



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Fischereiliche Bewirtschaftung Sense

Abschlussbericht mit erweiterten Untersuchungen für das künftige Fischereimanagement

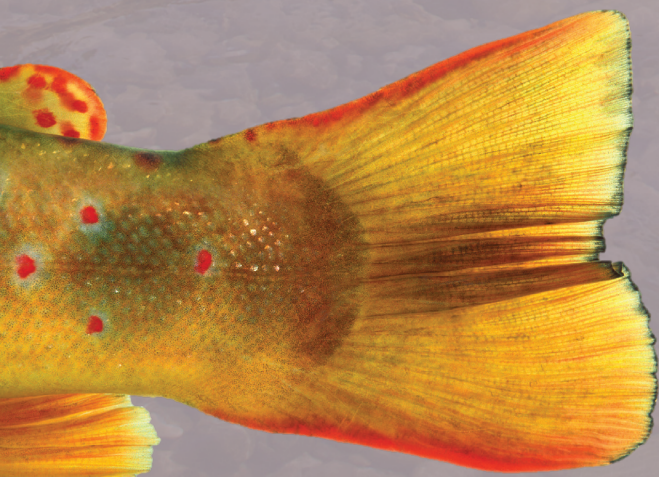
Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern
LANAT Amt für Landwirtschaft und Natur
Fischereiinspektorat

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern
AWA Amt für Wasser und Abfall
Gewässer- und Bodenschutzlabor

Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft ILFD
des Kantons Freiburg
Amt für Wald, Wild und Fischerei WALDA
Sektor Fauna, Biodiversität, Jagd und Fischerei

Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion RUBD
des Kantons Freiburg
Amt für Umwelt AfU
Sektion Gewässerschutz

Universität Bern
Vetsuisse Fakultät
Department für Infektiöse Krankheiten und Pathobiologie DIP
Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI



Impressum

Zitiervorschlag: Fischereiliche Bewirtschaftung Sense
– Abschlussbericht mit erweiterten Untersuchungen für
das künftige Fischereimanagement,
Kanton Bern und Kanton Freiburg. Mai 2018

Projektmitglieder:

Kanton Bern:

Thomas Vuille, Fischereiinspektorat
Christoph Küng, Fischereiinspektorat
Benjamin Bracher, Fischereiaufseher
Janine Flühmann, Fischereiinspektorat
Claudia Minkowski, Gewässer- und Bodenschutzlabor
Elmar Scheiwiller, Gewässer- und Bodenschutzlabor

Kanton Freiburg

Jean - Daniel Wicky, Fischerei und Biodiversität
Anton Jenny, Wildhüter und Fischereiaufseher
Pascal Riedo, Wildhüter und Fischereiaufseher
Catherine Folly, Gewässerschutz

Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI), Uni Bern

Thomas Wahli

Bilder ohne Quellenangabe: M. Roggo

Inhalt

1 Einführung	2
2 Aktuelle fischereiwirtschaftliche Situation an der Sense	3
3 Ergänzende Untersuchungen zur Wasserqualität	5
3.1 Makrozoobenthos (Wasserwirbellosen)	5
3.2 Chemische Untersuchungen	8
3.3 Mikroverunreinigungen	10
3.4 ARA Guggersbach	12
3.5 Industrien und Deponien	13
4 Ergänzende Untersuchungen zur Wassertemperatur	14
5 Neue Untersuchungen zur Fischgesundheit	18
5.1 Allgemeiner Gesundheitszustand	18
5.2 Abklärungen zu Proliferativer Nierenkrankheit (PKD)	20
6 Fischereiliche Bewirtschaftung der Sense ab 2019	22
7 Literatur	24
8 Anhang	25

1 Einführung

Die Sense gilt als eines der letzten Gewässer dieser Grösse in Mitteleuropa, das noch grösstenteils unbeeinflusst und natürlich ist (9) (Abbildung 1). Trotzdem ist in der Sense zwischen Zollhaus und der Einmündung in die Saane seit Jahren ein starker Rückgang der Bachforellen-Fangzahlen festzustellen. Dieser Trend ist leider auch in anderen Schweizer Gewässern zu beobachten und wurde bereits durch das Projekt Fischnetz umfangreich untersucht (14). Die auffallende Abnahme der Bachforellenbestände wurde durch Elektroabfischungen (Laichfischfänge der Kantone, weitere fischökologische Untersuchungen) bestätigt.

Gemäss der Vereinbarung zwischen den Kantonen Bern und Freiburg betreffend der Fischerei in den Grenzgewässern der Sense und Saane vom 2.06.2009 und 18.07.2009, 3. KAPITEL Bewirtschaftungsmassnahmen und Schongebiete, Art. 10, ist festgelegt, *dass die Fischereiverwaltungen beider Kantone gemeinsame Bewirtschaftungsmassnahmen festlegen können und sich gemeinsam an ökologisch zweckmässigen Besatzmassnahmen beteiligen.*

Abbildung 1: Das natürliche Flussbett der Sense



Um mögliche Ursachen für die beobachtete Entwicklung zu ermitteln und daraus Schlussfolgerungen für eine angepasste Bewirtschaftung ziehen zu können, haben die zuständigen Stellen der Kantone Bern und Freiburg 2015 die Untersuchung „Sense, Grundlagen zur Fischereibewirtschaftung“ (14) in Auftrag gegeben. Dabei erhärtete sich der Verdacht, dass Veränderungen im Temperaturregime - mit Auswirkungen im Winter, Frühling und Sommer - sowohl die Naturverlaichung, das Wachstum, wie auch die Fitness der Fische in vielfältiger Weise beeinträchtigen. So kann davon ausgegangen werden, dass die Proliferative Nierenerkrankung (PKD) durch die Temperaturverschiebungen und -erhöhungen sowohl den aus Naturverlaichung stammenden, als auch den besetzten Forellenbestand zunichtemacht. Andere Fischarten sind weniger betroffen, der Aletbestand beispielsweise nimmt sogar zu. Hydrologie, morphologische und strukturelle Defizite, verfügbares Nahrungsangebot sowie übermässiger Frassdruck durch fischfressende Vögel, kommen als Hauptursache eher weniger in Frage. Auch beim Fischereimanagement (Bsp. Besatz, Befischungsdruck, Schonzeit, Fangmindestmass) bestehen keine offensichtlichen Defizite. Durch ergänzende Untersuchungen in den Jahren 2016/17 zu den Teilbereichen Wasserqualität, Wassertemperatur und Fischgesundheit, konnte das vorliegende Bewirtschaftungskonzept für die Sense, vom Zusammenfluss der Muscherensense mit der Kalten Sense bis zur Einmündung in die Saane (Gewässercodes BE 230 und 231), erarbeitet werden. Die Resultate dieses Berichts bilden die Grundlage für den neuen Besatzplan.

2 Aktuelle fischereiwirtschaftliche Situation an der Sense

Die Sense wird ökologisch in die Forellenregion eingestuft und heute ausschliesslich mit Bachforellen bewirtschaftet. Neben den Bachforellen werden durch die Angelfischer auch Barben, Alet, Regenbogenforellen und selten Äschen gefangen. Während die Fänge der Bachforellen zwischen 1990 und 2015 um über 80% abgenommen haben, nehmen die Aletfänge zu. Ob die höheren Fangzahlen im 2016 auf eine sich erholende Bachforellenpopulation oder auf illegale Besätze mit Massfischen zurückzuführen ist, kann leider nicht abschliessend beurteilt werden (Abbildung 2). Die Regenbogenforellenfänge nehmen deutlich ab, was mit dem Besatzverbot von 1993 zusammenhängt. Der letzte Nasenfang wurde 2005 in der Sense registriert, unmittelbar vor dem eidgenössischen Fangverbot (die Nase ist vom Aussterben bedroht). Weitere in der Sense vorkommende Fischarten sind Groppe, Rotaugen, Schmerle, Elritze, Schneider, Strömer und Gründling. Bachforelle, Groppe und Barbe werden nach der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei als potenziell gefährdet, Schneider, Strömer und Äsche als gefährdet eingestuft. Seit der Sanierung der Schwelle bei der Sense-Mündung im Jahr 2009, ist die Sense von der Saane bis Zollhaus wieder vollständig fischgängig.

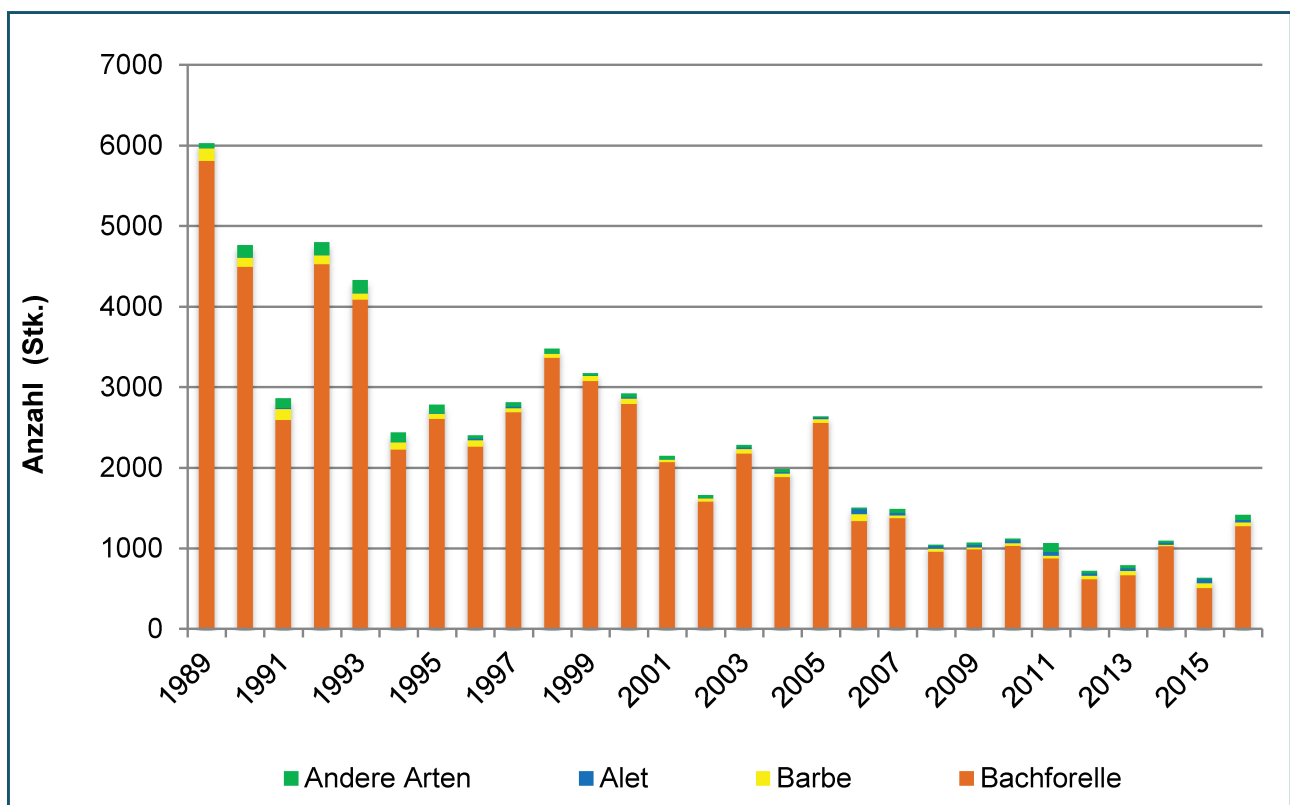


Abbildung 2: Fangzahlen der Angelfischer BE und FR ab 1989 in der Sense Code BE 230 und 231 (vom Zusammenfluss der Muscherensense mit der Kalten Sense bis zur Einmündung in die Saane bei Laupen).

Für die Sense liegen die Daten zum Bachforellenfang ab 1989 vor. Der Bachforellenbesatz wurde im Kanton Bern ab 1987 und im Kanton Freiburg ab 2003 erfasst (Abbildung 3).

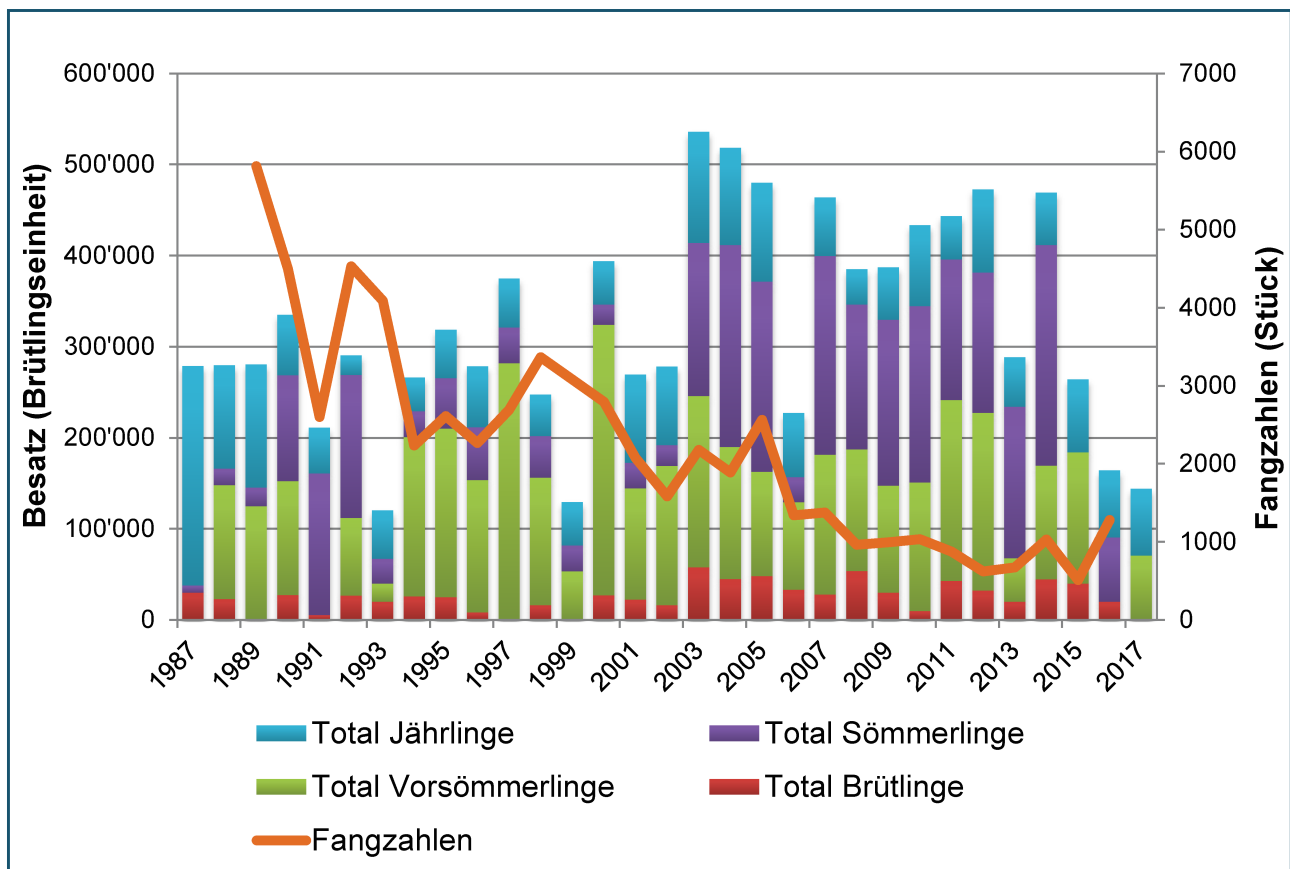


Abbildung 3: Fang- und Besatzzahlen für die Bachforellen. Von 1987 bis 2002 wurden, entsprechend der verfügbaren und verlässlichen Daten, nur die Besatzzahlen des Kantons Bern dargestellt. Die Besatzzahlen sind in Brütlingseinheiten aufsummiert. Um einen direkten Vergleich der Besatzzahlen mit den Fangzahlen machen zu können, müssten die Besatzzahlen um mindestens 2 bis 3 Jahre nach vorne verschoben werden. Dies wurde aus Gründen der Lesbarkeit nicht gemacht.

Im Kanton Bern werden die Besatzfische für die Sense in den Stützpunkten des Kantons aufgezogen. Die Muttertiere stammen ausschliesslich von Wildfängen aus dem Sense-Einzugsgebiet. Die Laichfischfänge erfolgen in verschiedenen Seitengewässern, die in einem alternierenden 3-Jahresrhythmus befischt werden.

Im Kanton Freiburg werden die Aufzuchtböche der lokalen Fischereivereine mit Brütlingen aus privaten Fischzuchten (Bossy Gottéron und Bossy Belfaux) besetzt. Diese werden nach einer Saison ausgefischt und in den vertraglich vereinbarten Flussabschnitten, die für die Patentfischerei offen sind, eingesetzt. Die Muttertiere der Besatzfische stammen aus der Muttertierhaltung der genannten Fischzuchtanlagen.

3 Ergänzende Untersuchungen zur Wasserqualität

Das Amt für Umwelt (AfU) des Kantons Freiburg untersuchte im Jahr 2016 das Einzugsgebiet der Sense an 20 Messstellen auf die biologische und chemische Qualität. Vom Kanton Bern wurde das Einzugsgebiet im Jahr 2010 letztmals untersucht (1). Für diesen Bericht werden die Daten des Kantons Freiburg von 2016 verwendet. Alle Untersuchungen und Auswertungen folgen dem Modul-Stufen-Konzept (12).

3.1 Makrozoobenthos (Wasserwirbellosen)

Die Wasserwirbellosen wurden im Frühling und im Herbst 2016 beprobt und die Tiere auf Familienniveau bestimmt. Die Probenahme erfolgte nach Stucki (19). Aufgrund der Anzahl und der Empfindlichkeit der verschiedenen Gruppen wird eine Klassifizierung vorgenommen (Tabelle 1 und Abbildung 4).

Tabelle 1: Auflistung der Stationen im Einzugsgebiet der Sense mit der jeweiligen IBCH-Note (standardisiertes Verfahren für die Entnahme und die Auswertung der Makrozoobenthos-Proben). Die Farbe entspricht der Beurteilungsklasse.

Fließrichtung	Station	IBCH März	IBCH Sept	IBCH Durschn.
	SEN 346	16	16	16
	SEN 343	16	16	16
	SEN-SCH 360	16	18	17
	SEN 340	15	15	15
	SEN-HAR 363	17	15	16
	SEN-SOD 361	18	17	17.5
	SEN-ZUM 359b	14	15	14.5
	SEN 335b	17	18	17.5
	SEN 334b	16	19	17.5
	SEN-TUT 355	18	15	16.5
	SEN-LAU 357b	16	16	16
	SEN-RUF 353	17	15	16
	SEN 331	16	17	16.5
	SEN-KAL 351	15	16	15.5
	SEN-KAL 350	15	15	15
	SEN-MUS 365	14	14	14
	SEN 328	15	17	16
	SEN 326	18	19	18.5

	Seht gut
	Gut
	Mässig
	Unbefriedigend
	Schlecht

Die Resultate der Biomasse müssen mit Vorsicht betrachtet werden, weil das Kicksampling, das bei der Analyse des IBCH (standardisiertes Verfahren der Schweiz für die Entnahme und die Auswertung der Makrozoobenthos-Proben in watbaren Fließgewässern) angewendet wird, eine semi-quantitative Methode ist. Die normierte Probefläche vor dem Netz (beide je 25 cm x 25 cm) wird mit dem Fuss aufgewirbelt, die Sedimente und die Fauna werden im Netz eingefangen. Es kann nicht verhindert werden, dass Individuen am Netz vorbeitreiben. Die Biomasse wurde nicht gemessen, sondern anhand von Referenzgewichten der einzelnen Taxa abgeschätzt. Die gemessenen Individuen, die als Referenz dienen, wurden jedoch im Wallis beprobt. In Bergregionen herrscht eine tiefere Wassertemperatur. Dies hat zur Folge, dass die Tiere kleiner bleiben. Daher sind die Biomassewerte systematisch unterschätzt. Nichts desto trotz können die Resultate untereinander verglichen werden.

Die Sense weist hinsichtlich der biologischen Parameter eine gute bis sehr gute Qualität auf

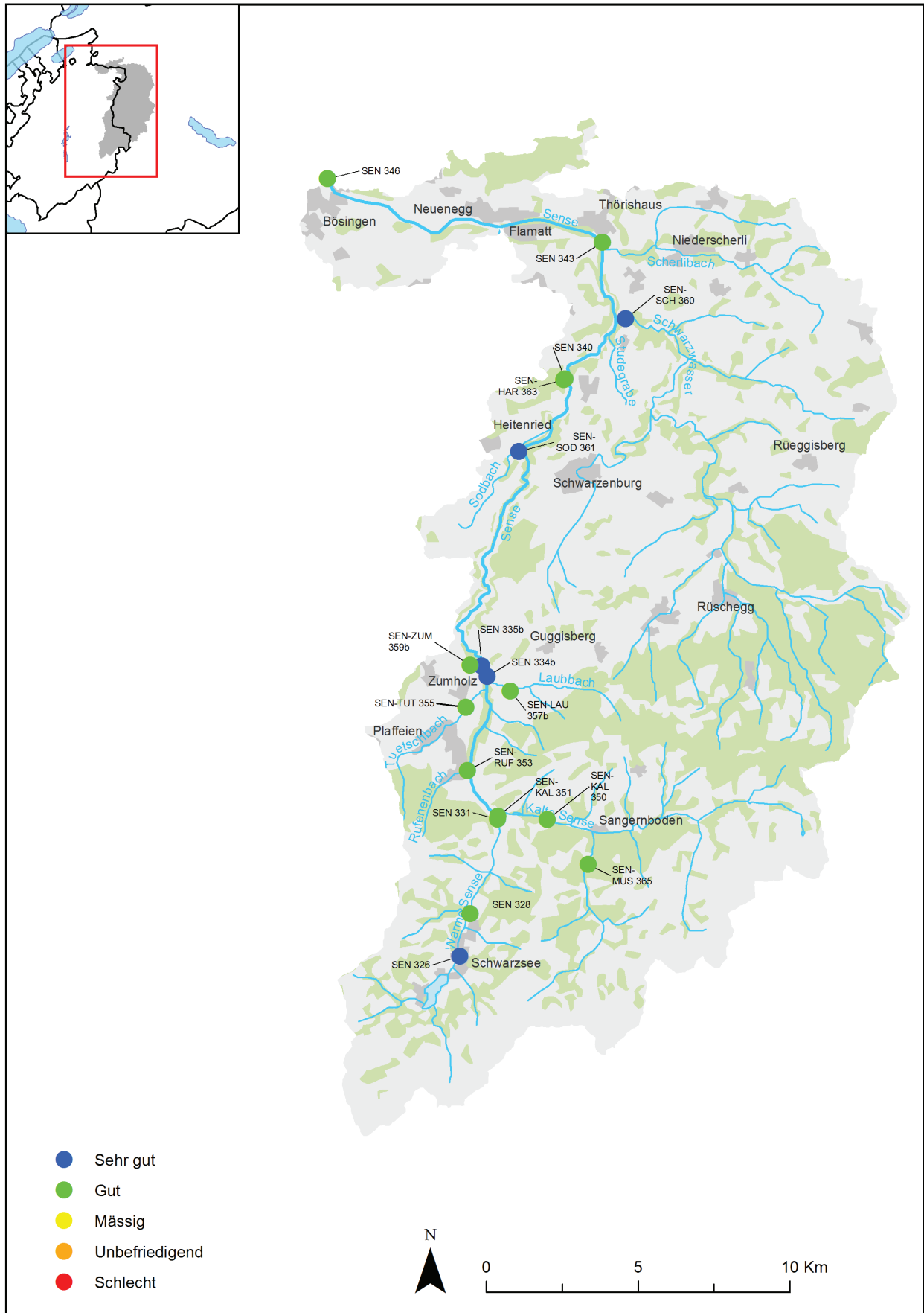


Abbildung 4: Geografische Verteilung der biologischen Gewässergüte im Einzugsgebiet der Sense.

Zwischen 2011 und 2016 wurde der ganze Kanton Freiburg mit derselben Methode (IBCH) beprobt. Die Verteilung der Biomassedaten ist als Box-Whisker-Diagramm in Abbildung 5 abgebildet. Die Box begrenzt den Bereich der Datenpunkte, die zwischen dem 25. und dem 75. Perzentil liegen. Die Länge der Box wird als Interquartilsabstand (IQR) bezeichnet. Die Antenne (Whisker) hat eine maximale Länge von 1.5 IQR, sie reicht bis zum höchsten resp. tiefsten Datenpunkt, der noch in diesem Bereich liegt. Die Datenpunkte mit einem Abstand von 1.5 bis 3 IQR zum 75. Perzentil werden als milde Ausreisser bezeichnet (hier als Kreise dargestellt). Datenpunkte mit mehr als 3 IQR Abstand zur oberen Boxgrenze sind extreme Ausreisser (als x dargestellt).

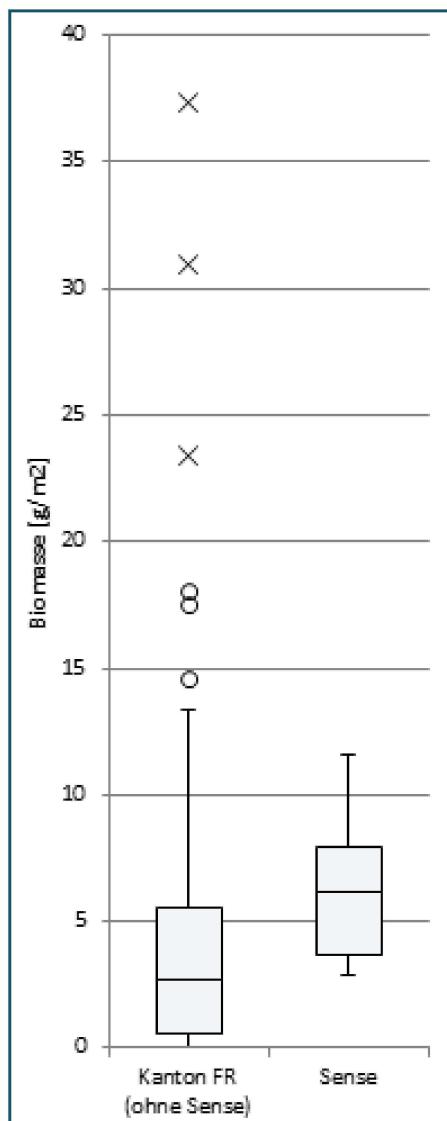


Abbildung 5:
Box-Whisker-Diagramm der Verteilung der Biomassedaten der Sense (rechts, n=16) und der restlichen beprobten Fließgewässer im Kanton Freiburg (n=311) zwischen 2011 und 2016

Die Biomassedaten, die zwischen 2011 und 2016 erhoben wurden, reichen von 0.004 g/m² im Bach Sonnaz bis zu 37.3 g/m² im Tütschbach (Zufluss der Sense). Der Median befindet sich bei 2.7 g/m². Dies bedeutet, dass die Hälfte der Werte über 2.7 g/m² liegen und die andere Hälfte unterhalb. Die 16 Messwerte der Sense sind weniger stark gestreut und reichen von 2.8 g/m² bis 11.6 g/m². Der Median liegt bei 6.1 g/m². Alle Messdaten der Sense befinden sich oberhalb des Medians des restlichen Kantons. Mehr als die Hälfte der Werte der Sense sogar in den oberen 25% des restlichen Kantons. Im Kanton Bern wurden keine analogen Untersuchungen gemacht.

Die Sense weist also einen höheren Biomassewert der Wasserwirbellosen auf als der Durchschnittswert im restlichen Kanton Freiburg.



3.2 Chemische Untersuchungen

Die Nährstoff-Parameter und Schwermetalle wurden im 2016 anhand monatlicher Stichproben erhoben. Als Wert für die Qualitätsklassierung wird das 90. Perzentil der Messungen berechnet. Die Klassierung erfolgte nach Liechti (10).

Die Sense zeigt praktisch keine Belastungen mit Schwermetallen auf und liegt hier bei einer sehr guten Qualität. Einzig Kupfer tritt im Rufenenbach (SEN-RUF 353) vermehrt auf. Auch die gemessenen Nährstoffe liegen mehrheitlich in einem guten bis sehr guten Bereich (Tabelle 2).

Tabelle 2: Die gemessenen Nährstoffe in mg/L. Die Ziffern geben das 90. Perzentil der 12 gemessenen Konzentrationen in mg/L an. Die Farbe entspricht der Qualitätsklasse.

DOC: gelöster organisch gebundener Kohlenstoff, TOC: gesamter organischer Kohlenstoff, N-NO₂: Nitrit - Stickstoff, N-NH₄: Ammonium - Stickstoff, N tot: Gesamtstickstoff, P-PO₄: Phosphat -Phosphor, P tot: Gesamtphosphor

Flie ssrichtung		DOC	TOC	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	N tot	P-PO ₄	P tot
	SEN 346	3.3	3.9	0.004	2.77	0.021	2.85	0.012	0.021
	SEN 343	3.3	3.9	0.003	1.86	0.021	2.01	0.007	0.015
	SEN 338	3.1	3.6	0.003	0.94	0.017	1.11	0.005	0.010
	SEN-SOD 361	2.4	2.4	0.009	4.56	0.024	4.52	0.042	0.047
	SEN 335b	3.1	3.7	0.005	0.93	0.076	1.19	0.005	0.013
	SEN-TUT 355	4.4	4.5	0.009	2.31	0.035	2.26	0.060	0.079
	SEN-RUF 353	4.7	4.7	0.002	0.61	0.026	1.08	0.029	0.037
	SEN-LAU 357b	4.0	5.1	0.002	1.63	0.019	1.68	0.008	0.015
	SEN 331	2.8	2.9	0.002	0.35	0.018	0.66	0.000	0.007
	SEN-KAL 351	2.6	2.7	0.002	0.46	0.017	0.70	0.000	0.005
	SEN 325	2.9	3.0	0.002	0.35	0.038	0.65	0.000	0.012

	Seht gut
	Gut
	Mässig
	Unbefriedigend
	Schlecht



Die Wasserqualität der Sense ist in einem guten bis sehr guten Zustand.

Die Wasserqualität der Sense ist in einem guten bis sehr guten Zustand. Einzig die Zuflüsse zeigen Qualitätsdefizite bei den Kohlenstoff - Parametern (mässige Qualität) respektive beim Phosphor (unbefriedigende Qualität beim Phosphat) an. Bei den fischtoxischen Parametern (NO₂ und NH₄) weist das Wasser durchgehend eine sehr gute Qualität auf (Abbildung 6). Die Nährstoffbelastung der Sense ist im Vergleich zu den anderen Flie ssge wässern im Kanton Freiburg äusserst gering. Sie gehört zusammen mit der oberen Saane und dem Jaunbach zu den saubersten Flüssen des Kantons Freiburg.

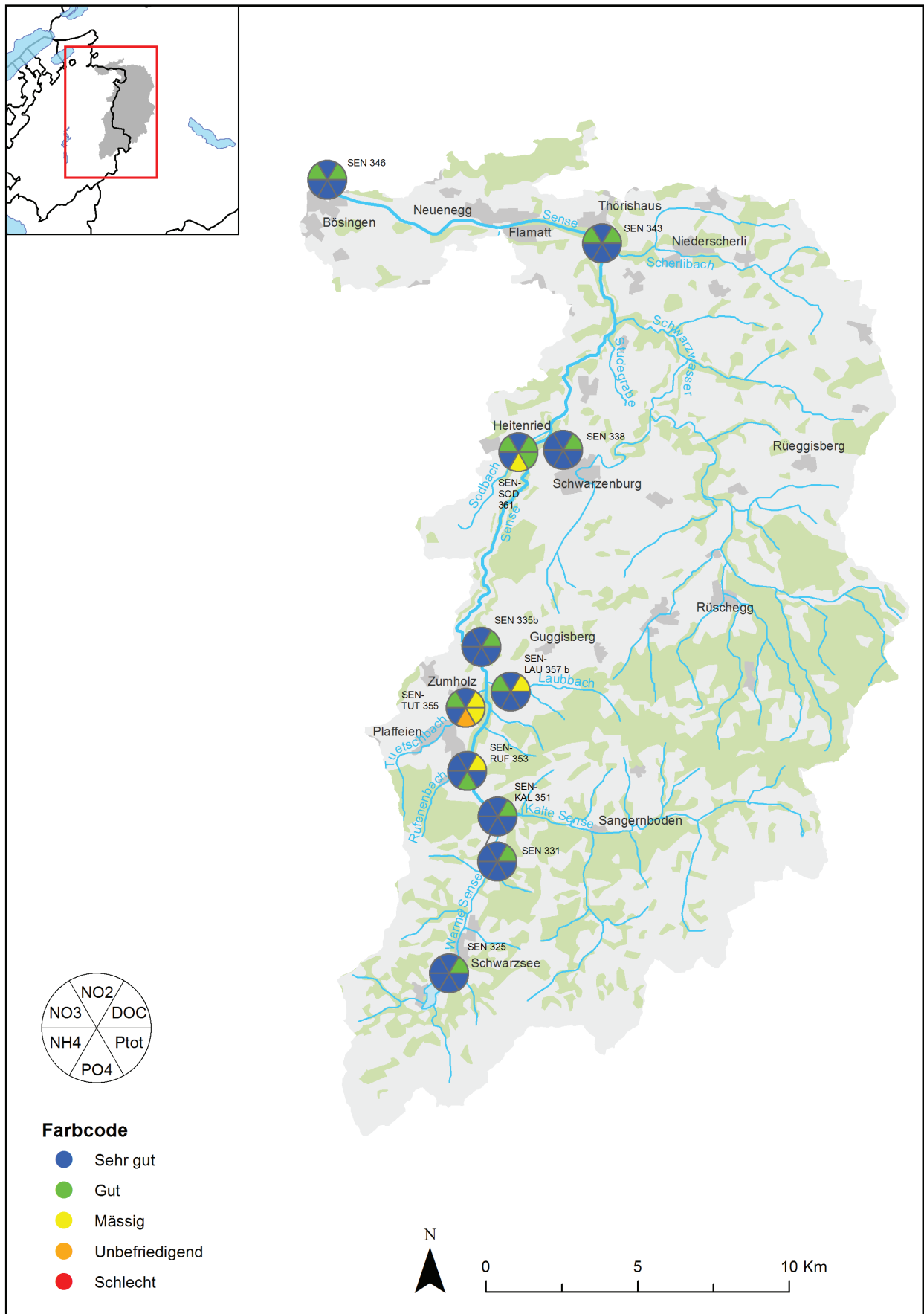


Abbildung 6: Geografische Verteilung der chemischen Wasserqualität im Einzugsgebiet der Sense.

3.3 Mikroverunreinigungen

Substanzen, die im Wasser in relativ geringen Konzentrationen vorkommen (im Mikro- oder Nanogramm Bereich) werden Mikroverunreinigungen genannt. Dazu zählen z.B. Rückstände von Alltagsprodukten (Reinigungs- oder Pflegemittel) und Medikamenten oder Pestiziden. Trotz der tiefen Konzentrationen sind sie zum Teil toxisch für die Wasserlebewesen. Sie gelangen mit dem Abwasser aus Abwasserreinigungsanlagen und Hochwasserentlastungen sowie durch den diffusen Eintrag (Erosionen, Drainagen usw.) aus der Landwirtschaft in die Gewässer. An zwei Messstationen wurde die Wasserqualität speziell auf Mikroverunreinigungen hin untersucht: Unterhalb des Einlaufes der ARA Guggersbach während dem Jahr 2016 und in Thörishaus, oberhalb der Einmündung des Scherlibachs im Jahr 2011. Bei den 11 Stationen des regulären Monitorings wurde lediglich an einer Station ein Pestizid nachgewiesen.

Bei der ARA Guggersbach wurde die Sense, nach vollständiger Vermischung mit dem Auslauf, 4-mal jährlich auf 50 Spurenstoffe hin untersucht. Es wurden Stichproben entnommen. Eine Beurteilung der Wasserqualität wurde mit ökotoxikologisch basierten Grenzwerten für chronische Belastungen gemacht. Für 30 der 50 untersuchten Substanzen wurden Grenzwerte durch das Ökotoxizentrum ermittelt. Der Messwert durch den Grenzwert geteilt (ergibt den Risikoquotient, RQ) wird folgendermassen klassifiziert:

	Seht gut	Der Mittelwert ist 10 mal kleiner als die Anforderung	$RQ < 0.1$	Anforderung eingehalten
	Gut	Der Mittelwert ist bis zu 10 mal kleiner als die Anforderung	$0.1 \leq RQ < 1$	
	Mässig	Der Mittelwert ist bis zu 2 mal grösser als die Anforderung	$1 \leq RQ < 2$	Anforderung nicht eingehalten
	Unbefriedigend	Der Mittelwert ist 2 bis 10 mal grösser als die Anforderung	$2 \leq RQ < 10$	
	Schlecht	Der Mittelwert ist 10 mal grösser als die Anforderung	$RQ \geq 10$	

Überschreitet die gemessene Konzentration den ökologischen Grenzwert, ist die Anforderung an die Wasserqualität nicht eingehalten (mässige, unbefriedigende oder schlechte Qualität). Ist die gemessene Konzentration kleiner als der Grenzwert, ist die Anforderung eingehalten (gute bis sehr gute Qualität). Zur Evaluierung der Mischtoxizität werden alle Risikoquotienten zusammen addiert und in derselben Weise klassifiziert.

Die RQ der gemessenen Substanzen wurden zur Mischtoxizität zusammengefasst, sofern sie für die entsprechende Organismengruppe relevant sind. Die Anforderungen bei der ARA Guggersbach (Tabelle 3) wurden bei jeder Probe eingehalten.

Tabelle 3: Berechneter Risikoquotient (RQ) für die Organismengruppe der Algen, Wasserwirbellosen und Fische unterhalb der ARA Guggersbach (2016)

	Algen	Wirbellose	Fische
16.02.2016	0.0	0.0	0.4
24.05.2016	0.0	0.0	0.0
09.08.2016	0.0	0.0	0.5
11.10.2016	0.1	0.0	0.7



Die Sense weist nur sehr geringe Spuren von Mikroverunreinigungen auf und ist diesbezüglich in einem guten bis sehr guten Zustand

Tabelle 4: Berechneter Risikoquotient (RQ) für die Organismengruppe der Algen, Wasserwirbellosen und Fische Oberhalb der Einmündung des Scherlibachs (2011)

	Woche	Algen	Wirbellose	Fische
März	11	0.5	0.0	0.0
	12	0.5	0.0	0.4
	13	0.5	0.0	0.2
April	14	0.6	0.0	0.3
	15	0.5	0.0	5.7
	16	0.5	0.0	1.0
	17	0.4	0.0	0.0
	18	0.5	0.0	0.0
Mai	19	0.5	0.0	0.0
	20	0.3	0.0	0.0
	21	0.5	0.0	0.6
	22	0.6	0.1	0.0
	23	0.6	0.0	0.0
Juni	24	0.5	0.0	0.0
	25	0.5	0.0	0.0
	26	0.5	0.0	0.0
	27	0.5	0.0	0.3
	28	0.5	0.0	0.0
Juli	29	0.5	0.0	0.0
	30	0.6	0.0	0.0
	31	0.6	0.0	0.0
	32	0.6	0.0	0.0
	33	0.7	0.0	0.0
August	34	0.6	0.0	0.0
	35	0.7	0.0	0.0
	36	0.5	0.0	0.0
	37	0.4	0.1	0.0
	38	0.3	0.0	0.0
September	39	0.3	0.0	0.0
	40	0.6	0.0	0.0
	41	0.5	0.0	0.0
	42	0.6	0.0	0.0
	43	0.2	0.1	0.0
Oktober	44	0.0	0.0	0.0

Bei der Station in Thörishaus, oberhalb der Einmündung des Scherlibachs (2'593'495/1'192'585), wurden während des Jahres 2011, zwischen März und Oktober, insgesamt 44 Wochensammelproben erhoben. Der Risikoquotient der Mischtoxizität für die untersuchten Substanzen wurde pro Organismengruppe ermittelt und klassifiziert.

Bis auf zwei Messwerte, gemessen im April 2011, wurden die ökologischen Anforderungen bei allen Proben eingehalten. Die unbefriedigende und mässige Beurteilung für die Fische in diesen zwei Proben kommen aufgrund des Vorkommens von Diclofenac (Schmerzmittel) zu Stande. Diese Belastung hält nur kurz an (2 Wochen) und daher werden keine merkba- ren Einflüsse auf die Fischfauna erwartet. Die Pestizidbelastung ist in allen Proben äusserst gering (Tabelle 4). Verglichen mit anderen Berner Fliessgewässern, die in gleicher Weise untersucht wurden, erzielt die Sense ein sehr gutes Resultat und ist das am wenigsten belastete Gewässer (13).

3.4 ARA Guggersbach

Im Jahr 2016 wurde die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Guggersbach untersucht. Die Anlage steht in Zumholz bei der Guggersbachbrücke und leitet das geklärte Abwasser von rund 4500 Einwohnern in die Sense. Bei der Messkampagne im 2016 wurden allmonatliche Stichproben aus der Sense entnommen (Oberhalb des Einlaufs der ARA und unterhalb, nach einer vollständigen Durchmischung). Es wurde wiederum das 90. Perzentil ausge- rechnet und klassifiziert nach dem Modulstufenkonzept (6).

Tabelle 5: Stichproben aus der Sense oberhalb und unterhalb des Einlaufes der ARA Guggersbach (2016)

BSB₅: Biologischer Sauerstoffbedarf für den Abbau der im Wasser vorhandenen organischen Stoffe in 5 Tagen,

DOC: gelöster organisch gebundener Kohlenstoff, N-NH₄: Ammonium - Stickstoff, N-NO₂: Nitrit - Stickstoff,

N-NO₃: Nitrat - Stickstoff, P tot: Gesamtphosphor

ARA Guggersbach - Sense		2016 (12 Probenahmen)		Herabstufung
Parameter	Einheit	Oberhalb	Unterhalb	
BSB ₅	[mg/l]	1,0	1,0	0
DOC	[mg/l]	3,5	3,5	0
N-NH ₄	[mg/l]	0,040	0,098	1
N-NO ₂	[mg/l]	0,002	0,005	0
N-NO ₃	[mg/l]	0,65	0,69	0
P tot	[mg/l]	0,015	0,017	0

	Seht gut
	Gut
	Mässig
	Unbefriedigend
	Schlecht

Der Einfluss der ARA auf die Wasserqualität der Sense ist sehr gering (Tabelle 5). Dies hängt mit dem guten Funktionieren der Anlage, sowie mit der genügenden Verdünnung des gereinigten Abwassers mit dem Wasser der Sense (3% Abwasseranteil) zusammen. Falls der Geruch von Abwasser in der Sense wahrgenommen wird, muss das nicht unbedingt von der ARA herführen. Es ist wahrscheinlicher, dass die Abwasserentlastungen der Kanalisation bemerkt werden. Bei Regenereignissen wird die Abwasserkanalisation mit Regenwasser überlastet. Als Folge davon wird das Abwasser zum Teil in die Oberflächengewässer abgelassen. Dies kann zu Geruchsemissionen führen.



Der Einfluss der ARA auf die Wasserqualität der Sense ist sehr gering

3.5 Industrien und Deponien

Im Einzugsgebiet der ARA Guggersbach befinden sich nur wenige Industriebetriebe. Bei der metallverarbeitenden Industrie, deren Abwasser problematisch für die ARA sein kann, wird dieses vorbehandelt und regelmässig untersucht. Die meisten Industriebetriebe der Region entwässern ins Einzugsgebiet der ARA Laupen, deren Abwasser in die Saane läuft. Es befinden sich zwei belastete Standorte direkt an der Sense. Diese befinden sich auf dem Gemeindegebiet von Plaffeien. Beim Standort mit der Nr. 2299-0113 (Koordinaten 2'589'086/1'175'614) handelt es sich um einen Ablagerungsstandort mit weitgehend inertem Material. Er liegt gerade unterhalb des Zusammenflusses mit dem Rufenenbach. Der zweite Standort mit der Nr. 2299-0110 (Koordinaten 2'589'242/1'174'751) liegt etwas weiter flussaufwärts beim Kloster. Diese Deponie enthält Siedlungsabfälle, sie gilt als belastet, ist jedoch weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig.

Hinweise auf eine Belastung durch eine Deponie oder Industriebetriebe konnten im Wasser nicht nachgewiesen werden.

Ein negativer Einfluss der Wasserqualität auf die Fischpopulationen ist sehr unwahrscheinlich. Die Sense ist einer der saubersten Flüsse der Schweiz und beherbergt eine aussergewöhnlich reiche und diversifizierte Wirbellosenfauna.

4 Ergänzende Untersuchungen zur Wassertemperatur

In den Untersuchungen von PRONAT (14) konnte aufgezeigt werden, dass in der Sense, insbesondere im Unterlauf, sowohl im Winter als auch im Sommer regelmässig Temperaturverhältnisse festgestellt werden, welche für die Bachforellen in allen Lebensstadien (Ei bis adulte Forellen) Stress bedeuten. Kommt im Gewässer der Parasit *Tetracapsuloides bryosalmonae* vor, besteht das Risiko, dass die Forellen (insbesondere Jungfische welche erstmals in Kontakt mit dem Parasit kommen) unter den ungünstigen Umweltbedingungen (hohe Temperatur) an der Proliferativen Nierenkrankheit (PKD) erkranken und sterben können (Abbildung 7) (2) (15) (16).



Abbildung 7: Zwei Bachforellen mit knotigen Veränderungen in der Niere bedingt durch den Befall mit *T. bryosalmonae* (Bild FIWI).

Um ein genaueres Bild über die Temperaturschwankungen der Sense zu haben, wurde zwischen dem 3. Mai 2016 und 6. Dezember 2017 an vier Standorten in der Sense und an je einem Standort in der Warmen und in der Kalten Sense sowie im Schwarzwasser Wassertemperatur - Messungen mit speziellen Datenloggern (HOBO Water TempPro v2) durchgeführt (Tabelle 6). Diese erfolgten im 10 Minuten Intervall, 24 Stunden am Tag. Die Genauigkeit liegt bei ± 0.1 °C. Die Daten wurden monatlich vor Ort abgelesen und anschliessend ausgewertet. Für eine Verifizierung der Logger - Messungen an den 7 Standorten wurden die Wassertemperaturdaten der BAFU Messstation Thörishaus miteinbezogen.

Tabelle 6: Standorte der Wassertemperaturmessungen im Sense Einzugsgebiet

Fließrichtung	Gewässer	Ort	Koordinaten	Logger Nummer
	Sense	Messstation BAFU Thörishaus	2'593'350/ 1'193'020	
	Sense	Riederenbrücke	2'593'476/ 1'192'908	10918518
	Sense	Büffel	2'593'497/ 1'191'372	10918517
	Schwarzwasser	Alte Brücke	2'594'580/ 1'190'347	10918516
	Sense	Sodbachbrücke	2'590'933/ 1'186'026	10918515
	Sense	Guggerbachbrücke	2'589'546/ 1'178'849	10918514
	Kalte Sense	Hoflanderenbrücke	2'591'643/ 1'173'907	10918513
	Warme Sense	Geissalpbrücke	2'5899'15/ 1'172'535	10918512

Die Messstationen waren sehr zuverlässig, es gab nur wenige Unterbrüche im ganzen Messzeitraum. Wenige Logger mussten aufgrund von Geschiebe oder Badegästen um kurze Distanzen verschoben werden. Im 2016 waren die Logger der Standorte 3, 5 und 6 teilweise über einen gewissen Zeitraum nicht mehr im Wasser. Um hier keine Fehlinterpretationen zu ermöglichen, wurden diese Zeiträume aus der Wassertemperaturkurve entfernt. Die Wassertemperaturkurven im unteren Sense Abschnitt zeigen ähnliche Werte wie die Messungen der BAFU Messstation Thörishaus (Abbildung 9).

Die Jahre 2016 und 2017 zeigen insbesondere im Sommer unterschiedliche Wassertemperaturen. Die Lufttemperaturen im Sommer waren in beiden Jahren ähnlich hoch. Da das Jahr 2017 aber deutlich trockener war (weniger Niederschlag, also weniger Abfluss in den Gewässern), war die Wassertemperatur im Sommer im 2017 deutlich höher als im 2016 (Abbildung 9). Für diesen Quervergleich können die Grafiken zu den meteorologischen Daten im Einzugsgebiet und den Daten zum Sense Abfluss in Thörishaus im Anhang 1 hinzugezogen werden.

Die Wassertemperaturdaten wurden auf die Kriterien der PKD und Temperaturstress bei Bachforellen geprüft. Eine Wassertemperatur von 18°C liegt über längere Zeit gerade noch im Bereich der „Wohlfühltemperatur“ (7) (11). Wird diese Schwelle überschritten, werden Bachforellen gestresst. Sie fühlen sich nicht mehr wohl und wandern wenn möglich ab oder ihr allgemeiner Gesundheitszustand wird durch die hohe Temperatur beeinträchtigt. Daher wurde die Anzahl Tage, an denen die Schwelle von $\geq 18^{\circ}\text{C}$ überschritten wurde, als Schwellenwert für den Einfluss auf die Gesundheit der Fische genutzt.

Für die PKD wird in der Literatur eine Temperatur von 15°C als Schwelle angegeben, ab der es zu erhöhten Mortalitäten kommt, wenn der Erreger *Tetracapsuloides bryosalmonae* im Gewässer vorkommt (2) (3) (4) (5) (8). Unterhalb dieser Schwelle können Fische zwar auch befallen sein und teils deutliche Krankheitssymptome ausbilden, sie können aber die Infektion überleben. Dies haben Experimente im Labor gezeigt. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass unter Laborbedingungen zahlreiche Stressoren, die im Feld vorhanden sind, entfallen. Für den Einfluss der PKD wurde die Anzahl Tage, an denen die Schwelle von $\geq 15^{\circ}\text{C}$ überschritten wurde, als Schwellenwert für den Einfluss auf die Gesundheit der Fische durch die PKD eingesetzt.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich die Klassierung in der Legende der Abbildung 8.

Die Daten zeigen, dass die Wassertemperaturen die PKD-Grenze von $\geq 15^{\circ}\text{C}$ im Sommer an allen Messstationen, ausser in der Kalten Sense, an über 22 Tagen überschreiten. Bei der BAFU Messstation Thörishaus sogar an über 90 Tagen. Auch die „Wohlfühlgrenze“ von $\geq 18^{\circ}\text{C}$ wird im Jahr 2017 ab der Guggersbachbrücke flussabwärts an durchschnittlich 30 bis 50 Tagen überschritten.

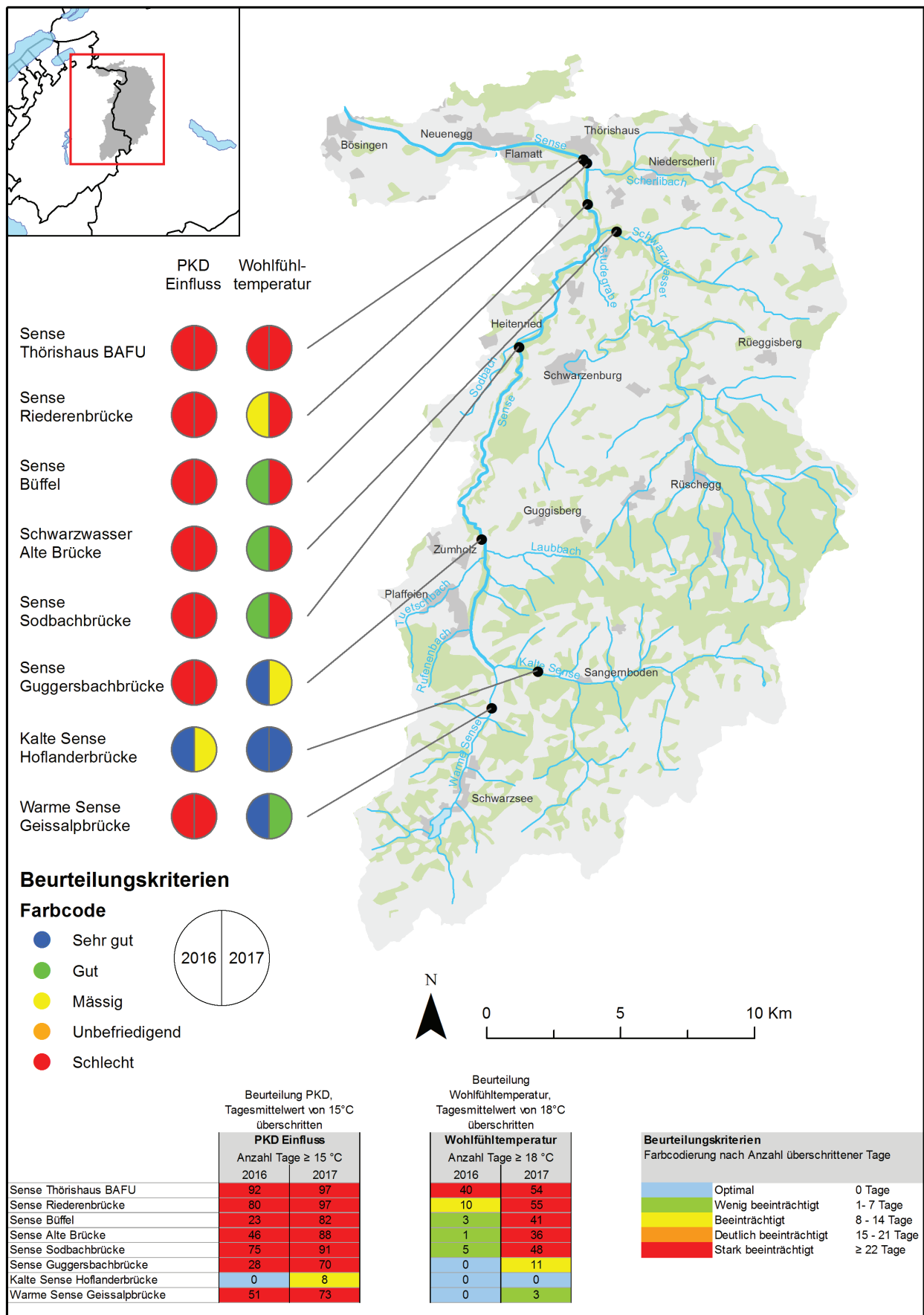
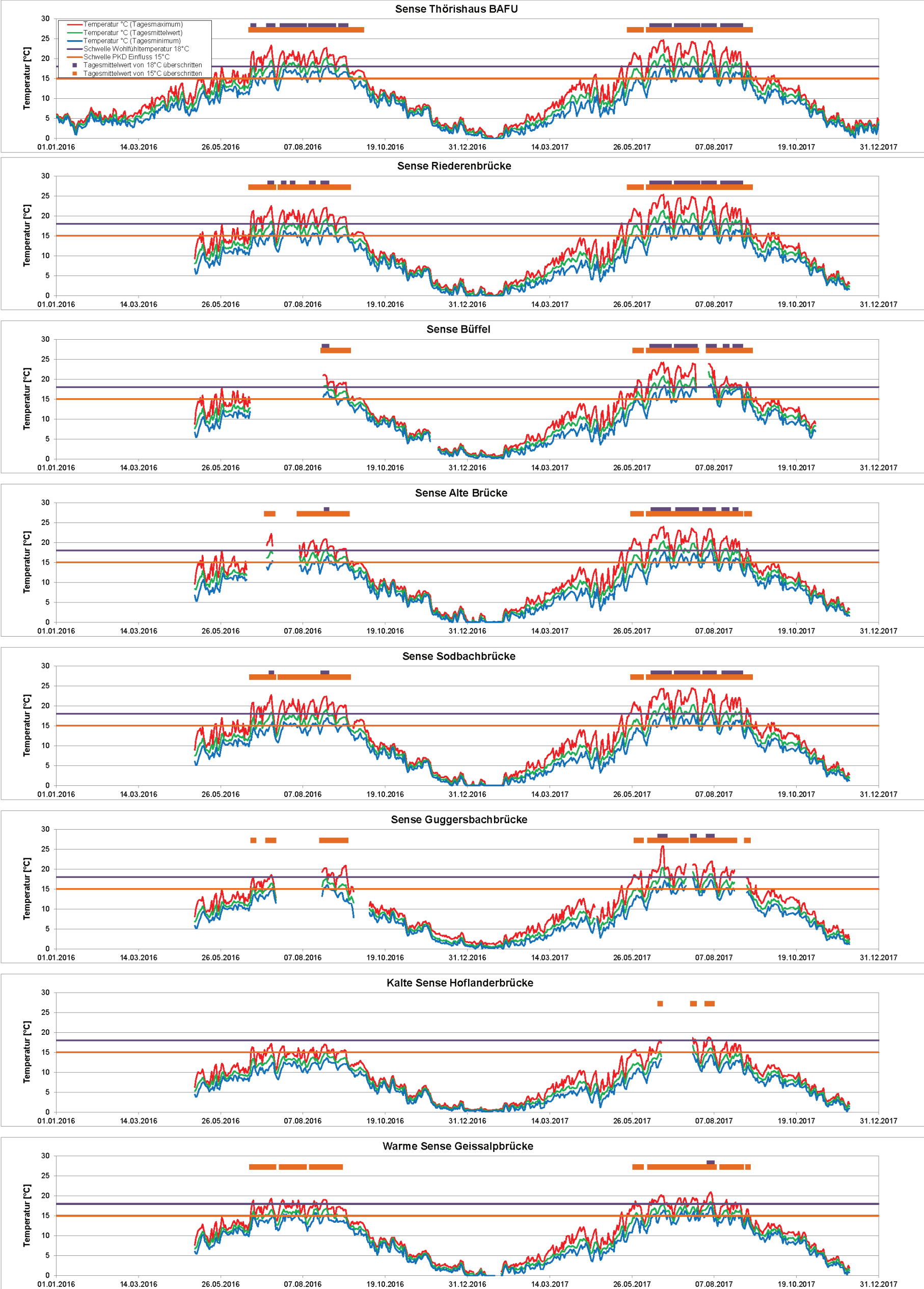


Abbildung 8: Beurteilung der Wassertemperaturen in der Sense bezüglich der PKD (Tagesmittelwert $\geq 15^\circ\text{C}$) und der Wohlfühltemperatur (Tagesmittelwert $\geq 18^\circ\text{C}$) auf Bachforellen

Projekt Sense, Wassertemperaturen 2016-2017



AWA, GBL / E.Scheiwiller / 19.04.2018

Abbildung 9: Wassertemperaturen in den Messjahren 2016 und 2017 an den 7 Loggerstandorten und an der BAFU Messstation Thörishaus. Die Daten sind in Tageswerten dargestellt.

5 Neue Untersuchungen zur Fischgesundheit

Die Temperatur alleine sagt noch nicht aus, ob die Forellen auch tatsächlich an der Proliferativen Nierenkrankheit (PKD) leiden. Aus diesem Grund wurden in den Jahren 2015 bis 2017 Bachforellen, Barben und Alet von verschiedenen Standorten in der Sense und deren Zuflüsse auf ihre Gesundheit untersucht, wobei die Bachforellen zusätzlich spezifisch auf die PKD untersucht wurden. Die zusammenfassenden Resultate der Bachforelle werden in den Abbildungen 10 und 12 dargestellt. Für Detailresultate wird auf die Projektberichte des FIWI der Jahre 2016 (20) und 2017 (21) sowie den Untersuchungsbericht Sense von 2015 (14) verwiesen.

5.1 Allgemeiner Gesundheitszustand

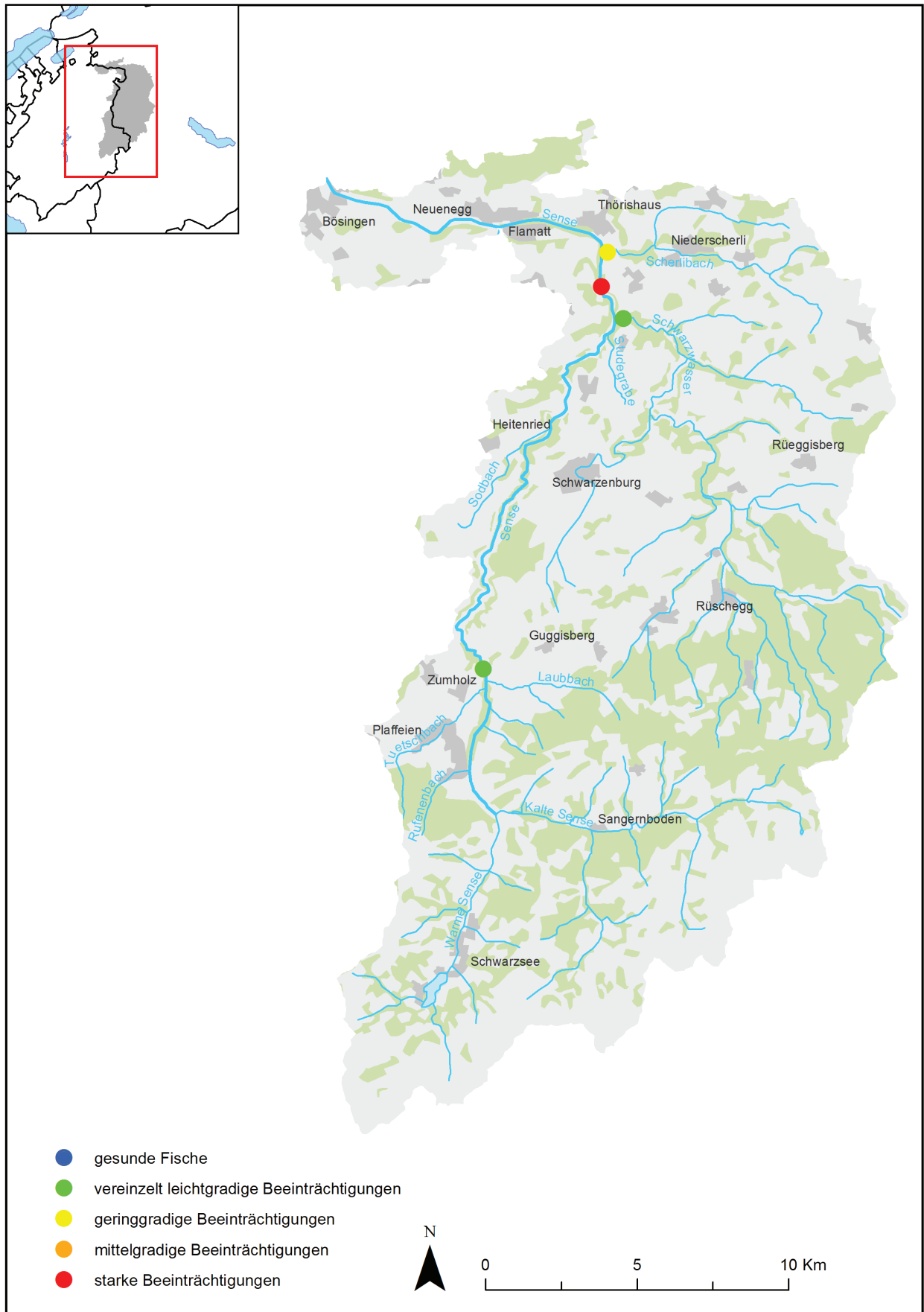
Die behändigten Fische wurden makroskopisch beurteilt. Des Weiteren wurde eine Sektion durchgeführt, gefolgt von parasitologischen, bakteriologischen, virologischen und histologischen Untersuchungen. Neben Bachforellen wurden auch Cypriniden (Alet und Barben) untersucht, da von Anglern über Veränderungen bei dieser Fischgruppe berichtet worden war. Für die Zusammenfassung wurde der Grad von Veränderungen und Beeinträchtigungen mit einer Farbskala dargestellt. Dabei ist aber zu beachten, dass die Befunde auf einer Beschreibung und nicht auf einer statistisch belastbaren Auswertung beruhen.

Ausgeprägte Veränderungen, die auf eine deutliche Beeinträchtigung der Gesundheit hinweisen, wurden nur bei den Forellen, die 2015 aus der Sense untersucht worden waren, festgestellt. Die Bachforellen von oberhalb der Guggersbachbrücke (2017) und aus der Schwarzwassermündung wiesen nur sehr geringe Veränderungen auf, die den Gesundheitszustand nicht beeinträchtigt haben dürften. Bei den Forellen aus der Scherlibachmündung waren ebenfalls nur geringgradige, bei einem Tier etwas ausgeprägtere Veränderungen festzustellen. Bei beiden Zuflüssen waren die Veränderungen aber deutlich geringer als bei den im Jahr 2015 untersuchten Tieren. Die Befunde geben keine Hinweise darauf, dass die Ursache der Veränderungen der Fische im Hauptgewässer aus den Zuflüssen kommt. Bei einem Fisch aus dem Scherlibach konnten PKD-Erreger nachgewiesen werden (Abbildung 10). Normalerweise findet man diese Parasiten bei Sömmerlingen. Allerdings gibt es Hinweise dafür, dass bei älteren Tieren, die geschwächt sind, die Parasiten nicht vollständig eliminiert werden können (17).

Bei den Barben und Alet wurden nur geringgradige Veränderungen gefunden, das heisst die einleitend erwähnten Beobachtungen von Fischern konnten nicht bestätigt werden.

Insgesamt wurden nur wenige Parasiten und nur vereinzelt Bakterien gefunden, so dass abgesehen von *T. bryosalmonae* (PKD), infektiöse Erreger als Problemfaktoren bei einjährigen und älteren Tieren weitgehend ausgeschlossen werden können.





5.2 Abklärung zu Proliferativer Nierenkrankheit (PKD)

Für die PKD-Abklärung wurden die Nieren von Sömmerlingen auf das Vorhandensein des Erregers (*Tetracapsuloides bryosalmonea*) mittels Histologie (Abbildung 11) untersucht.

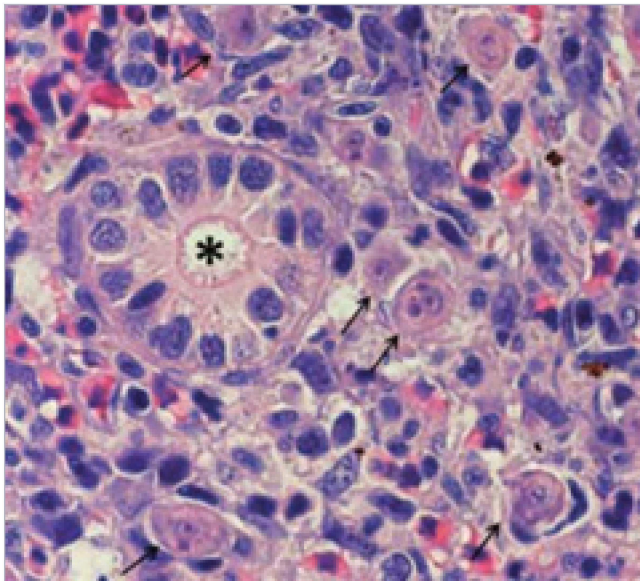
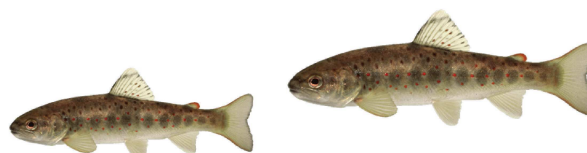


Abbildung 11: Ausschnitt der Niere einer Bachforelle mit einem Nierentubulus (Stern*) und Parasitenanschnitten (Pfeile) (Bild FIWI)

Weder in der Warmen noch in der Kalten Sense konnten Bachforellensömmerlinge mit der PKD gefunden werden. Allerdings war der Bestand an Sömmerlingen beim Standort Geissalpbrücke relativ schwach und es musste lange gefischt werden, bis überhaupt Fische behändigt werden konnten. Anders stellte sich die Situation an der Stelle Zollhaus in der Warmen Sense, sowie bei der Hoflanderebrücke in der Kalten Sense dar. Hier konnten die vorgesehenen 25 Sömmerlinge behändigt werden. Daher wurden diese beiden Stellen als „gut“ taxiert. Bei der etwas weniger gut taxierten Stelle Geissalpbrücke (grün) dürfte aber die PKD als Ursache für die geringe Population ausgeschlossen werden.

Bei der Guggersbachbrücke konnte bei den gefangenen Sömmerlingen der PKD Erreger nachgewiesen werden. Befallen waren über 40% der Fische, weshalb die Stelle als deutlich beeinträchtigt (orange) bewertet wurde. Bei der untersten beprobten Stelle (Büffel) konnten nur noch 3 Sömmerlinge gefangen werden, wovon einer an der PKD litt. Hier könnte das schlechte Fangergebnis in Zusammenhang mit der Infektion stehen. Daher wurde die Stelle als schlecht (rot) eingestuft. Obwohl die Zahlen vor allem bei der Stelle Büffel sehr gering sind, weisen die Befunde darauf hin, dass die PKD-Prävalenz in Fließrichtung zunimmt. Die PKD kann daher als mit-verantwortlicher Faktor für den schlechten Bestand an Bachforellen angesehen werden (Abbildung 12).

- Die PKD-Prävalenz nimmt in Fließrichtung zu und kann als mit-verantwortlicher Faktor für den schlechten Forellenbestand angesehen werden.



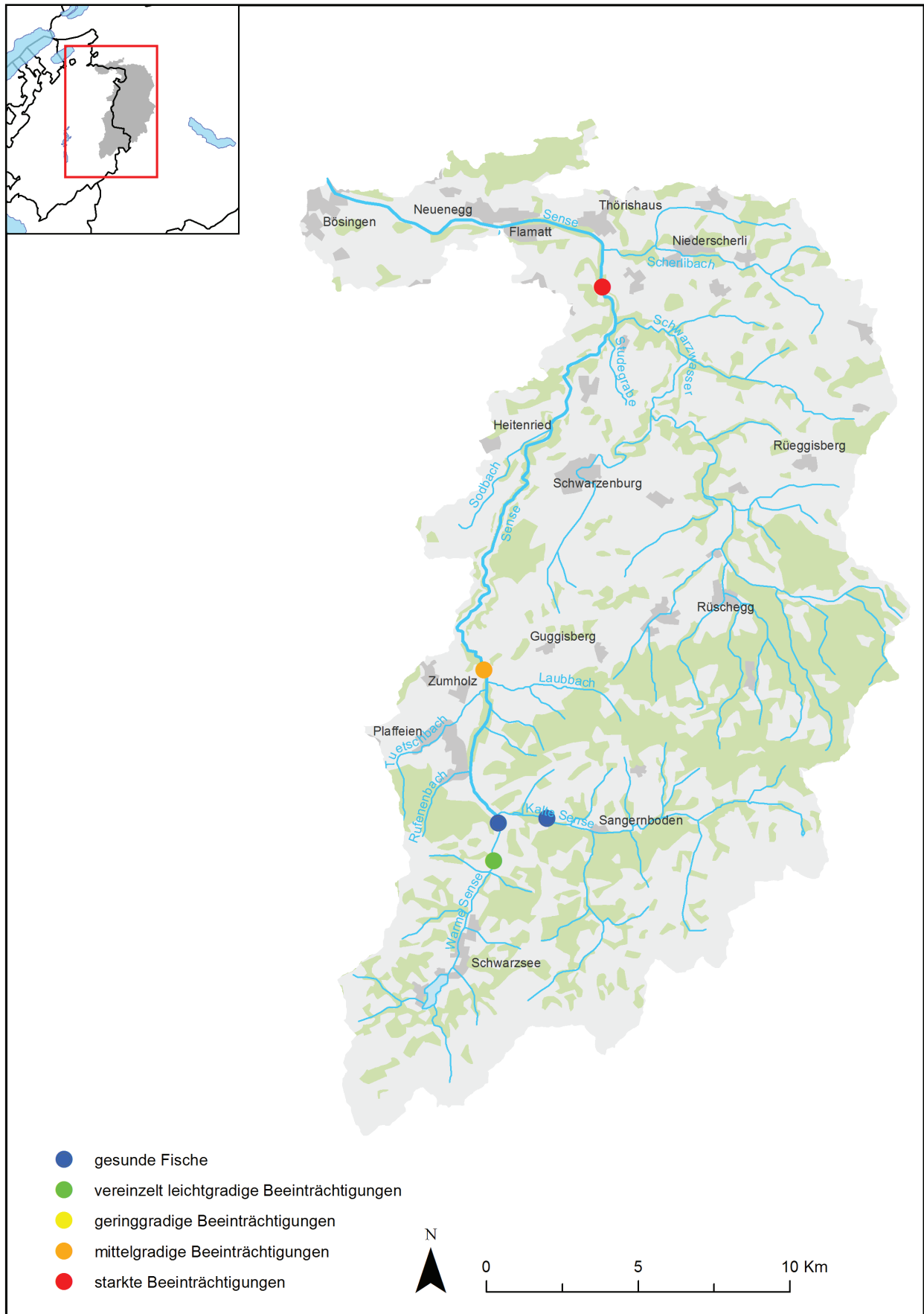


Abbildung 12: Zusammenfassung der Resultate PKD der untersuchten Bachforellen an 5 Standorten in der Sense, der Warmen und der Kalten Sense zwischen den Jahren 2015 bis 2017. Detaillierte Tabelle im Anhang 3 ersichtlich.

6 Fischereiliche Bewirtschaftung der Sense ab 2019

In der Vereinbarung zwischen den Kantonen Bern und Freiburg betreffend der Fischerei in den Grenzgewässern der Sense und Saane vom 2.06.2009 und 18.06.2009, 3. KAPITEL Bewirtschaftungsmassnahmen und Schongebiete, Art. 10, ist festgelegt, *dass die Fischereiverwaltungen beider Kantone gemeinsame Bewirtschaftungsmassnahmen festlegen können und sich gemeinsam an ökologisch zweckmässigen Besatzmassnahmen beteiligen.*

Der durch die Kantone Bern und Freiburg durchgeführte Besatz der Sense erfolgt auf einem jährlich gemeinsam festgelegten Besatzplan über die Art und Menge der einzusetzenden Besatzfische. Zusätzliche Besätze in Regalgewässer sind schädlich und illegal.

Aufgrund der Temperatur- und PKD-Problematik kommen die beiden Kantone zum Schluss, dass das Grenzgewässer Sense, ab 2019 nur noch vom Zusammenfluss der Muscherensense mit der Kalten Sense bis zur Einmündung des Tütschbaches in die Sense mit Bachforellen besetzt werden soll. Ein Bachforellenbesatz der restlichen Strecke (inkl. Warme Sense) bis zur Einmündung in die Saane wird, aufgrund der vorliegenden Resultate, als ökologisch nicht sinnvoll betrachtet und in Zukunft wird darauf verzichtet (Abbildung 13). Die Zuflüsse in die Sense werden, wo sinnvoll, wie bisher durch die Kantone oder Pächter bewirtschaftet. Ein indirekter Besatz der Sense wird so weiterhin gegeben sein. Auch bei den Zuflüssen gilt: das Einsetzen von landes- oder standortfremden (fremdes Einzugsgebiet) Fischen und Fischarten ist schädlich und illegal.

Die neue, noch 8,8 km lange, zu bewirtschaftende Strecke wird bezüglich der Besatzmenge neu beurteilt. Die Kantone Bern und Freiburg werden für die Gewinnung der Muttertiere und den Besatz überkantonal zusammenarbeiten. Die Erbrütung der Besatztiere erfolgt in den kantonalen Fischereistützpunkten. Es wird ausschliesslich mit Nachkommen von Elterntieren aus dem Sense-Einzugsgebiet besetzt. Ein Monitoring soll die neue Bewirtschaftung in der Sense mindestens in den ersten Jahren begleiten. Dazu soll mittels Elektrofischerei eine Strecke mit Besatz und eine ohne Besatz regelmässig qualitativ und quantitativ erhoben werden. Damit soll in der unteren Strecke ohne Besatz ermittelt werden, wie sich die Fischartenzusammensetzung entwickelt. In der oberen Strecke (mit Besatz) soll eruiert werden, wie erfolgreich der Bachforellen - Besatz in dieser Strecke tatsächlich noch ist. Das Monitoring könnte mittels markierten Tieren erweitert werden.

Ein weiteres Projekt im Sense - Einzugsgebiet ist das Gewässerentwicklungskonzept (GEK) Sense 21 (18). Dieses definiert mit allen Beteiligten nachhaltige Ziele zu Hochwasserschutz, Ökologie und Naherholung. An der unteren Sense befinden sich zwei grosse Wasserbauprojekte in Planung:

- Verkehrssanierung und Hochwasserschutz Laupen
- Flussaufweitung Sense Oberflamatt

Diese beiden Projekte beinhalten verschiedene ökologische Massnahmen zugunsten der aquatischen Fauna. Der Sense soll, wo möglich, ein dem Fliessgewässer entsprechender Gewässerraum zur Verfügung gestellt werden. Damit wird die relativ strukturarme untere Sense ökologisch aufgewertet.

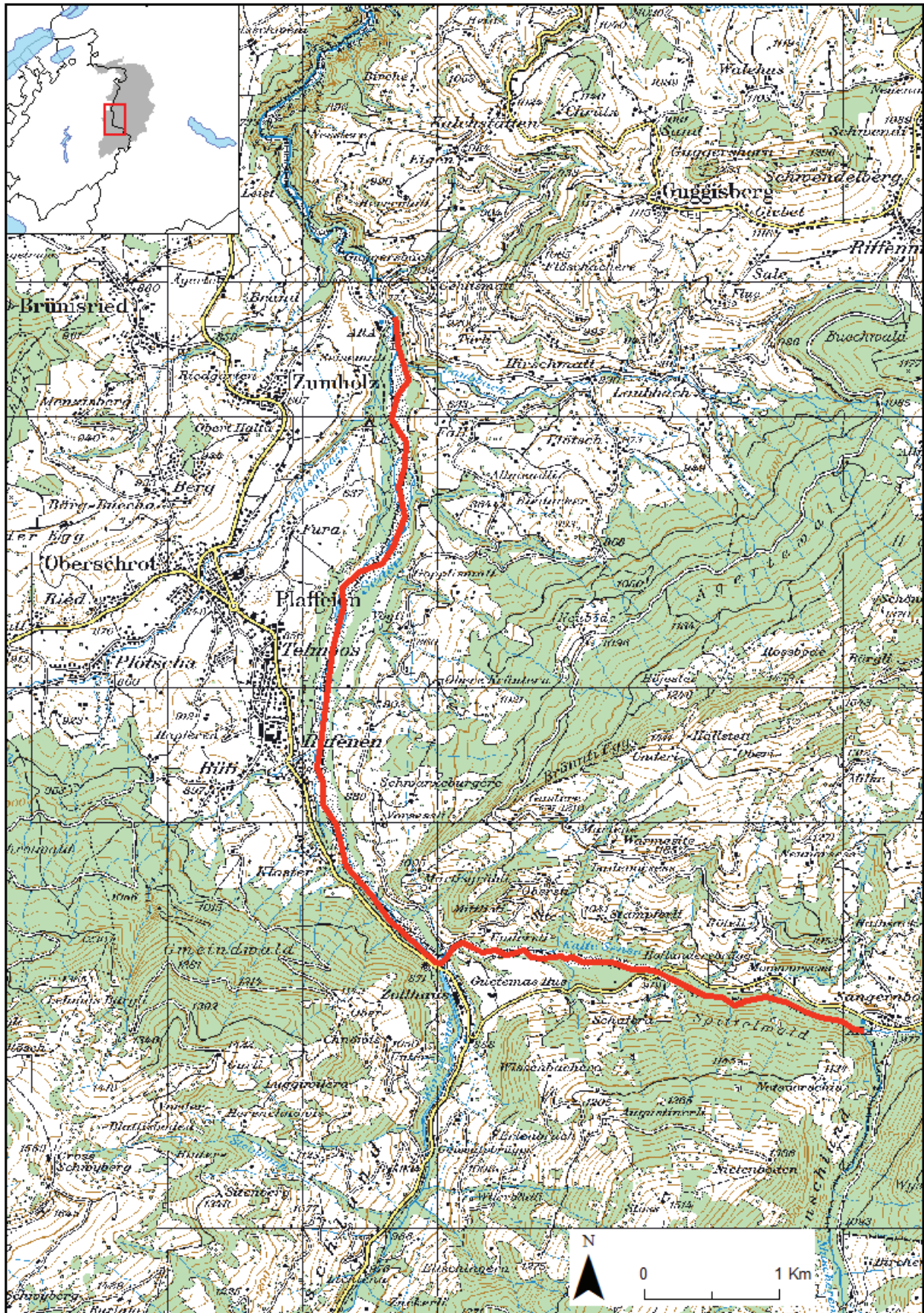
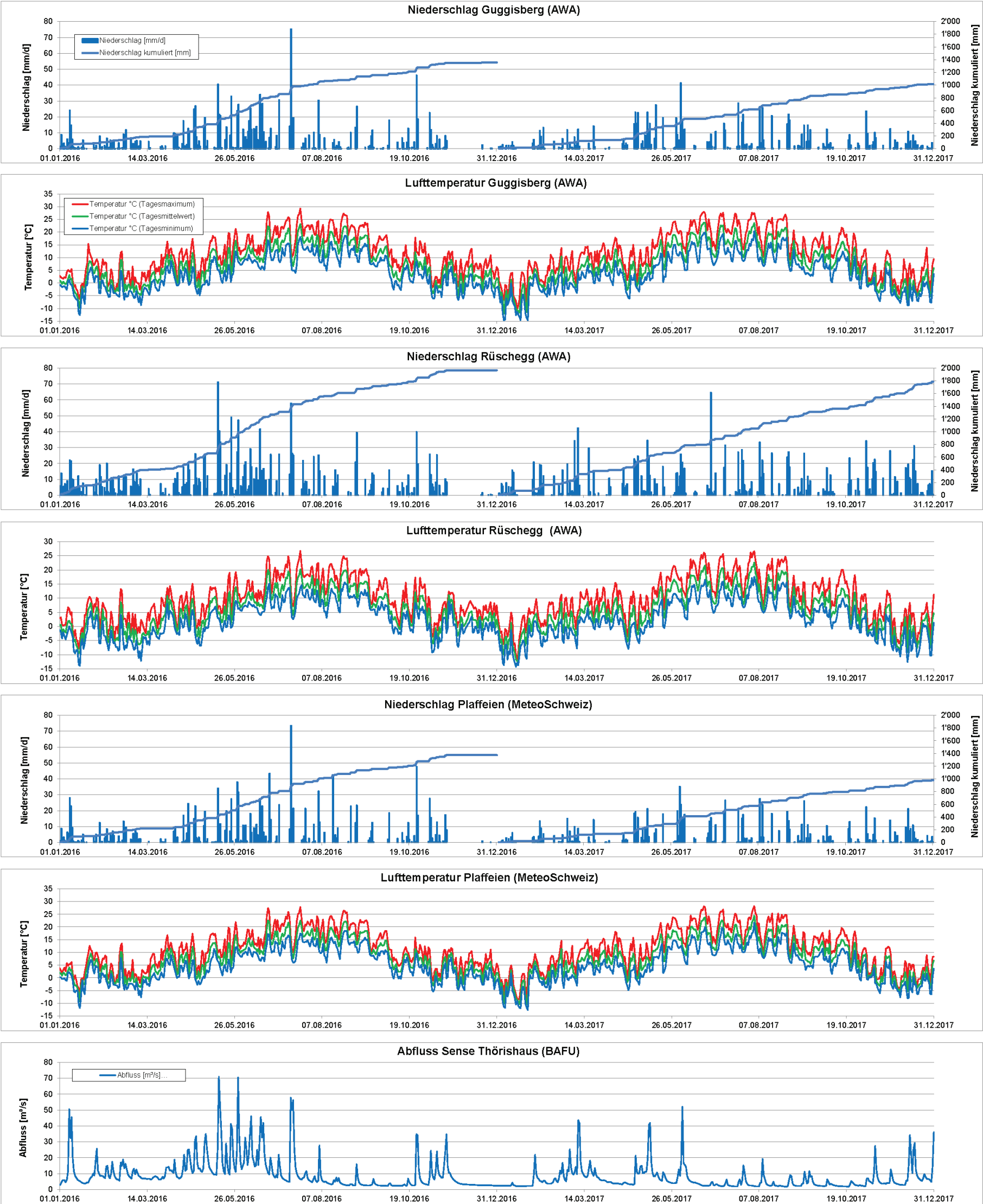


Abbildung 13: Die 8,8 Km verbleibende Strecke welche ab 2019 in der Sense mit Bachforellen bewirtschaftet wird.

7 Literatur

1. **Aquaplus (2010).** Biologische Untersuchungen von Kalter Sense, Sense, Schwarzwasser, Saane und Lyssbach. Kanton Bern
2. **Bettge, K., Wahli, T., Segner, H., & Schmidt-Posthaus, H. (2009).** Proliferative kidney disease in rainbow trout: time-and temperature-related renal pathology and parasite distribution. *Diseases of aquatic organisms*, 83(1), 67-76.
3. **Clifton-Hadley, R. S., Richards, R. H., & Bucke, D. (1986).** Proliferative kidney disease (PKD) in rainbow trout *Salmo gairdneri*: further observations on the effects of water temperature. *Aquaculture*, 55(3), 165-171.
4. **Ferguson, H. W. (1981).** The effects of water temperature on the development of proliferative kidney disease in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases*, 4(2), 175-177.
5. **Ferguson, H. W., & Ball, H. J. (1979).** Epidemiological aspects of proliferative kidney disease amongst rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson in Northern Ireland. *Journal of Fish Diseases*, 2(3), 219-225.
6. **Fischnetz (2004).** Schlussbericht des Projekts „Netzwerk Fischrückgang Schweiz“ Fischnetz: dem Fischrückgang auf der Spur. EAWAG Dübendorf, BUWAL Bern, Schweiz
7. **Frost WE, Brown ME (1967).** The trout. Collins Ed., St Jame's Place. London (in Balignière JL, Maisse G (1991). *La truite: biologie et écologie*. INRA, Paris)
8. **Hedrick, R. P., MacConnell, E., & De Kinkelin, P. (1993).** Proliferative kidney disease of salmonid fish. *Annual review of Fish diseases*, 3, 277-290.
9. **Hettrich, R. und Ruff, A (2011).** Freiheit für das wilde Wasser. Status und Perspektiven nordalpiner Wildflusslandschaften aus naturschutzfachlicher Sicht. Die WWF-Alpenstudie. WWF Deutschland, Berlin
10. **Liechti, P. (2010).** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Bern: Bundesamt für Umwelt.
11. **Mills DH (1971).** Salmon and trout resource, its ecology, conservation and management. Oliver and Boyd Ed., Edinburgh (in Balignière JL, Maisse G (1991). *La truite: biologie et écologie*. INRA, Paris)
12. <http://www.modul-stufen-konzept.ch>
13. **Ochsenbein, U., Berset, J.-D., und Scheiwiller, E. (2015).** Mikroverunreinigungen in Bernischen Gewässern. *Aqua & Gas*, S. 56-66.
14. **Pronat (2015).** Sense. Grundlagen zur Fischereibewirtschaftung. Kanton Bern und Freiburg
15. **Schmidt-Posthaus, H., Bettge, K., Forster, U., Segner, H., & Wahli, T. (2011).** Kidney pathology and parasite intensity in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* surviving proliferative kidney disease: time course and influence of temperature. *Diseases of aquatic organisms*, 97(3), 207.
16. **Schmidt-Posthaus, H., Bernet, D., Wahli, T., & Burkhardt-Holm, P. (2001).** Morphological organ alterations and infectious diseases in brown trout *Salmo trutta* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* exposed to polluted river water. *Diseases of Aquatic Organisms*, 44(3), 161-170.
17. **Schmidt-Posthaus, H., Steiner, P., Müller, B., & Casanova-Nakayama, A. (2013).** Complex interaction between proliferative kidney disease, water temperature and concurrent nematode infection in brown trout. *Diseases of aquatic organisms*, 104(1), 23-34.
18. www.sense21.ch
19. **Stucki, P. (2010).** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bern: Bundesamt für Umwelt.
20. **Wahli, T. (2016).** Bericht Untersuchung von verschiedenen Fischarten aus der Sense, Bern
21. **Wahli, T. (2017).** Bericht Untersuchung von Forellen aus dem Sense – Gewässersystem, Bern

Projekt Sense, Meteodaten 2016-2017



AWA, GBL / E.Scheiwiller / 19.04.2018

Anhang 1: Meteodaten (Niederschlag, Lufttemperatur und Abfluss Sense Thörishaus) im Einzugsgebiet der Sense in den Jahren 2016 und 2017.

	Standort	2015	2016	2017
1	Sense, oberhalb Guggersbachbrücke			Bachforellen 17-22 cm Ganz leichtgradig beeinträchtigter Gesundheitszustand
2	Sense, oberhalb Sodbachbrücke		Barben 20.5-50 cm Nur ganz leichtgradig beeinträchtigter Gesundheitszustand	
			Alet 37.5-51.5 cm Leichtgradige Veränderungen	
3	Sense, unterhalb Büffel	Bachforellen 15-21 cm Ausgeprägte Organveränderungen (Herz, Leber, Niere, Darm)		
4	Schwarzwasser, Einmündung in Sense		Bachforellen 18.5-34.5 cm Geringgradige Veränderungen	
5	Scherlibach, Einmündung in Sense		Bachforellen 24-25.5 cm Geringgradige, bei einem Tier etwas ausgeprägtere Veränderungen (PKD)	

Anhang 2: Zusammenfassung der Resultate Gesundheitszustand der Bachforellen, Barben und Alet an 4 Untersuchungsstandorten im Einzugsgebiet der Sense in den Jahren 2015 bis 2017.

	Standort	2015	2016	2017
1	Warme Sense, Geissalpbrücke		0/9	0/11
2	Warme Sense, Zollhaus	0/25		
3	Kalte Sense, Hoflanderebrücke			0/25
4	Sense, Guggersbachbrücke		10/23	
5	Sense, Büffel	1/3		

Anhang 3: Resultate der Bachforellen welche auf PKD untersucht wurden (Anzahl befallene Tiere/ Anzahl total untersuchte Tiere)