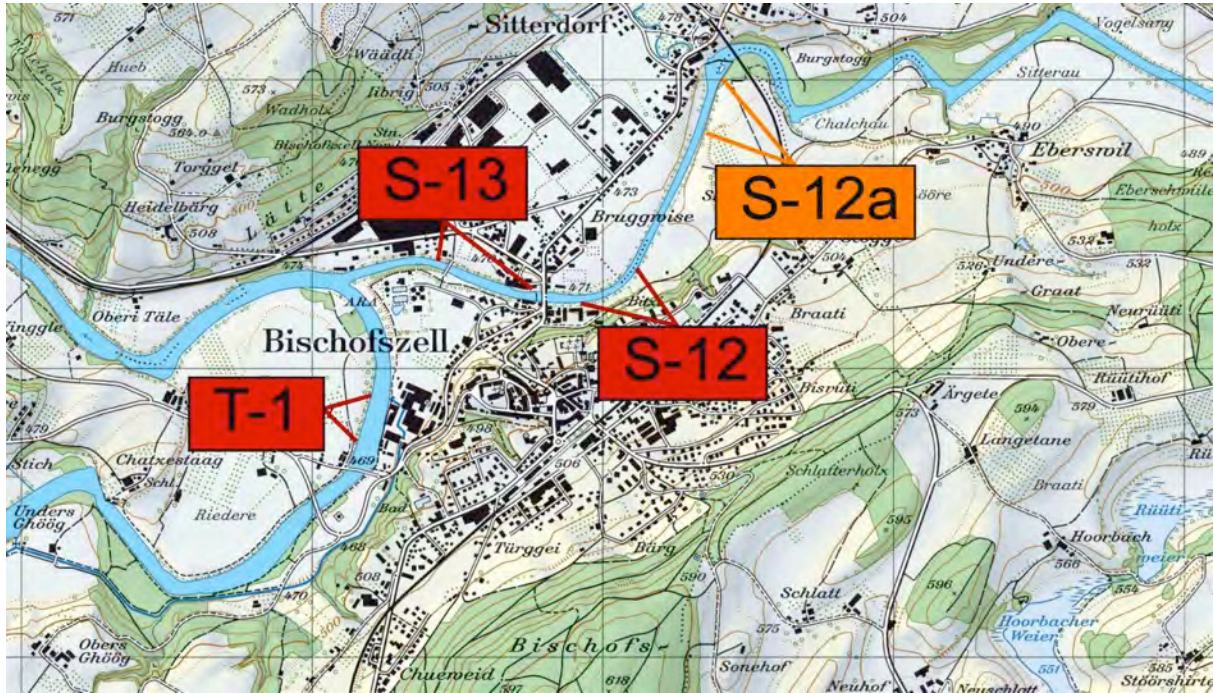


Abbildung 110: Detailkarte für die Probestellen S-12, S-12a, S-13 und T-1. (Der Bereich S-12a wurde im Rahmen eines anderen Projektes im Sommer 2010 befischt! S-12 befindet sich im gestauten Bereich oberhalb dem Wehr Bischofszell, S-12a im fließenden, schwall-/sunkbeeinflussten Abschnitt.)

## 8.2 Fangzahlen bei den Befischungen

Tabelle 13: Zusammenstellung der reinen Fangzahlen (Individuenanzahlen) der Elektrobefischungen im Rahmen vorliegender Arbeit nach Arten (Erläuterung der Kürzel siehe unten) für die einzelnen Probestellen.

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	T-1
	AI	AR	AR/SG	AR/SG	SG	SG	SG	SG/TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG
Aa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Al	-	-	-	-	-	-	1	13	5	3	4	112	12	6
Äs	-	-	-	-	-	-	-	9	2	-	-	-	-	12
Bf	538	257	236	143	170	53	5	2	8	4	9	-	76	17
Bb	-	-	-	-	-	3	36	11	4	18	6	22	4	5
Cy	-	-	-	-	-	55	13	3	53	1	-	15	-	1
El	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
Gp	112	75	19	17	27	21	26	4	6	2	-	-	2	2
Gü	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	6	11	14	-
Ha	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Ro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Sm	-	1	20	21	31	22	4	2	8	11	2	3	44	2
Sn	-	-	-	-	-	13	9	280	59	162	608	240	93	23
St	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Ek	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	-
Sk	-	-	-	-	-	11	18	-	-	-	-	-	-	-

Aa: Aal; Al: Alet; Äs: Äsche; Bf: Bachforelle; Bb: Barbe; Cy: nicht identifizierter Cyprinidenjungfisch;

El: Elritze; Gp: Groppe; Gü: Gründling; Ha: Hasel; Na: Nase; Ro: Rotaug; Sm: Schmerle; Sn: Schneider;

St: Strömer; Ek: Edelkrebs; Sk: Steinkrebs

### 8.3 Berücksichtigte Temperaturdaten des BAFU

Wassertemperatur <b>Sitter - Appenzell</b> <span style="float: right;">LH 2112</span>																								
Température de l'eau		Koordinaten Coordonnées		749040 / 244220		Höhe Altitude		769 m ü.M.		Fläche Surface		74.2 km²		Mittlere Höhe Altitude moyenne		1252 m ü.M.		Vergletscherung Extension glacier		0.08 %				
Temperatura dell'acqua		Coordinate				Altitudine				Superficie				Altitudine media				Ghiacciaio						
<b>2006</b>	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Okt. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.												
1	2.5 +	1.1	0.4	5.5	7.0 -	7.2	14.3	15.5 +	9.6 -	11.7 +	8.3 +	5.0	1											
2	2.1	0.9	0.1 -	5.7	7.8	7.0	14.9	13.9	10.0	11.1	5.7	3.1	2											
3	1.9	0.5	1.4	5.3	8.4	7.3	14.3	12.6	10.9	11.6	4.8	3.5	3											
4	1.0	0.3	0.9	5.5	8.9	7.2	14.8	11.2	12.6	10.3	4.4	3.3	4											
5	0.1	0.5	0.5	4.1	8.0	7.4	15.5	11.1	12.9	9.1	4.1 -	6.6 +	5											
<b>Tagesmittel</b>																								
<b>Moyenne journalière</b>	6	0.0 -	1.3	0.7	4.3	8.2	7.6	14.1	11.1	12.7	4.1 -	6.0	6											
<b>Media giornaliera</b>	7	0.1	1.6	0.4	5.6	8.6	8.2	12.8 -	11.3	11.3	5.0	6.1	7											
8	0.1	1.0	1.9	5.2	7.2	9.3	13.5	10.6	8.5	6.6	4.5	9												
9	0.1	0.5	3.1	4.2	8.3	9.9	13.9	10.5	11.3	9.0	6.4	4.3	10											
10	0.1	0.7	2.7	2.0 -	8.3	10.7	15.7	10.4	12.4	8.1	5.0	2.9	11											
11	0.1	0.1 -	0.6	3.3	8.5	11.1	16.3	9.9	12.2	9.3	6.5	3.9	12											
12	0.1	0.1 -	0.6	4.4	8.9	11.5	16.6	9.8	12.3	9.8	6.3	3.0	13											
13	0.1	0.2	1.3	4.7	8.1	11.6	17.2	9.8	12.5	10.6	7.3	2.4	14											
14	0.1	1.0	1.3	5.3	8.7	12.0	16.9	10.9	13.1	10.5	6.6	2.5	15											
15	0.1	1.5	1.9	5.4	9.0	11.5	16.8	10.7	13.5	9.9	6.9	3.0	16											
16	0.1	2.6	2.4	5.9	9.4	12.2	16.4	12.5	12.0	9.3	7.5	4.6	17											
17	0.1	2.7	2.1	6.1	9.1	13.0	15.9	13.0	11.1	8.2 -	7.6	4.3	18											
18	0.1	2.7	2.2	6.2	9.3	12.2	16.7	13.5	10.4	8.9	6.6	3.5	19											
19	0.1	3.3 +	2.9	6.5	8.8	12.4	17.7	12.7	10.3	9.6	5.9	2.3	20											
20	0.1	3.2	4.0	6.8	8.8	12.6	17.8	11.3	10.3	9.7	5.4	1.2	21											
21	0.1	2.4	4.2	7.1	10.0	11.4	18.0	11.3	10.9	10.1	5.1	0.8	22											
22	0.6	2.5	3.9	6.7	8.3	11.4	16.8	12.0	11.6	10.5	4.8	0.6	23											
23	0.8	2.0	3.9	7.4 +	8.5	13.8	17.8	11.8	12.0	10.5	5.9	1.0	24											
24	0.2	1.6	4.2	7.3	8.6	15.4 +	18.0	10.9	11.2	9.2	8.0	1.0	25											
25	0.0 -	0.9	4.4	7.1	10.2	13.3	17.1	11.7	11.1	10.2	7.2	1.2	26											
<b>+Maximum</b>	26	0.6	4.4	7.1	10.2	13.3	17.1	11.7	11.1	10.2	7.2	1.2	26											
<b>Massimo</b>	27	0.3	1.0	4.8	7.0	10.3 +	13.2	10.4	10.8	10.6	5.3	0.5 -	27											
<b>- Minimum</b>	28	0.9	0.2	4.6	6.7	9.7	13.7	10.0	10.6	11.5	4.7	0.7	28											
<b>Minimo</b>	29	1.0	4.8	6.1	8.3	12.9	16.8	9.8	10.8	10.9	5.2	1.1	29											
30	1.5	4.7	6.1	6.1	7.6	13.6	18.6 +	9.7 -	11.3	9.9	6.2	0.9	30											
31	1.2	5.1 +	8.0	8.0	8.0	13.6	17.9	9.9	11.3	8.3	2.4	31												
<b>Monatsmittel</b> Moyenne mensuelle Media mensile		0.5 -	1.4	2.5	5.6	8.6	11.0	16.2 +	11.3	11.5	9.8	5.9	3.0	°C										
<b>Maximum/Massimo</b> Spitze/Pointe/Punta Datum/Date/Data		3.2 -	5.0	6.4	10.6	13.0	19.8	23.3 +	17.2	16.8	13.1	9.4	7.4	°C										
<b>Minimum/Minimo</b> Momentan/momentan. Datum/Date/Data		0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.0	4.9	5.9	10.5 +	8.7	8.0	6.5	2.5	0.1	°C										
<b>Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua</b>	7.3 °C																							
Ganglinie der Tagesmittel Hydrogramme des moyennes journalières Andamento delle medie giornaliere													Dauerlinie der Tagesmittel (erreicht oder überschritten) Courbe des valeurs classées moyennes journalières (atteints ou dépassés) Curva di durata delle medie giornaliere (raggiunte o sorpassate)										Jahresmittel Moyenne annuelle Media annua	
													Tage Jours Giorni											
<b>Periode/Période/Periodo</b>	2006 - 2006												(1 Jahre/années/anni)											
<b>Monatsmittel</b> Moyenne mensuelle Media mensile	0.5 -	1.4	2.5	5.6	8.6	11.0	16.2 +	11.3	11.5	9.8	5.9	3.0	°C											
<b>Maximum/Massimo</b> Spitze/Point/Punta Jahr/Année/Anno	3.2 - 2006	5.0 2006	6.4 2006	10.6 2006	13.0 2006	19.8 2006	23.3 + 2006	17.2 2006	16.8 2006	13.1 2006	9.4 2006	7.4 2006	°C											
<b>Minimum/Minimo</b> Momentan/momentan. Jahr/Année/Anno	0.0 - 2006	0.0 - 2006	0.0 - 2006	1.0 2006	4.9 2006	5.9 2006	10.5 + 2006	8.7 2006	8.0 2006	6.5 2006	2.5 2006	0.1 2006	°C											
<b>Grösstes Jahresmittel</b> Moy. annuelle la plus grande La più grande media annua	7.3 (2006) °C												Mittlere Wassertemperatur Température moyenne Temperatura media		7.3 °C		Kleinstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus petite La più piccola media annua		7.3 (2006) °C					
<b>Dauer der Temperaturen</b> (erreicht oder überschritten)	<b>Températures classées</b> (atteints ou dépassés)												<b>Durata delle temperature</b> (raggiunte o sorpassate)											
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160												
2006	18.6	18.0	17.8	17.7	16.4	13.5	12.4	11.5	11.1	10.3	9.4	8.5	°C											
2006 - 2006	18.6	18.0	17.8	17.7	16.4	13.5	12.4	11.5	11.1	10.3	9.4	8.5	°C											
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365												
2006	7.4	6.5	5.3	4.3	2.9	2.0	1.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	°C											
2006 - 2006	7.4	6.5	5.3	4.3	2.9	2.0	1.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	°C											

Wassertemperatur <b>Sitter - Appenzell</b> <span style="float: right;">LH 2112</span>												
Température de l'eau		Koordinaten Coordonnées		Höhe Altitude		Fläche Surface		Mittlere Höhe Altitude moyenne		Vergletscherung Extension glacier		0.08 %
Temperatura dell'acqua		749040 / 244220		789 m ü.M. Altitudine		74.2 km² Superficie		1252 m ü.M. Altitudine media		Ghiaccio		
<b>2007</b>	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.
1	3.0	2.6	5.1	5.6	10.4	8.9	14.2	12.3	11.3	9.9	5.9	4.2
2	3.9	2.7	4.9	5.9	10.1	8.8	11.6	12.1	11.5	10.3	4.9	4.7
3	3.2	2.6	5.2	5.8	10.3	10.3	10.9	11.6	11.9	10.9	5.2	4.8
4	3.8	2.1	5.5	4.5	9.4	10.5	10.2	12.2	10.5	11.2	6.3	4.1
5	4.3	1.7	5.0	5.4	8.8	10.3	9.3	13.2	9.4	12.1	6.5	4.3
<b>Tagesmittel</b>												
<b>Moyenne journalière</b>	6	4.3	2.7	4.9	6.1	8.3	10.6	14.2	9.1	11.6	5.4	4.9
<b>Media giornaliera</b>	7	4.7	3.0	5.4	6.9	8.4	11.9	13.1	9.4	10.7	5.3	5.9
	8	4.8	3.2	5.1	6.5	10.1	10.4	11.5	10.1	9.9	5.8	5.0
	9	5.5	3.4	4.9	6.8	9.5	10.2	10.9	11.2	10.6	4.8	4.8
	10	5.6	3.0	4.1	7.4	9.7	10.7	10.6	10.7	8.7	3.5	4.7
	11	5.9	3.6	3.6	7.7	9.7	10.8	9.3	10.9	9.8	8.5	5.7
	12	5.5	3.9	4.1	8.3	10.5	11.3	10.1	9.4	9.6	4.8	3.2
	13	4.7	4.2	4.8	8.7	11.5	11.0	11.9	12.5	9.9	9.1	4.7
	14	5.0	3.8	5.3	9.3	11.7	11.4	13.7	12.9	10.9	9.0	3.1
	15	3.7	4.5	5.6	9.5	9.0	11.1	14.9	14.1	12.1	8.3	2.0
	16	3.5	3.6	5.8	9.2	9.2	10.5	15.0	12.8	11.8	1.7	1.2
	17	4.5	3.4	6.1	9.1	8.0	11.6	15.3	11.4	12.3	1.2	1.1
	18	5.0	3.4	6.2	7.7	8.7	12.5	14.7	11.5	11.1	0.7	1.1
	19	6.7	4.6	3.9	8.6	9.9	13.5	14.2	11.5	9.2	1.5	0.6
	20	6.2	3.9	0.9	9.1	10.9	14.7	15.2	11.5	8.8	2.6	0.4
	21	5.5	3.7	2.1	9.6	11.6	12.9	14.2	11.3	9.4	4.9	5.3
	22	4.6	4.5	3.2	10.4	12.2	11.9	13.3	12.0	10.5	4.6	0.7
	23	4.1	4.9	3.1	10.4	12.4	12.4	14.0	12.4	11.1	4.9	0.4
	24	1.8	4.2	3.7	9.9	13.0	14.5	12.0	12.6	11.0	5.6	0.1
	25	1.6	3.9	4.4	10.8	13.0	13.4	11.9	14.1	9.9	6.0	5.3
<b>+Maximum Massimo</b>	26	1.4	3.7	4.4	10.9	13.1	10.9	13.3	14.6	8.9	6.0	4.2
	27	1.0	4.1	4.7	10.4	12.4	10.2	13.8	13.9	8.8	6.4	3.2
<b>- Minimum Minimo</b>	28	1.8	5.0	4.8	11.2	9.5	10.3	13.9	13.2	8.6	6.5	2.2
	29	1.8	5.0	5.0	11.7	7.6	11.5	13.9	13.0	9.0	5.6	0.1
	30	1.4	5.0	5.0	10.4	9.1	12.9	11.7	12.1	9.3	6.1	1.0
	31	1.4	5.2	5.2		9.6		10.9			6.5	1.5
<b>Monatsmittel</b> Moyenne mensuelle Media mensile		3.9	3.6	4.6	8.5	10.2	11.4	12.5	12.4	10.2	8.0	4.2
<b>Maximum/Massimo</b> Spitze/Pointe/Punta Datum/Date/Data		6.9 19	6.8 19	9.2 18	16.0 29	17.4 24	18.9 24	19.3 17	18.1 6	14.8 16	14.0 5	7.5 7
<b>Minimum/Minimo</b> Momentan/momentan. Datum/Date/Data		0.2 26	0.2 5	0.1 20	-3.0 4	6.7 7	8.3 2	8.8 11	8.9 1	7.4 20	3.4 21	0.1 16
<b>Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua</b>	7.7 °C											
<p>— Ganglinie der Tagesmittel / Hydrogramme des moyennes journalières / Andariento delle medie giornaliere</p> <p>--- Dauerlinie der Tagesmittel (erreicht oder überschritten) / Courbe des valeurs classées moyennes journalières (atteints ou dépassés) / Curva di durata delle medie giornaliere (raggiunte o sorpassate)</p> <p>► Jahresmittel / Moyenne annuelle / Media annua</p> <p>°C</p> <p>Tage / Jours / Giorni</p>												
<b>Periode/Période/Periodo</b>	2006 - 2007 (2 Jahre/années/anni)											
<b>Monatsmittel</b> Moyenne mensuelle Media mensile	2.2 -	2.5	3.5	7.0	9.4	11.2	14.3	11.9	10.9	8.9	5.0	2.7
<b>Maximum/Massimo</b> Spitze/Pointe/Punta Jahr/Année/Anno	6.9 2007	6.8 2007	9.2 2007	16.0 2007	17.4 2007	19.8 2006	23.3 2006	18.1 2007	16.8 2006	14.0 2007	9.4 2006	7.4 2006
<b>Minimum/Minimo</b> Momentan/momentan. Jahr/Année/Anno	0.0 2006	0.0 2006	0.0 2006	1.0 2006	4.9 2006	5.9 2006	8.8 2007	8.7 2006	7.4 2007	3.4 2007	0.1 2007	0.1 2007
<b>Grösstes Jahresmittel</b> Moy. annuelle la plus grande La più grande media annua	7.7 (2007) °C			Mittlere Wassertemperatur Température moyenne Temperatura media				7.5 °C		Kleinstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus petite La più piccola media annua		
7.3 (2006) °C												
<b>Dauer der Temperaturen</b> (erreicht oder überschritten) / <b>Températures classées</b> (atteints ou dépassés) / <b>Durata delle temperature</b> (raggiunte o sorpassate)												
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160
2007	15.3	15.0	14.7	14.2	13.9	12.6	11.9	11.5	10.9	10.4	9.9	9.1
2006 - 2007	18.0	17.8	16.9	16.4	14.3	13.0	12.1	11.5	10.9	10.4	9.7	8.9
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365
2007	8.4	6.1	5.5	4.9	4.5	3.9	3.5	2.6	1.2	0.7	0.1	0.1
2006 - 2007	8.0	6.2	5.4	4.8	4.1	3.2	2.1	1.1	0.5	0.1	0.1	0.0

Wassertemperatur		Sitter - Appenzell											LH 2112		
Température de l'eau		Koordinaten Coordonnées		Höhe Altitude		Fläche Surface		Mittlere Höhe Altitude moyenne		Vergletscherung Extension glacier		0.08 %			
Temperatura dell'acqua		749040 / 244220		789 m ü.M. Altitudine		74.2 km² Superficie		1252 m ü.M. Altitudine media		Ghiacciaio					
<b>2008</b>															
	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.			
Tagesmittel	1 2 3 4 5	0.2 - 0.3 0.7 2.0 2.3	2.9 2.4 0.5 - 2.3 2.7	5.2 5.7 5.4 3.6 4.4	4.9 4.6 3.5 - 4.4 4.9	7.4 - 7.7 8.5 10.0 8.7	11.2 11.6 10.4 12.1 9.6	13.5 13.9 13.1 13.4 13.0	14.0 13.2 14.6 13.8 14.4	9.9 9.6 7.8 6.7 6.7	7.2 7.5 7.7 7.5 7.8 +	3.4 3.7 2.3 2.6 3.5	1 2 3 4 5		
Moyenne journalière	6	2.4	3.1	1.6 -	4.7	8.7	9.5	12.9	13.7	14.8 +	8.4	7.2	3.6	6	
Media giornaliera	7	3.1	3.0	1.9	4.0	8.8	8.9	11.4	14.0	12.0	9.3	6.5	3.3	7	
	8	3.1	1.7	2.7	3.7	9.0	9.8	11.8	13.4	11.1	9.6	6.6	1.5	8	
	9	3.1	1.5	2.9	5.0	9.4	10.2	12.6	13.1	10.7	9.7	5.9	1.2	9	
	10	3.1	1.4	3.8	5.7	9.6	10.9	13.9	13.7	11.4	9.8	6.1	2.0	10	
°C	11	3.1	1.3	4.5	5.8	8.7	10.0	14.4	14.1 +	12.5	10.1	5.9	2.1	11	
	12	3.1	1.4	4.6	5.2	9.2	10.3	12.4	13.5	12.2	9.5	6.5	1.7	12	
	13	3.1	1.3	4.6	6.0	9.3	9.4	11.4	12.8	11.6	9.6	6.1	1.9	13	
	14	2.9	1.4	5.2	4.9	9.2	8.6	10.5	12.8	10.5	10.6 +	5.8	2.9	14	
	15	2.8	1.1	5.9 +	4.8	9.6	8.4 -	11.2	11.9	8.9	10.6 +	5.4	4.0	15	
	16	4.0	1.6	5.7	5.0	9.9	8.8	11.5	10.9	8.5	10.4	4.3	3.0	16	
	17	3.5	0.7	4.7	5.5	9.1	9.5	11.3	10.8 -	8.3	8.5	5.7	2.8	17	
	18	3.9	1.1	4.1	6.8	8.9	10.5	10.9	11.3	9.1	7.5	5.0	2.7	18	
	19	4.9 +	1.4	3.1	6.7	8.6	11.4	11.4	12.0	10.1	8.2	5.3	2.9	19	
	20	3.9	2.0	3.4	7.0	8.0	11.6	11.9	11.8	9.6	8.3	5.0	3.7	20	
+Maximum Massimo	21	3.1	3.1	2.8	6.3	7.7	12.7	10.6	11.8	8.5	9.0	5.5	4.4	21	
	22	3.8	2.7	3.4	5.8	8.2	13.3	10.3	11.8	8.3	8.4	3.3	5.0 +	22	
	23	2.5	3.4	2.8	6.6	9.3	13.6	11.5	11.6	8.7	7.4	2.2	4.8	23	
	24	2.6	3.7	2.9	6.6	10.1	12.8	12.0	11.0	8.3	7.9	2.7	3.8	24	
	25	3.7	4.5	1.9	6.4	10.7	13.3	13.0	11.3	8.7	7.3	3.4	3.5	25	
- Minimum Minimo	26	2.1	4.6	2.7	7.3	10.2	11.8	13.4	12.0	9.0	7.3	2.0	1.6	26	
	27	2.4	4.5	3.9	7.5	10.5	11.8	14.1	12.4	8.1 -	7.6	0.9 -	1.1	27	
	28	2.9	4.7	4.4	7.8 +	11.3	13.2	13.9	12.5	8.4	7.8	1.5	0.6	28	
	29	2.4	5.1 +	4.6	6.8	11.4 +	14.0 +	14.1	12.6	8.7	6.9	2.1	0.4 -	29	
	30	2.9	4.7	4.7	7.2	10.7	13.9	14.6 +	13.8	9.5	5.8	0.8	3.0	30	
	31	3.0	4.4	4.4	10.6	10.6	14.5	14.1 +	14.1 +	5.7 -	5.7 -	1.2	3.1	31	
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile		2.8	2.4 -	3.8	5.7	9.3	11.0	12.5	12.6 +	10.6	8.5	5.1	2.6	°C	
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Datum/Date/Data		5.6 19	7.2 26	7.8 28	10.9 27	14.6 29	18.7 29	18.8 + 30	18.2 11	17.5 3	12.5 15	9.2 5	5.3 - 22	°C	
Minimum/Minimo Momentan/momentan. Datum/Date/Data		0.1 1	0.0 - 3	0.2 6	1.4 8	5.9 6	7.2 15	9.0 24	9.5 + 16	5.9 27	4.6 5	0.2 27	0.1 26	°C	
Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua	7.3 °C														
<b>Periode/Période/Periodo</b> 2006 - 2008 (3 Jahre/années/anni)															
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile	2.4 -	2.5	3.6	6.6	9.4	11.1	13.7 +	12.1	10.8	8.8	5.1	2.7	°C		
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Jahr/Année/Anno	6.9 - 2007	7.2 2008	9.2 2007	16.0 2007	17.4 2007	19.8 2006	23.3 + 2006	18.2 2008	17.5 2008	14.0 2007	9.4 2006	7.4 2006	°C		
Minimum/Minimo Momentan/momentan. Jahr/Année/Anno	0.0 - 2006	0.0 - 2008	0.0 - 2006	1.0 2008	4.9 2006	5.9 2006	8.8 + 2007	8.7 2006	5.9 2008	3.4 2007	0.1 2007	0.1 2008	°C		
Grösstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus grande La più grande media annua	7.7 (2007) °C			Mittlere Wassertemperatur Température moyenne Temperatura media				7.4 °C			Kleinstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus petite La più piccola media annua			7.3 (2008) °C	
<b>Dauer der Temperaturen (erreicht oder überschritten) / Températures classées (erreicht oder überschritten) / Durata delle temperature (erreicht oder überschritten)</b>															
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160			
2008	14.8	14.6	14.4	14.1	13.8	13.0	12.0	11.4	10.7	9.8	9.0	8.4	°C		
2006 - 2008	18.0	17.7	16.4	15.0	14.0	13.0	12.0	11.4	10.9	10.2	9.4	8.7	°C		
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365			
2008	7.4	6.1	5.0	4.4	3.5	3.1	2.8	2.1	1.4	1.1	0.7	0.3	°C		
2006 - 2008	7.6	6.2	5.3	4.7	3.9	3.1	2.5	1.5	0.7	0.2	0.1	0.0	°C		

Wassertemperatur		Sitter - Appenzell										LH 2112		
Température de l'eau		Koordinaten Coordonnées		Höhe Altitude		Fläche Surface		Mittlere Höhe Altitude moyenne		Vergletscherung Extension glacier		0.08 %		
Temperatura dell'acqua		749040 / 244220		769 m ü.M. Altitudine		74.2 km <sup>2</sup> Superficie		1252 m ü.M. Altitudine media		Ghiacciaio				
<b>2009</b>		Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.	
	1	1.3	0.5	2.3 -	5.2	8.3	10.0	13.0	14.5	14.7 +	11.4	6.1	2.9	1
	2	1.0	1.5	2.9	5.0 -	7.4	10.4	13.1	13.6	12.9	11.6	6.9	3.2	2
<b>Tagesmittel</b>	3	0.8	2.3	3.3	5.1	7.9	11.1	12.5	12.4	12.3	11.0	6.5	2.8	3
	4	0.1	1.7	3.4	5.1	6.9	11.2	12.5	11.3 -	11.4	10.7	6.6	4.1	4
	5	0.1	2.1	3.0	5.4	6.8 -	11.8	12.3	11.5	10.1 -	10.5	6.0	3.1	5
<b>Moyenne journalière</b>	6	0.3	2.5 +	2.8	5.6	7.9	10.3	11.6	12.5	10.1 -	11.7	5.6	4.1	6
	7	0.6	2.4	2.6	5.7	8.8	10.1	10.4	13.1	10.6	12.9 +	5.3	5.3	7
<b>Media giornaliera</b>	8	0.1	1.6	2.3 -	5.8	8.8	10.5	10.2 -	13.5	11.3	12.5	5.3	5.5 +	8
	9	0.0 -	1.3	3.0	6.1	9.5	10.1	10.4	14.0	11.7	12.6	5.6	4.5	9
	10	0.0 -	2.4	3.1	6.3	9.5	11.1	10.5	13.8	11.8	11.9	5.6	4.3	10
	11	0.0 -	1.3	3.0	6.5	9.4	10.8	10.7	14.2	11.3	10.5	5.6	4.4	11
	12	0.0 -	0.6	2.7	6.6	9.1	11.3	10.7	14.0	12.0	9.0	4.5	3.9	12
<b>°C</b>	13	0.1	0.4	3.7	6.6	9.3	11.8	13.1	14.4	11.9	8.1	6.4	3.2	13
	14	0.1	0.5	3.7	6.6	9.3	12.7 +	13.4	14.7	10.1 -	7.2	7.1	2.6	14
	15	0.2	0.6	3.2	6.8	9.2	12.6	13.5	15.3	10.2	6.1	7.0	1.9	15
	16	0.2	0.3	3.9	6.6	9.4	10.8	14.1 +	16.1	10.8	6.1	7.6	1.6	16
	17	0.2	0.3	4.0	6.2	10.5	11.0	13.0	16.1	11.6	6.4	7.3	1.3	17
	18	0.5	0.0 -	4.0	6.5	9.1	11.8	10.2 -	16.3	12.1	6.6	7.8 +	0.6	18
	19	1.2	0.1	3.7	6.8	9.6	11.4	10.3	16.5	12.4	5.9	6.5	0.3	19
	20	1.6 +	0.1	3.2	7.5	10.5	9.8	10.7	16.7 +	13.0	5.3 -	6.4	0.0 -	20
	21	1.5	0.4	2.4	7.3	10.9	9.5	11.7	16.3	12.0	6.7	6.4	0.7	21
	22	0.4	0.9	2.8	7.2	11.0	9.2	12.4	14.5	12.4	7.1	6.5	2.5	22
	23	0.4	1.2	4.0	6.7	11.4	9.0 -	13.6	14.5	12.4	6.6	6.4	3.1	23
	24	1.1	0.8	2.6	6.9	11.8 +	9.1	13.4	15.3	12.7	7.3	6.8	3.2	24
<b>+Maximum</b>	25	1.3	0.7	2.3 -	8.2 +	11.6	10.3	11.3	15.4	11.9	8.2	5.6	4.1	25
<b>Massimo</b>	26	0.4	1.1	3.5	8.0	11.5	10.4	11.7	14.1	12.6	8.0	5.9	2.6	26
	27	0.7	2.2	3.6	7.7	9.6	10.8	12.8	15.1	12.9	6.9	5.3	2.4	27
<b>- Minimum</b>	28	1.1	2.4	4.1	6.7	9.3	11.4	13.1	15.0	12.4	6.3	5.1	2.9	28
<b>Minimo</b>	29	1.3		3.7	6.2	10.1	12.2	13.4	12.8	12.1	6.2	4.9	3.7	29
	30	1.5		4.3 +	6.6	10.0	12.7 +	12.6	12.0	11.6	6.2	3.3 -	4.7	30
	31	1.0		4.3 +		9.9		12.7	13.0		6.9		5.0	31
<b>Monatsmittel</b>		0.6 -	1.1	3.3	6.4	9.5	10.8	12.1	14.3 +	11.8	8.5	6.1	3.0	°C
<b>Moyenne mensuelle</b>														
<b>Media mensile</b>														
<b>Maximum/Massimo</b>		2.5 -	5.4	6.8	12.8	15.2	16.7	17.1	20.6 +	18.3	15.2	8.4	5.9	°C
<b>Spitze/Pointe/Punta</b>		30.	28.	23.	25.	25.	14.	29.	20.	1.	7.	18.	7.	
<b>Datum/Date/Data</b>														
<b>Minimum/Minimo</b>		0.0 -	0.0 -	0.1	4.0	4.2	7.7	8.9	9.0 +	8.3	3.9	1.3	0.0 -	°C
<b>Momentan/momentan.</b>		6.	9.	8.	2.	1.	1.	12.	30.	15.	20.	30.	18.	
<b>Datum/Date/Data</b>														
<b>Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua</b>		7.3 °C												
<p>— Ganglinie der Tagesmittel      - - - Dauerlinie der Tagesmittel (erreicht oder überschritten)      ◀ Jahresmittel</p> <p>Hydrogramme des moyennes journalières      Courbe des valeurs classées moyennes journalières (atteints ou dépassés)      Moyenne annuelle</p> <p>Andamento delle medie giornaliere      Curva di durata delle medie giornaliere (raggiunte o sorpassate)      Media annua</p>														
<b>Periode/Période/Periodo</b>	2006 - 2009 (4 Jahre/années/anni)													
<b>Monatsmittel</b>	1.9 -	2.1	3.5	6.6	9.4	11.1	13.3 +	12.7	11.0	8.7	5.3	2.8	°C	
<b>Moyenne mensuelle</b>														
<b>Media mensile</b>														
<b>Maximum/Massimo</b>	6.9 -	7.2	9.2	16.0	17.4	19.8	23.3 +	20.6	18.3	15.2	9.4	7.4	°C	
<b>Spitze/Pointe/Punta</b>	2007	2008	2007	2007	2007	2006	2006	2009	2009	2009	2006	2006		
<b>Jahr/Année/Anno</b>														
<b>Minimum/Minimo</b>	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.0	4.2	5.9	8.8 +	8.7	5.9	3.4	0.1	0.0 -	°C	
<b>Momentan/momentan.</b>	2006	2008	2006	2006	2009	2006	2007	2006	2008	2007	2007	2009		
<b>Jahr/Année/Anno</b>														
<b>Grösstes Jahresmittel</b>	7.7 (2007) °C			Mittlere Wassertemperatur				7.4 °C				Kleinstes Jahresmittel		
<b>Moy. annuelle la plus grande</b>				Température moyenne								7.3 (2008) °C		
<b>La più grande media annua</b>				Temperatura media										
<b>Dauer der Temperaturen</b> (erreicht oder überschritten)	Températures classées (atteints ou dépassés)													
<b>Durata delle temperature</b> (raggiunte o sorpassate)														
<b>Tage/Jours/Giorni</b>	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160		
<b>2009</b>	16.7	16.3	16.1	15.3	14.2	13.0	12.5	11.8	11.4	10.6	10.0	8.3	°C	
<b>2006 - 2009</b>	17.9	16.9	16.1	15.1	14.1	13.0	12.2	11.6	11.0	10.3	9.5	8.7	°C	
<b>Tage/Jours/Giorni</b>	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365		
<b>2009</b>	6.9	6.5	5.6	4.3	3.2	2.6	1.6	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	°C	
<b>2006 - 2009</b>	7.4	6.3	5.4	4.6	3.7	3.0	2.3	1.3	0.6	0.1	0.1	0.0	°C	

Wassertemperatur		Sitter - Appenzell										LH 2112		
Température de l'eau		Koordinaten Coordonnées		Höhe Altitude		Fläche Surface		Mittlere Höhe Altitude moyenne		Vergletscherung Extension glacier		0.08 %		
Temperatura dell'acqua		749040 / 244220		769 m ü.M. Altitudine		74.2 km² Superficie		1252 m ü.M. Altitudine media		Ghiacciaio				
<b>2010</b>														
	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.		
Tagesmittel	1 4.3 +	2 0.0 -	3 3.9	4 3.6 -	5 8.5	6 7.9 -	7 14.6	8 11.8	9 9.1	10 8.9	11 7.1 +	12 1.0	13 1	
Moyenne journalière	2 1.9	3 0.1	4 4.0	5 4.0	6 7.7	7 8.1	8 15.1	9 11.9	10 9.3	11 9.2	12 6.6	13 1.1	14 2	
Media giornaliera	3 0.2	4 1.1	5 4.0	6 5.4	7 7.4	8 8.4	9 15.8	10 11.4	11 10.0	12 9.8	13 6.5	14 0.2 -	15 3	
	4 0.5	5 1.3	6 2.8	7 5.5	8 7.3	9 9.2	10 14.7	11 10.6	12 9.9	13 10.3	14 7.1 +	15 0.2 -	16 4	
	5 1.0	6 1.8	7 1.8	8 4.7	9 7.4	10 10.1	11 14.0	12 10.9	13 10.9	14 10.2	15 6.6	16 0.2 -	17 5	
	6 1.3	7 2.7	8 0.6	9 5.3	10 7.7	11 10.4	12 13.4	13 10.4	14 10.8	15 9.8	16 7.1 +	17 1.7	18 6	
	7 1.0	8 2.5	9 1.1	10 6.6	11 6.7	12 10.5	13 14.1	14 10.7	15 10.9	16 9.9	17 6.9	18 4.2	19 7	
	8 1.4	9 1.1	10 0.5	11 7.0	12 7.6	13 10.8	14 14.9	15 10.4	16 10.8	17 10.5 +	18 5.4	19 5.1 +	20 8	
	9 0.8	10 1.0	11 0.2 -	12 7.3	13 8.4	14 11.9	15 15.6	16 11.4	17 10.3	18 10.4	19 4.6	20 3.7	21 9	
	10 0.7	11 0.8	12 0.6	13 6.9	14 8.5	15 12.1	16 17.4 +	17 12.1	18 10.2	19 9.9	20 4.9	21 2.5	22 10	
	11 0.8	12 0.0 -	13 0.9	14 5.7	15 9.1	16 12.7	17 17.2	18 12.6	19 10.7	20 8.6	21 5.0	22 2.8	23 11	
	12 1.0	13 0.0 -	14 1.2	15 4.9	16 8.6	17 11.8	18 16.3	19 12.6	20 11.1 +	21 8.0	22 6.7	23 3.0	24 12	
	13 0.9	14 0.1	15 1.0	16 5.5	17 7.9	18 11.4	19 14.7	20 11.2	21 10.3	22 8.4	23 6.9	24 1.3	25 13	
	14 1.7	15 0.3	16 1.9	17 5.0	18 7.2	19 11.1	20 15.0	21 11.2	22 9.5	23 8.0	24 6.5	25 0.8	26 14	
	15 1.7	16 0.3	17 2.6	18 5.8	19 6.6	20 10.9	21 15.2	22 12.0	23 10.1	24 7.2	25 6.4	26 0.7	27 15	
	16 0.6	17 0.1	18 2.6	19 6.5	20 6.4 -	21 10.8	22 16.3	23 10.1	24 10.2	25 6.9	26 5.4	27 0.7	28 16	
	17 1.9	18 0.8	19 2.7	20 7.9	21 7.2	22 11.2	23 15.1	24 10.6	25 9.9	26 6.7	27 5.2	28 1.0	29 17	
	18 2.1	19 1.9	20 3.6	21 6.7	22 7.3	23 10.2	24 12.7	25 10.6	26 9.5	27 6.4	28 4.8	29 0.3	30 18	
	19 0.8	20 2.0	21 3.8	22 7.7	23 6.9	24 9.4	25 12.8	26 11.3	27 9.8	28 6.2	29 5.3	30 0.4	31 19	
	20 0.3	21 1.9	22 3.9	23 7.0	24 7.1	25 8.7	26 14.1	27 12.1	28 9.6	29 6.5	30 4.2	31 1.5	20	
	21 1.8	22 1.6	23 4.4	24 7.5	25 8.4	26 8.8	27 14.8	28 13.4	29 9.9	30 6.2	31 4.5	32 2.1	21	
	22 1.6	23 2.5	24 5.3	25 7.9	26 9.5	27 8.8	28 15.1	29 13.7	30 10.3	31 5.4	32 4.1	33 3.0	22	
	23 0.7	24 3.4	25 5.6	26 8.3	27 10.3	28 9.5	29 13.5	30 12.9	31 11.0	32 6.3	33 3.8	34 4.0	23	
	24 0.3	25 3.3	26 5.7	27 9.2	28 10.8	29 10.3	30 11.9	31 12.9	32 10.7	33 5.9	34 3.5	35 3.7	24	
	25 1.2	26 3.5	27 6.2	28 9.2	29 11.0 +	30 11.2	31 11.0	32 12.5	33 9.2	34 4.4 -	35 2.9	36 1.7	25	
+Maximum Massimo	26 1.0	27 3.3	28 5.6	29 8.4	30 10.6	31 12.4	32 10.8	33 13.6	34 8.8	35 5.1	36 2.1	37 0.8	26	
	27 0.2	28 3.4	29 5.6	30 8.3	31 9.4	32 12.9	33 11.2	34 13.8 +	35 8.2 -	36 4.5	37 0.9	38 0.5	27	
- Minimum Minimo	28 0.0 -	29 3.7 +	30 5.5	31 9.5	32 9.2	33 14.0	34 10.6 -	35 11.4	36 8.3	37 5.4	38 1.5	39 1.6	28	
	29 0.8	30 6.3 +	31 5.5	32 10.2 +	33 9.9	34 14.8 +	35 11.3	36 11.2	37 8.8	38 6.0	39 1.7	40 2.2	29	
	30 0.1	31 6.2	32 5.2	33 10.2 +	34 9.2	35 14.2	36 11.7	37 10.4	38 8.8	39 6.7	40 0.5 -	41 2.7	30	
	31 0.0 -				8.0		10.9	9.8 -		7.0		2.4	31	
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile	1.1 -	1.6	3.4	6.9	8.3	10.8	13.9 +	11.7	9.9	7.6	4.8	1.8	°C	
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Datum/Date/Data	5.0 - 1.	5.4 25.	8.7 25.	14.6 29.	15.1 24.	19.0 29.	22.4 + 10.	17.0 22.	13.9 12.	12.3 4.	8.7 6.	5.8 8.	°C	
Minimum/Minimo Momentan/momentan. Datum/Date/Data	0.0 - 3.	0.0 - 1.	0.0 - 7.	1.1 2.	5.7 19.	7.5 23.	8.9 31.	9.1 + 31.	7.4 20.	3.0 25.	0.0 - 27.	0.0 - 3.	°C	
Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua	6.8 °C													
<p>— Ganglinie der Tagesmittel      - - - Dauerlinie der Tagesmittel (erreicht oder überschritten)</p> <p>Hydrogramme des moyennes journalières      Courbe des valeurs classées moyennes journalières (atteints ou dépassés)</p> <p>Andamento delle medie giornaliere      Curva di durata delle medie giornaliere (raggiunte o sorpassate)</p> <p>◀ Jahresmittel      Moyenne annuelle      Media annua</p>														
<b>Periode/Période/Periodo</b> 2006 - 2010 (5 Jahre/années/anni)														
Monatsmittel Moyenne mensuelle Media mensile	1.8 -	2.0	3.5	6.6	9.2	11.0	13.4 +	12.5	10.8	8.5	5.2	2.6	°C	
Maximum/Massimo Spitze/Pointe/Punta Jahr/Année/Anno	6.9 - 2007	7.2 2008	9.2 2007	16.0 2007	17.4 2007	19.8 2006	23.3 + 2006	20.6 2009	18.3 2009	15.2 2009	9.4 2006	7.4 2006	°C	
Minimum/Minimo Momentan/momentan. Jahr/Année/Anno	0.0 - 2006	0.0 - 2008	0.0 - 2010	1.0 2006	4.2 2009	5.9 2006	8.8 + 2007	8.7 2006	5.9 2008	3.0 2010	0.0 - 2010	0.0 - 2009	°C	
Grösstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus grande La più grande media annua	7.7 (2007) °C			Mittlere Wassertemperatur Température moyenne Temperatura media				7.3 °C		Kleinstes Jahresmittel Moy. annuelle la plus petite La più piccola media annua			6.8 (2010) °C	
<b>Dauer der Temperaturen (erreicht oder überschritten)      Températures classées (atteints ou dépassés)      Durata delle temperature (raggiunte o sorpassate)</b>														
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160		
2010	17.4	16.3	15.6	15.1	14.2	12.6	11.2	10.8	10.4	9.8	8.8	7.9	°C	
2006 - 2010	17.9	16.8	15.9	15.1	14.1	12.9	12.0	11.4	10.9	10.2	9.4	8.5	°C	
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365		
2010	7.0	6.3	5.3	4.0	2.7	1.8	1.2	0.8	0.3	0.2	0.0	0.0	°C	
2006 - 2010	7.3	6.3	5.3	4.5	3.5	2.9	2.0	1.1	0.5	0.1	0.1	0.0	°C	

## 8.4 Abschätzung des Bonitätsfaktors nach AQUARIUS (1995)

Gewässertypus	Bonitätsfaktor B	Nährtierbestand [g/m <sup>2</sup> ]
arme Gewässer	0,5	0-1,5
	<b>1</b>	<b>1,5-3</b>
	<b>1,5</b>	<b>3-4,5</b>
	<b>2</b>	<b>4,5-6</b>
	<b>2,5</b>	<b>6-8</b>
	<b>3</b>	<b>8-10</b>
mittlere Gewässer	<b>3,5</b>	<b>10-15</b>
	4	15-20
	4,5	20-25
	5	25-30
	5,5	30-35
	6	35-40
reiche Gewässer	6,5	40-45
	7	45-50
	7,5	50-55
	8	55-60
	8,5	60-65
	9	65-70
	9,5	70-80
	10	> 80

Wird die Qualität der Fischnahrung insgesamt als eher schlecht bewertet wird B um 0,5-1 Werte erniedrigt. Ist dagegen ein hoher Anteil (> 40 %) an Crustaceen vorhanden, wird B um eine Stufe erhöht (nur sofern B ansonsten nicht höher als 7).

Fett hervorgehoben ist der Bereich in dem sich basierend auf den durchgeführten Makrozoobenthosbeprobungen die untersuchten Probestellen in der Sitter bewegten.

## 8.5 Erläuterungen zur Methode Fische Stufe F (SCHAGER & PETER, 2004)

<b>Parameter 1: a) Artenspektrum</b>					<b>Punkte</b>
- standortgerechtes Artenspektrum entsprechend der Fischregion					0
- mässig verändertes Artenspektrum in Bezug auf die Fischregion/ des erwarteten Artenspektrums (wenige/individuelle Arten fehlen oder sind nicht fischregionstypisch; einzelne Exoten)					1
- untypisches Artenspektrum (massive Artenreduktion; untypische Fisch- arten; Exoten mehr als Einzelfund)					2
<b>b) Dominanzverhältnis</b>					
- Dominanz der Indikatorarten / weiterer typischer Arten					0
- Dominanz der toleranten Arten					1
- Dominanz der untypischen Arten / Exoten					2
<b>Parameter 2: Populationsstruktur der Indikatorarten</b>					
<b>a) Bachforelle (Altersklassen und 0+-Fischdichte)</b>					
- sehr gut					0
- gut					1
- mittel					2
- schlecht					3
- sehr schlecht					4
<b>b) andere Indikatorarten: Wanderarten, Äsche (0+-Fische) Kleinfischarten (verschiedene Altersklassen)</b>					
- vorhanden					0
- nicht vorhanden					4
<b>Parameter 3: Fischdichte der Indikatorarten</b>					
	Mittelland*	Jura	Voralpen	Alpen*	
- hoch	>2500	>3500	>2000	>500	0
- mittel	1000 - 2500	1000 - 3500	500 - 2000	200 - 500	2
- gering	<1000	<1000	<500	<200	4
* inklusive entsprechende Lagen auf der Alpensüdseite					
<b>Parameter 4: Deformationen / Anomalien</b>					
- keine bzw. vereinzelt (<1%)					0
- wiederkehrend (1-5%)					2
- häufig (>5%)					4

Abbildung 111: Bewertungsschema Modul-Stufen-Konzept Fische Stufe F (aus SCHAGER & PETER, 2005a).

Tabelle 14: Klassifizierungsschema Modul Fische Stufe F (nach SCHAGER & PETER, 2004).

Klasse	fischökologischer Zustand	Farbcode	Punktezahl
1	sehr gut	blau	0 - 1
2	gut	grün	2 - 5
3	mässig	gelb	6 - 9
4	unbefriedigend	orange	10 - 13
5	schlecht	rot	14 - 17

wissenschaftlicher Name	deutsch	französisch	italienisch	Gefährdungsstatus*
Alburnoides bipunctatus	Schneider	Spirlin		3, E
Barbus barbus	Barbe	Barbeau		4
Barbus meridionalis	Hundsbarbe	Barbeau canin	Barbo canino	2,E
Barbus plebejus	Südbarbe	Barbeau italien	Barbo	3,E
Chondrostoma nasus	Nase	Nase		2,E
Chondrostoma soetta	Savetta	Savetta	Savetta	2,E
Chondrostoma toxostoma	Soiffe, Sofie	Soiffe, Sofie	Soiffe, Sofie	1,E
Cottus gobio	Groppe	Chabot		4
Lampetra planeri	Bachneunauge	Petite lamproie	Piccola Lampreda	1,E
Leuciscus leuciscus	Hasel	Vandoise		NG
Leuciscus souffia muticellus	Strigione	Strigione	Strigione	3,E
Leuciscus souffia souffia	Strömer	Blageon		2,E
Lota lota	Trüsche	Lotte		NG
Salarai fluviatilis	Cagnetta	Blennie fluviatile	Cagnetta	2,E
Salmo trutta fario	Bachforelle	Truite fario	Trota fario	4
Salmo trutta lacustris	Seeforelle	Truite lacustre	Trota di lago	2
Thymallus thymallus	Äsche	Ombre	Temolo	3,E

\* 0=ausgestorben, 1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, 4=potenziell gefährdet, NG=nicht gefährdet,

E=europäisch geschützt nach Berner Konvention, S=europäisch stark geschützt nach Berner Konvention

Quelle: Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) 923.01 (Stand 16. Januar 2001)

Abbildung 112: Indikatorarten Modul Fische Stufe F (aus SCHAGER & PETER, 2005a).