

Der Sterlet im oberen Donautal – Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie

Endbericht 2016



ETZ Projekt AB61

Der Sterlet im Oberen Donautal - Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie



Auftraggeber und Finanziers:

*Amt d. OÖ. Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung,
Abteilung Naturschutz
Abteilung Land- und Forstwirtschaft
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Oberflächengewässerrwirtschaft
Oberösterreichischer Landesfischereiverband
Landesfischereiverband Bayern
Regierung von Niederbayern, Naturschutz
Viadonau*

Jänner 2017

Bearbeitung:

*Mag. Clemens Ratschan
DI Dr. Gerald Zauner
Mag. Michael Jung*

Projektleitung:

DI Dr. Gerald Zauner

ezb - TB Zauner GmbH

*Technisches Büro für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft
Marktstr. 35, A-4090 Engelhartszell
www.ezb-fluss.at*



Fotos Titelblatt:

Hintergrund: Von Sterlets präferierter Donau-Abschnitt bei Inzell - Grafenau

Kleine Fotos: Geräte zur telemetrischen Suche nach Sterlets zur Laichzeit. Sterlet aus dem Jahr 2016

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	METHODIK	4
2.1	Genehmigungen	4
2.2	Behandlung der gefangenen Tiere, Markierung mit PITs	4
2.3	Telemetrie – Besenderung	5
2.4	Telemetrie – Logger	12
2.5	Telemetrie – mobile Ortung	16
3	ERGEBNISSE	18
3.1	Betreuung Fang-Wiederfang-Programm	18
3.2	Anteil von allochthonen Stören und Hybriden	21
3.3	Morphologische und meristische Merkmale	22
3.4	Wachstum, Kondition	25
3.5	Telemetrie	28
3.5.1	Mobiles Tracking	28
3.5.2	Stromab gerichtete Wanderungen über Donaukraftwerke	33
3.5.3	Genutzte Wassertiefe	39
3.5.4	Wandermuster der individuellen Fische	41
3.5.5	Vergleich mit der Referenzfischart Nase	46
3.6	Genetik	52
4	ANGEWANDTE ASPEKTE	54
4.1	Durchgängigkeit bei Kraftwerken stromab KW Jochenstein	54
4.2	Habitatqualität und Durchgängigkeit stromauf KW Jochenstein	55
4.3	Hinweise auf Konstruktionsmerkmale Sterlet-tauglicher Fischwanderhilfen	56
4.4	Morphologische Maßnahmen, Instandhaltungsmaßnahmen	60
5	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	61
6	ENTWICKLUNG EINES FOLGEPROJEKTES	64
7	ANHANG	65
7.1	Quellen	65

Danksagung

Wir danken folgen/den Personen für die Unterstützung: Hrn. Klaus Kornexl, Hrn. W. Bieringer für die Zusammenarbeit bei den sowie Ralf Braun, Martin Flajshans, Thomas Friedrich, Boyd Kynard, Arne Ludwig, Dirk Neumann, Petr Ráb, Ralf Reinartz, Radu Suciu, Eva Thorstad und Andreas Zitek.

Im Besonderen möchten wir uns bei der Vielzahl an Auftraggebern und Finanziers bedanken.

1 Einleitung

Die Bestrebungen zur Erarbeitung von Grundlagen zum Schutz und Erhalt des Sterlets im Oberen Donautal laufen in unterschiedlichen Konstellationen bezüglich Auftraggeber, Fördergeber sowie bearbeiteter Fragestellungen und Methoden seit 2013. Die verschiedenen Module bisher waren:

- Grundlagen zum Erhalt und zur Entwicklung der Sterletpopulation in der österreichischen Donau (im Auftrag der Marktgemeinde Engelhartzell, 2013)
- Grundlagen für den Erhalt des Sterlets (bilaterales Interreg-Projekt, 2014).
- Der Sterlet im Oberen Donautal – Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie 2015 (im Auftrag Land OÖ., Abt. Naturschutz; April-Juli 2015).
- Der Sterlet im Oberen Donautal – Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie (bilaterales ETZ-Projekt; April 2015 bis Okt. 2016).

In der letztgelisteten, gegenständlichen Phase werden die in den Vorprojekten etablierten Messreihen und Untersuchungen weitergeführt. Die beiden inhaltlichen Schwerpunkte sind dabei die Weiterführung des Fang-Wiederfang-Programms mit der lokalen Fischerei, sowie die Untersuchung der Habitatwahl und Wanderungen mittels Telemetrie.

Weil diese Erhebungen schon seit einigen Jahren laufen, ergibt sich mittlerweile zu einigen Punkten ein immer deutlicheres Bild. Der Vergleich mit einer anderen Fischart – der Nase – hilft bei der Interpretation und Einordnung der dokumentierten Daten bezüglich Wanderungen und Habitatwahl. Zu anderen Fragestellungen, insbesondere in Bezug auf die Laichhabitate, verbleiben große Fragezeichen, die weiterführende Erhebungen notwendig machen. In dieser Projektsphase wurde die Basis für die Anwendung weiterer Methoden gelegt. Diesbezüglich sind vor allem von den genetischen Untersuchungen, aber auch der Ausweitung der Telemetriestudie auf angrenzende Donaustauräume, wichtige Ergebnisse in naher Zukunft zu erwarten.

2 Methodik

2.1 Genehmigungen

Die im Jahr 2013 erlangte **Genehmigung gemäß Tierversuchsgesetz 2012** ist bis Ende 2016 gültig, also inkl. der ggst. Projektsphase. Die korrekte Durchführung / Einhaltung der Auflagen wurde durch einen Besuch von Mag. Dieter Deutsch am 14. Nov. 2016 überprüft. Zwischenzeitlich wurde um Verlängerung dieser TV-Genehmigung angesucht, die im Oktober 2016 für weitere 3 Jahre erteilt wurde.

Im Vorfeld wurden darüber hinaus Ausnahmegenehmigungen für den Fang von Sterlets im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojektes beim Landratsamt Passau (Ansuchen formal durch den „Verein der auf der Strecke Passau-Jochenstein Fischereiberechtigten“; Bescheid vom 26.5.2014) erlangt. Sowie eine Genehmigung („Nichtuntersagung der Anzeige lt. OÖ. Fischereigesetz“) zum Fischfang während der Schonzeit mit Netzen für die Fischart Sterlet beim Land OÖ., Abt. Land- u. Forstwirtschaft (Ansuchen formal durch das Revier Donau Rohrbach). Weiters wurde durch das bmvit, Schifffahrt – Technik und Nautik, eine schriftliche Zustimmung bis zum Jahr 2017 zur Anbringung der Telemetrie-Datalogger an Bojen und Spieren im Zuständigkeitsbereich der Schifffahrtsaufsicht Engelhartzell erteilt.

2.2 Behandlung der gefangenen Tiere, Markierung mit PITs

Das Fang-Wiederaufnahme-Programm wurde wie in den Jahren zuvor weiter geführt. Die durch die Berufsfischerei gefangenen Tiere wurden nach dem Befreien aus dem Netz in einen Kälter auf Höhe Jochenstein überführt und rasch (in der Regel am selben oder nächsten Tag) in die Haltung im Labor (Rundstrombecken) transportiert.

Alle gefangenen Tiere wurden mittels eines „Pocket Readers“ der Firma Biomark (Modell HS9253L3-1) auf Markierungen untersucht. Wiederaufnahmen wurden rasch wieder in die Donau (auf Höhe Siedlungstr. 140 / E'zell bei Strom-km 2201,4 R) entlassen. Neu gefangene Tiere wurden mit PITs (Biomark HDX12, 134,2 kHz, 12 mm Länge) markiert. Um ein „Auslaichen“ von Marken zu verhindern, wie es bei „gymnovaren“ Arten (Eier werden in die Leibeshöhle abgegeben) wie Acipenseriden passieren kann, wurden die PITs intramuskulär in den Rücken appliziert.

Das Protokoll bei der Erfassung der Fänge war wie in den Vorjahren. Es wurden nachfolgend gelistete Daten aufgenommen, wobei bei Neufängen alle aufgenommen wurden, bei bereits markierten Wiederaufnahmen nur die fett markierten:

- **Fangdatum und Fangort**
- **Totallänge, Gewicht (auf 1 gr genau)**
- Artzuordnung
- **Foto**
- DNA-Probe (fin clip)
- **PIT- Code**
- Meristische Merkmale (Anzahl von Seiten-, Bauch- und Rückenschildern)

- Morphologische Merkmale (Bedornung, Form der Lippen, Färbung, allfällige Verletzungen)
- **Datum und Ort der Entlassung**

Nach der Markierung wurden die Tiere noch ca. 1 Woche gehältert, damit die kleine Wunde des Einstichs verheilt (Vermeidung von Infektionen). Weiters kann damit die Wahrscheinlichkeit von Markenverlusten deutlich verringert werden. Zur **Vermeidung von Markenverlusten** wurden die Tiere kurz vor dem Entlassen der Fische mit dem Lesegerät auf PITs untersucht. In seltenen Fällen wurde dabei entdeckt, dass die Marken verloren gegangen sind. Die PITs konnten am Boden des Hälterbeckens entdeckt, desinfiziert und dem Tier erneut injiziert werden. Es ist davon auszugehen, dass Markenverluste nach dieser Zwischenhälterung deutlich seltener auftreten, weil die kleine Einstichwunde rasch verheilt.

2.3 Telemetrie – Besenderung

Im Rahmen des Projektmoduls 2013 (Vorversuche, Recherchen) hat sich herausgestellt, dass akustische Telemetrie in Kombination mit fix montierten Loggern am Standort zur Bearbeitung der Fragestellungen am besten geeignet ist. Um eine ausreichende Lebensdauer von zumindest einem Jahr bei vertretbarer Sendergröße bzw. geringem Sendergewicht zu erreichen (vgl. WINTER, 1996; JEPSEN et al. 2005; THORSTAD et al. 2013), muss dabei das Sendeintervall („burst“) mit 45 bis 180 Sekunden vergleichsweise lange gehalten werden (siehe Tabelle 1).

Wurden in den Jahren zuvor teils noch relativ große Kombisender (Radio- und akustischs Sendeteil) eingesetzt, so wurden zwischenzeitlich ausschließlich Akustiksender angeschafft und verwendet. Neufängen wurden in der ggst. Projektphase fast ausschließlich Transmitter vom Typ Lotek MM-M-11-28-PM implantiert, die sich bei einem Sendeintervall von 60 sek. als besonders gut geeignet für die mobile Ortung erwiesen haben und eine Lebensdauer von etwa 2,5 Jahren aufweisen. Bei einigen wenigen großen Individuen wurden die noch vorhandenen Lotek MM-M-11-45-PM verwendet, die etwas größer und schwerer sind (siehe Tabelle 1). Die kleinen, kurzlebigen MM-M-8-SO-PM wurden nicht mehr eingesetzt.

Tabelle 1: Charakteristika der verwendeten Tags und Berechnung anhand der Längen-Gewichtsregression in Abbildung 13, ab welcher Totallänge eines Sterlets das Tag im Mittel 2 bzw. 3% des Körpergewichts nicht überschreitet.

Lotek Tag Modell	Technologie	Burst [sek]	Lebensdauer erwartet/ garantiert [d]	W [g]	2% des Körpergewichts ab TL [mm]	3 % des Körpergewichts ab TL [mm]
MM-M-8-SO-PM	Akustik	180	350 (280)	6	429	380
MM-M-11-28-PM	Akustik	60	927 (742)	13	541	479
MM-M-11-45-PM	Akustik	45	1149 (919)	17	586	519
MM-MC-11-28 PM	Kombi	180	689 (551)	12	528	468
MM-MC-11-45 PM	Kombi	120	978 (782)	16	575	510

Es handelt sich bei allen Sendern um „sensor tags“, die zusätzlich zum individuellen Code abwechselnd eine Tiefen- und eine Bewegungsmeldung übermitteln. Die **Tiefe** wird anhand eines Drucksensors gemessen. Bei den älteren Sendern betrug die Auflösung 0,30 m und die

maximal messbare Tiefe 14,7 m (15 psi). Die neuen Sender können einen Druck bis 50 psi messen, also Tiefenwerte bis 34,3 m übermitteln, wobei die Auflösung 0,70 m beträgt. Die **Bewegungsinformation** kann nur als 0 (inaktiv) oder 1 (aktiv) aufgelöst werden, wobei bei der gewählten Sensitivität 1 ab 17 Lageänderungen pro Minute die Meldung „aktiv“ übermittelt wird. Dieses Maß ist quantitativ schwer interpretierbar, kann aber im räumlichen, zeitlichen oder Vergleich zwischen Individuen von Wert sein.

Für die Besenderung wurden folgende Materialien verwendet:

- Armierter, resorbierbarer Operationsfaden Serasynt (3/0) zum Vernähen der Wunde
- Nadelhalter, div. medizinische Skalpelle, spitze Pinzette
- Desinfektionsmittel:
 - Lysoform Lösung für Operationsbesteck, Arbeitsplatte und Hände
 - Betaisodona Lösung (verdünnt mit Aqua dest.) für die Transmitter
 - Cyprinocur® quick Wundheilmittel 5 g für die Wunde

Anstelle eines chemischen Narkotikums wurde eine **Elektronarkose** durchgeführt. Die Verwendung von Elektronarkose bei der Besenderung von Acipenseriden wurde von rumänischen Kollegen empfohlen, die dies seit vielen Jahren anwenden. Die gute Eignung von Gleichstrom zur kurzzeitigen Narkotisierung von Fischen, inkl. Stören, ist in der Literatur bekannt (HEYNEY ET AL. 2002; IANI ET AL. 2008; HUDSON ET AL. 2011).

Im Rahmen der durchgeführten Operationen an Sterlets hat sich bestätigt, dass diese Methode ideal für diese Anforderungen geeignet ist. Die Wirkung der Elektronarkose tritt nach ca. 10-30 Sekunden ein, sodass sich die Tiere ruhig verhalten. Die Atmung wird dabei uneingeschränkt weitergeführt. Nach dem Entnehmen aus dem elektrischen Feld verhalten sich die Tiere hingegen praktisch sofort (nach 1-3 Sekunden) normal, können in das Hälterbecken überführt werden und schwimmen ohne erkennbare Einschränkung davon. Im Vergleich mit chemischen Narkotika (Problematik der Dosierung, Einschlaf- und Aufwachphasen etc.) hat sich die Anwendung von Elektronarkose als ausgesprochen unkompliziert und risikofrei erwiesen. Die maximale Spannung des verwendeten Transformators (Votcraft LRP-1363) von ca. 36 V war notwendig, um eine gute Wirkung zu erzielen. Bei dem verwendeten Wasser wurde eine Stromstärke von 40 mA erreicht, die durch leichtes Salzen auf ca. 70 mA erhöht wurde.

Für die Operation wurde eine „Zementwanne“ (65 l, Länge 74 cm) verwendet, über die ein weiches Netzmaterial gespannt wurde. Das Netz wurde als schiefe Ebene derart gespannt, dass das gesamte Tier im Wasser liegt – die Kiemen vollständig, aber der Leib nur so tief, dass die Wunde oberhalb des Wasserspiegels bleibt. Als Elektroden dienen zwei an den kurzen Seiten der Wanne befestigte Blechplatten (ca. 10 x 20 cm).



Abbildung 1: Arbeitsplatz mit Transformator zur Elektronarkose (rechts oben).

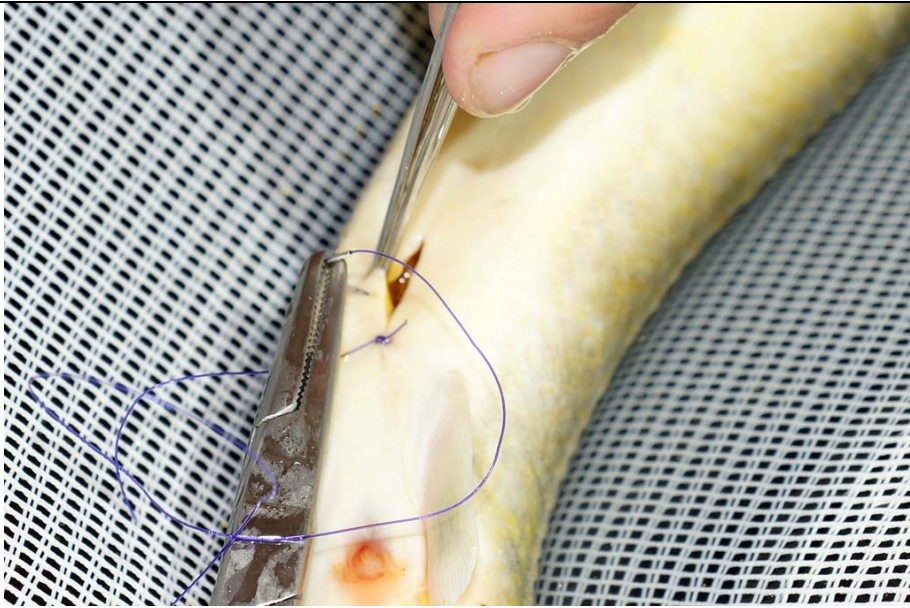
Die Besenderung wird in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Befüllen der Elektronarkose-Wanne mit frischem Wasser, Bespannen mit Netzmaterial, Anlegen der Spannung
2. Vorbereitung, Desinfektion aller Materialien sowie der Arbeitsfläche
3. Hände waschen und desinfizieren
4. Keschern des zu besendernden Tieres und Überführung in die Narkosewanne
5. Abwarten der Wirkung der Elektronarkose (ca. 10-30 Sekunden)
6. Festlegen des Schnitts, Entfernen der Schleimschicht durch Schaben mit dem Skalpell
7. Durchschneiden der Haut, schrittweises, äußerst vorsichtiges Vertiefen des Schnitts
8. Anheben der Haut mit der Pinzette, um beim Erreichen der Leibeshöhle keine Organe zu verletzen
9. Erweitern des Schnitts auf eine Länge von ca. 4 cm (Transmitter mit Ø 12 mm)
10. vorsichtiges Einführen des Transmitters
11. Vernähen mit 5-7 getrennten Stichen
12. Aufbringen des Cyprinocur Pulvers
13. Entlassen in Zwischenhaltung, Haltung bis zur weitgehenden Heilung der Wunde
14. Untersuchung von Wiederfängen und Interpretation der Telemetriedaten bezüglich Effekten der Besenderung

Wie die Verheilung der Wunden (siehe Abbildung 2, letztes Foto) und die Telemetriedaten zeigen, haben die besenderten Tiere das Markierungsprozedere gut überstanden.

Abbildung 2 (folgende Seiten): Fotodokumentation der einzelnen Schritte der Operation

Nr.	Foto	Aktion
1-6		Arbeitsplatz mit Elektrodenkabeln
6		Entfernen von Schleim
7		Vorsichtiges Durchschneiden der Haut

8/9		Vorsichtiges Erweitern des Schnitts
10		Einführen des Transmitters
11		Vernähen

11		Anziehen der Knoten
11	 Vernähte Wunde	
12		Aufbringen des Desinfektionspulvers

13		Verheilte Wunde bei der Entlassung
14		Wiederaufnahme mit vollständig verheilten Wunden und resorbierbarem Faden (Ind. Nr. 43; operiert am 8.7.14; wieder gefangen am 23.8.14).

2.4 Telemetrie – Logger

Es wurden Hydrophone/Logger der Firma Lotek vom Typ WHS3250 eingesetzt. Im vorigen Projektmodul wurde das bisher aus 10 Loggern bestehende Netz erweitert, sodass mit aktuellem Stand 16 Logger im Einsatz sind. Dadurch wurde das Untersuchungsgebiet auf die stromauf und stromab angrenzenden Donauabschnitte ausgeweitet. Im Stau Aschach wurde die Abdeckung verdichtet, weil sich im vorletzten Modul gezeigt hat, dass die gesamte Stauhaltung als Sterlet-Lebensraum genutzt wird, nicht nur die Stauwurzel. Mit aktuellem Stand (siehe Tabelle 2 und Abbildung 3) wird die gesamte Stauhaltung Aschach durch Logger in Abständen von maximal 4-6 km (in der Stauwurzel deutlich dichter) abgedeckt.

Tabelle 2: Positionen aller Logger im Projektgebiet. * leicht verändert.

Nr.	Serien-nummer	Beschreibung	Montage	Stauration	Fluss-km	Abstand [km]
0	50121	Trenndamm	Ausleger	Jochenstein	2204,0	-
1	00162	KW-Unterwasser li	Beton	Aschach	2203,2 L	0,80
2	00163/171	KW-Unterwasser re	Beton	Aschach	2203,25 R	-0,05
3	00164	oh Jochenstein	Baum	Aschach	2202,75 L	0,50
4	00165	uh Jochenstein	Boje	Aschach	2202,4 R	0,35
5	00166	Ezell Fallauer Bach	Boje	Aschach	2201,7 R	0,70
6	00167	Kramesau	Boje	Aschach	2199,6 L	2,10
7	00168	Niederranna	Boje	Aschach	2194,2 L	5,40
75	50122	Freizell	Steg	Aschach	2190,9 L	3,30
8	00169	Au / Schlögen	Steg	Aschach	2186,8 R*	4,10
85	50123	Inzell (ggü.)	Steg	Aschach	2182,25 L	4,55
9	00170	Spire Obermühl	Spire	Aschach	2176,1 L	6,15
95	50124	Windstoß (ggü.)	Pegel	Aschach	2169,3 L	6,80
10	50120	ggü. Schmidlsau	Boje	Aschach	2164,9 L	4,40
11	50125	UW Aschach re	Stiege	OH-WI	2161,95 R	2,95
12	50126	UW Ottensheim	Boje	Asten	2145,5 R	16,45

Der Logger Nummer 4 fiel im November 2015 wegen einer defekten Dichtung aus und wurde nicht mehr ersetzt. Der Logger Nr. 8 war bisher auf einer Boje bei km 2186,6 L befestigt. Weil diese Boje entfernt wurde, wurde er am 12.10.2016 zur schräg gegenüber liegenden Schiffsanlagestelle Schlögen (km 2186,8 R) umgehängt.

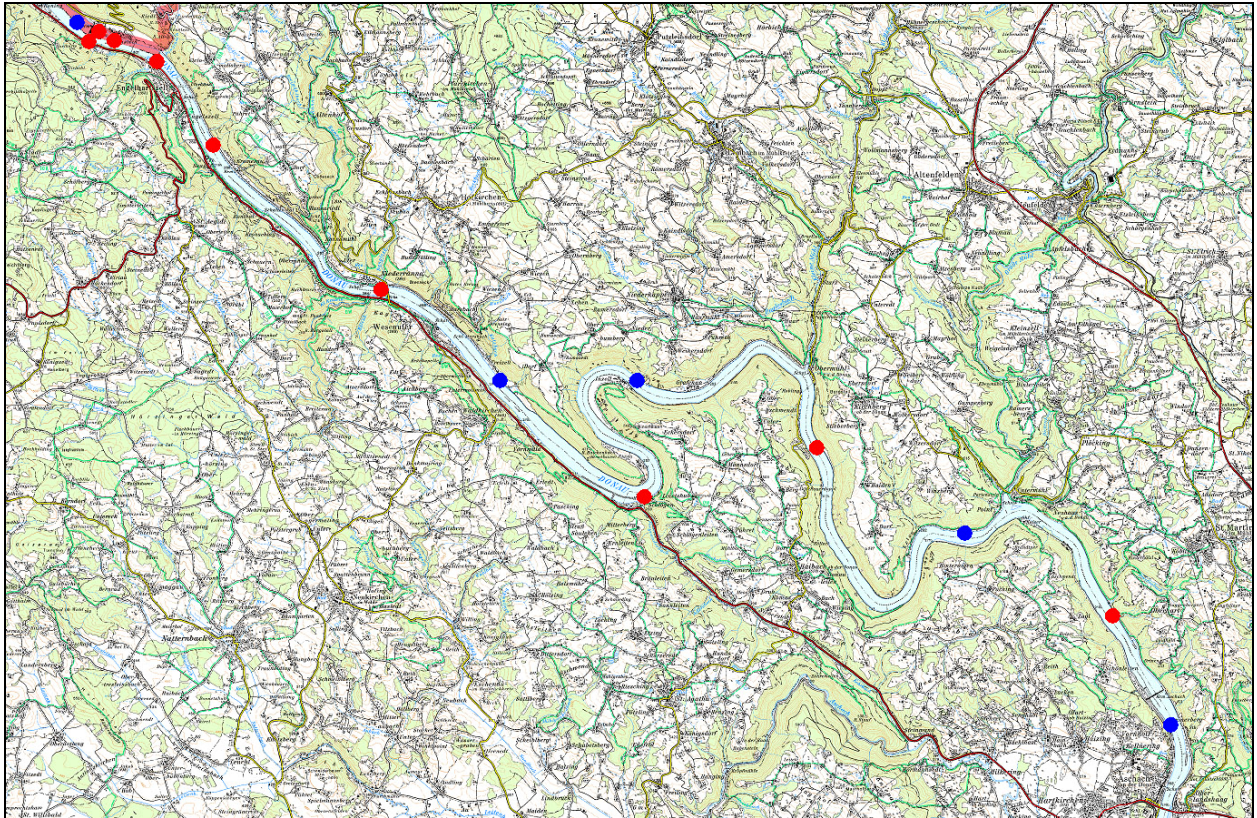


Abbildung 3: Positionen der verwendeten Logger; Nr. 12 nicht dargestellt. Blau: Ergänzte Standorte

Die Logger in den unmittelbaren Kraftwerksbereichen wurden aufgrund der hohen hydraulischen Belastung mittels Nirosta-Rohren und Schellen bzw. Schrauben/Dübeln montiert (siehe Abbildung 5). Die Höhe wurde so gewählt, dass das untere Ende (Hydrophon) auch bei Niederwasser nicht trocken fällt. Ein großer Teil der Logger wurde an Bojen (Markierung des Fahrbahnrandes der Schifffahrt) angebracht (siehe Abbildung 7). Am hinteren Ende dieser Bojen hängen schwere Ketten. Daran wurden die Logger ca. 2 m unterhalb der Wasseroberfläche mittels Schäkkel und einem 1-2 m langen Niro-Seil befestigt (siehe Abbildung 6). Je nach Strömung hängen die Logger somit in ca. 1-2 m Wassertiefe. Im Stau gibt es zwischen der Schlögener Schlinge und dem Oberwasser KW Aschach keine Schifffahrtsbojen, daher wurde als Standort von Logger 9 eine Spiere verwendet (Holzstange zur Markierung des Randes von Feinsedimentbänken; siehe Abbildung 8). Eine Genehmigung zur Befestigung dieser Einrichtungen wurde im Vorfeld eingeholt (siehe Kap. 2.1).



Abbildung 4: Der „neue“ Logger Nr. 0 hängt an der an einer Stange montierten Kette am Trenndamm KW Jochenstein.



Abbildung 5: Logger Nr. 1 (Rohr rechts im Vordergrund), unterhalb der Turbinen („Saugschlauch“) KW Jochenstein.

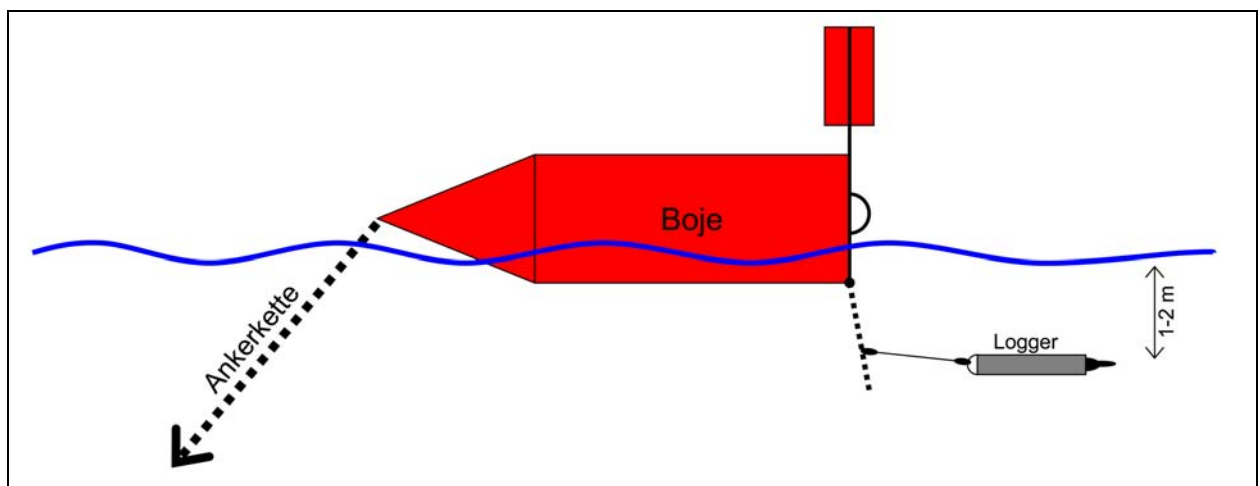


Abbildung 6: Schema der Befestigung an den Schifffahrtsbojen.

Bei der ersten Exponierung wurden die original beigelegten Lithiumbatterien vom Typ Tadiran TL9530 (3,6 V; 19 Ah Kapazität) verwendet. Für die folgenden Phasen wurden etwas günstigere Batterien der Firma Saft, Typ „LS33600“ verwendet, die eine Kapazität von 17 Ah aufweisen. Damit lässt sich – abhängig von der Temperatur, Zahl von Ortungen etc. – eine gesicherte Betriebsdauer von gut 2 Monaten erreichen.

Zumindest in diesem Intervall werden die Logger gewartet. Dabei werden sie mittels USB-Kabel mit einem Laptop verbunden und die Daten mit der Software Lotek WHS Host V 1.5 ausgelesen. Dann werden die Batterien getauscht, die Dichtungen kontrolliert und ggf. nachgefettet. Dafür wird der gesamte Stauraum Aschach mittels Aluboot befahren. Die Logger im Stau Jochenstein und Abwinden-Asten erfordern ein zusätzliches Ein- und Ausbooten, während der Logger im Stau Ottenheim-Wilhering vom Land aus gewartet werden kann.

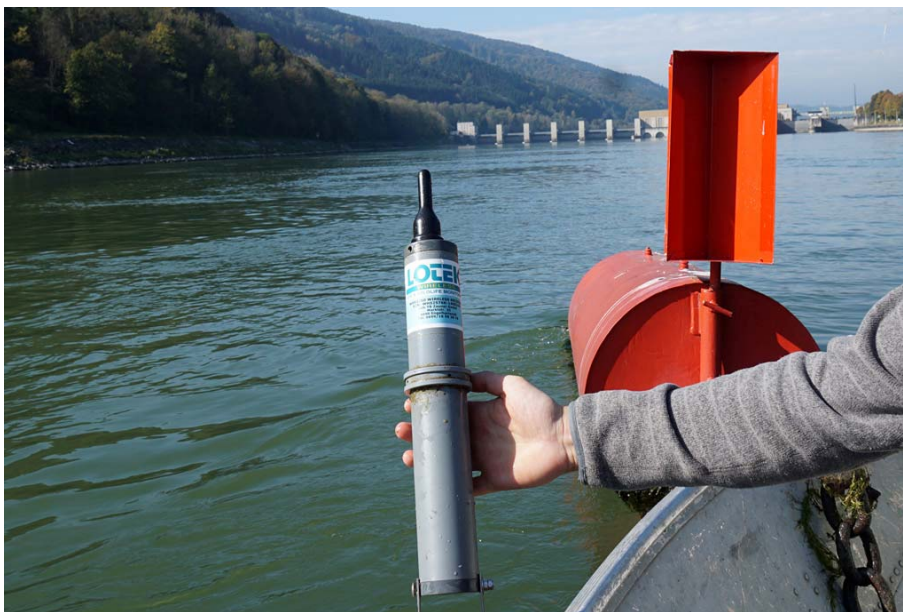


Abbildung 7: Logger Nr. 4, montiert auf der Boje am rechten Fahrbahnrand.



Abbildung 8: Logger Nr. 9, montiert auf einer Spiere im zentralen Staubereich.

2.5 Telemetrie – mobile Ortung

Für die mobile Ortung wurden 2 Hydrophone (Lotek LHP1LT) auf einem Aluboot befestigt, die mit dem Empfänger Lotek MAP600RTA verbunden sind. Der Abstand zwischen den zwei Hydrophonen beträgt ca. 2,5 m. Durch die Verwendung von 2 Hydrophonen kann aus der Zeitdifferenz, die der Schall zum Erreichen der beiden Hydrophone benötigt, durch die Software MapHost V4.59 auch eine Richtungsinformation (-9 wie links bis +9 rechts neben dem Boot) berechnet werden. Je nach Wind (Störgeräusch) und Ermüdung wurde ein Kopfhörer oder eine Aktivbox zum Abhören der akustischen Signale verwendet. Der Empfänger ist mit einem Laptop verbunden. Die Software Lotek V4.50 zeichnet die Signale (Uhrzeit, Druck/Tiefe, Richtung, Stärke) auf.



Abbildung 9: Ausleger mit Hydrophon (links/rechts) und weitere Geräte zur mobilen Ortung.

Bei der mobilen Ortung wird eine Geschwindigkeit des driftenden oder fahrenden Bootes gewählt, bei der im Zeitraum der Sende-Intervalle (max. 3 min bei den alten Sendern, überwiegend aber 1 min) eine Strecke zurückgelegt wird, die deutlich unter der erfahrungsgemäß zu erwarten Reichweite der Transmitter liegt. Eine Geschwindigkeit von 5-6 km/h hat sich dabei bewährt. In obersten Teil der Stauwurzel reicht dazu die Strömung aus, im überwiegenden Teil der Stauhaltung wurde hingegen ein Elektromotor eingesetzt. Die Fahr-Route wird zur weiteren Optimierung meist so gelegt, dass annäherungsweise die Tiefenlinie der Sohle (präferierter Aufenthaltsbereich am Tag) nachgefahren wird. Durch diese Vorkehrungen kann mit hoher Sicherheit gewährleistet werden, dass die passierten, besenderten Fische vollständig erfasst werden. Wie die Ergebnisse zeigen, konnte dieses Ziel weitgehend erreicht werden.

Wird ein Signal empfangen, so beginnt ein Prozedere zur genaueren Ortung, das je nach Verhältnissen (Strömung, Qualität des Signals, gewünschte Ortungsgenauigkeit) günstigenfalls etwa eine Viertelstunde, im ungünstigen Fall aber auch länger als eine Stunde dauern kann. Es wird wiederholt wenige 100m stromauf gefahren und wieder stromab gedriftet. Das Boot wird so ausgerichtet, dass es zum exakten Zeitpunkt des Sendeintervalls (Uhr mit Sekundenanzeige)

bestmöglich in gerader Linie zum vermuteten Standpunkt des zu ortenden Fisches steht. Mit dieser Vorgangsweise kann, meist nach mehreren Versuchen und parallel versetzten Driftstrecken, ein gutes Signal empfangen werden, bei dem sowohl der individuelle Code des Fisches als auch eine Richtungsinformation übermittelt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die GPS Position abgespeichert und die Richtung des Bootes von einem Kompaß abgelesen und protokolliert. Es wird danach getrachtet, zumindest 2-3 solche Datenpunkte zu sammeln, sodass durch Verschneidung der Ortungsvektoren der genaue Aufenthaltsort des jeweiligen Fisches konstruiert werden kann. Die dabei erzielte Genauigkeit wird auf etwa 10-200 m (je nach Aufwand, Signalqualität und Bewegungsgeschwindigkeit des georteten Fisches) geschätzt.

3 Ergebnisse

3.1 Betreuung Fang-Wiederfang-Programm

Im Jahr 2016 wurden 23 Acipenseriden gefangen, bei 14 Stück davon handelte es sich um Sterlets. Die Fangzahl liegt damit deutlich unter den Jahren 2015 (51 Acipenseriden) und 2016 (48 Acipenseriden), jedoch über dem Jahr 2013 (19 Acipenseriden). Zum Anteil allochthoner Störarten siehe Kapitel 3.2.

Bezüglich der Größe der gefangenen Sterlets fällt auf, dass diese in den letzten 3 Jahren deutlich angestiegen ist. Lag der Median im Jahr 2014 noch bei 425 mm und 2015 bei 500 mm, so ist er 2016 auf 550 mm weiter angestiegen. Anhand des Längenfrequenzdiagramms in Abbildung 1 zeigt sich, dass es sich offensichtlich beim Großteil der Fänge um Mitglieder einer Kohorte (ein oder wenige Jahrgänge) handelt, die im Lauf der Jahre angewachsen ist. Die Längenzunahme der Kohorte passt dabei sehr gut zum anhand von Wiederfängen ermittelten individuellen Wachstum pro Jahr, das im Mittel 60 mm beträgt (siehe Kap. 3.4). Kleinere Sterlets, die späteren Jahrgängen angehören, sind offensichtlich nicht in das „Fenster“ der mittels Kiemennetz fangbaren Größe hinein gewachsen.

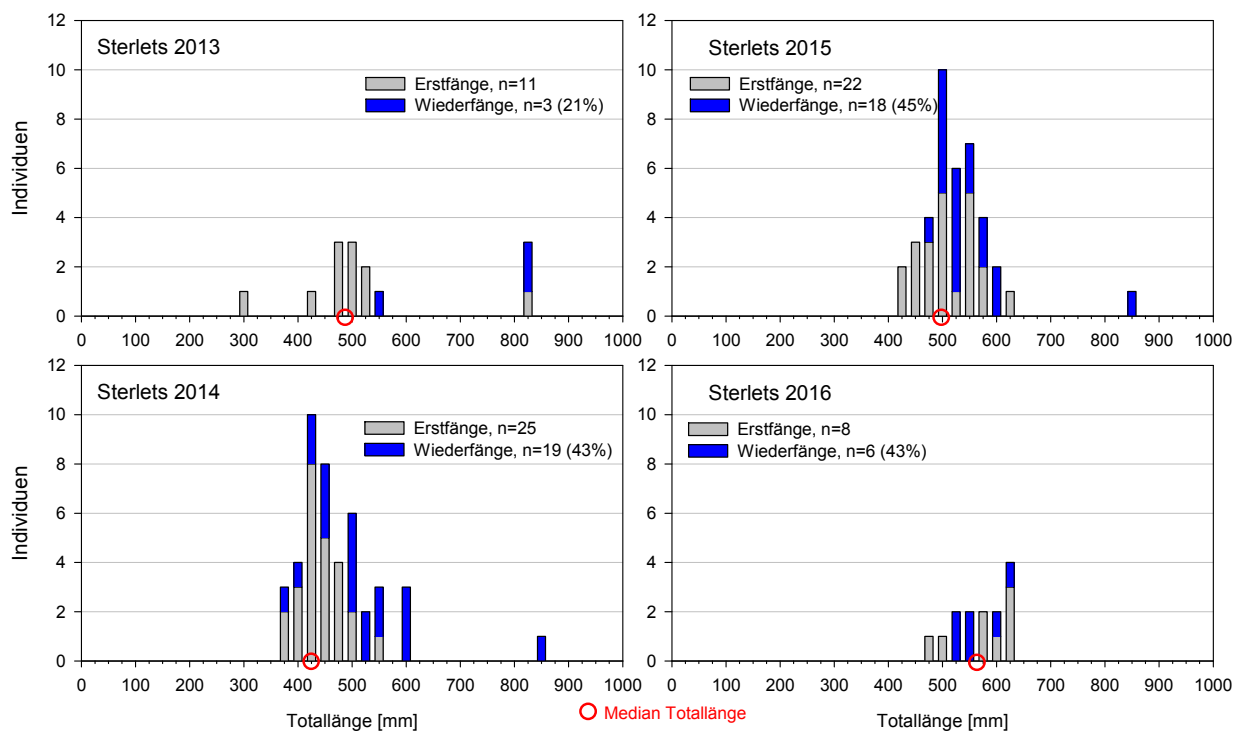


Abbildung 10: Längenfrequenzdiagramm der Sterlet-Fänge aus vier Jahren.

Die deutlich unterschiedliche Fangzahl der verschiedenen Jahre lässt sich durch 2 Hypothesen erklären. Einerseits besteht wie zu erwarten ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Tagen pro Jahr, an denen mittels Kiemennetzen gefischt wurde, und der Fangzahl. Zwar liegen zum Befischungsaufwand keine fundierten Aufzeichnungen vor. Nachdem in der Regel gefischt wird, wenn dies anhand der Abflussverhältnisse möglich ist (kein Wehrüberfall beim KW Jochenstein vorhanden oder zu prognostizieren), kann als sehr gute Annäherung die Zahl von Tagen im Jahr ohne Wehrüberfall als Maß für die Befischungsintensität verwendet werden.

Die Sommer 2013 und 2016 waren im Vergleich zu den Jahren 2014 und 2015 sehr abflussstark (siehe Abbildung 11). Es zeigt sich daher ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Befischungsaufwand und der Acipenseriden-Fangzahl. Eine lineare Regression zeigt, dass damit erstaunliche 94% der Variabilität zwischen den Jahren erklärt werden kann (Abbildung 12).

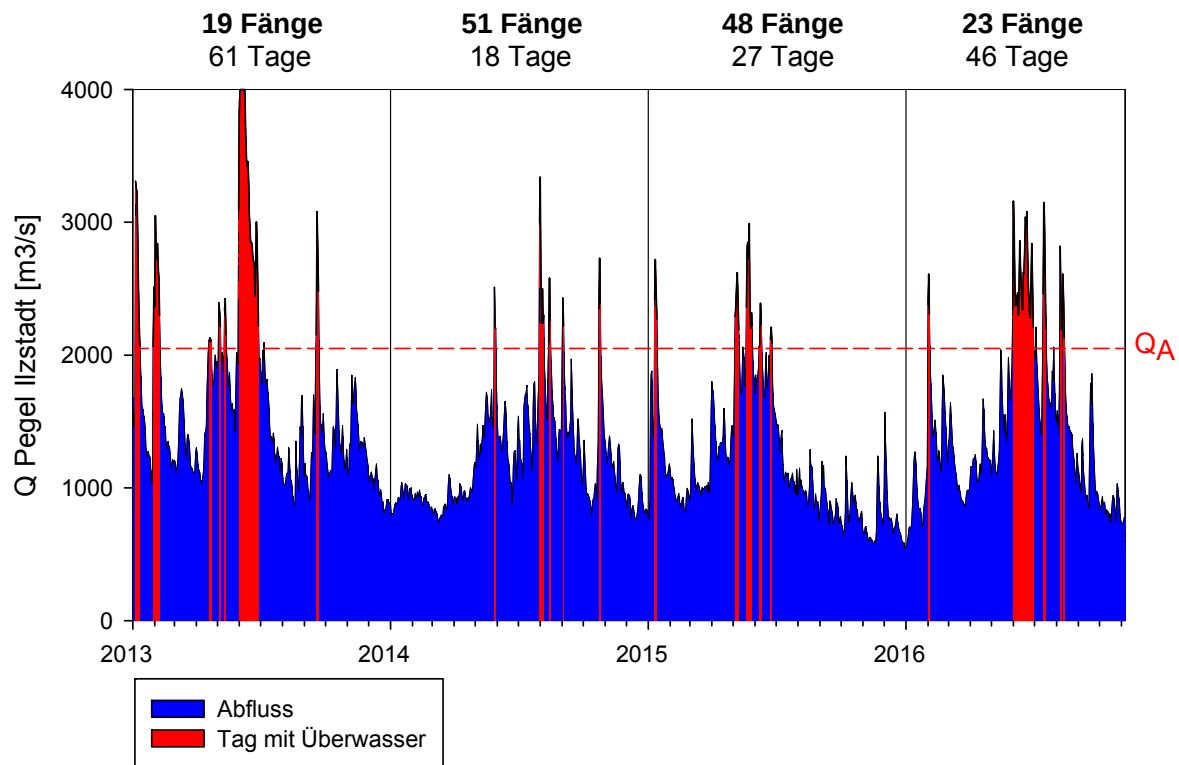


Abbildung 11: Abflussganglinie, Tage mit Überwasser (rote Flächen), und Anzahl gefangener Acipenseriden im Verlauf der 4 Jahre.

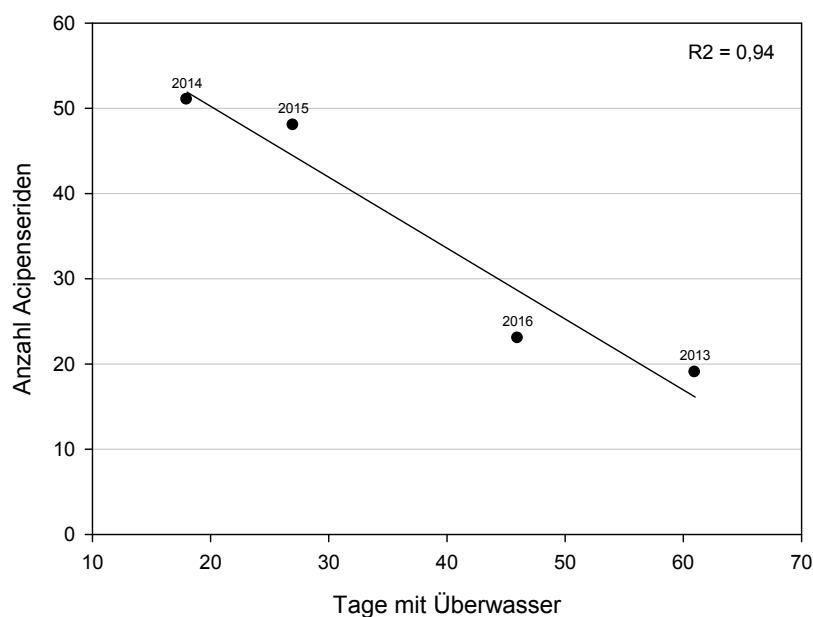


Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Tagen mit Wehrüberfall beim KW Jochenstein und Anzahl der gefangenen Acipenseriden im jeweiligen Fangjahr.

Dieser sehr deutliche Zusammenhang kann jedoch nur teilweise als kausale Erklärung interpretiert werden. Er kann nämlich auch mit der Populationsdynamik bzw. Bestandsdichte zusammenhängen. Im Jahr 2014 wuchs offensichtlich eine starke Kohorte in das „Fangfenster“ um 400-500 mm. Nachdem 2015 und 2016 keine weitere Kohorte nachgefolgt ist, könnte sich die Bestandsgröße im Jahr 2015 und 2016 ausgedünnt haben (Mortalität, Abwanderung). Auch damit lässt sich die geringe Fangzahl 2016 plausibel erklären. Sehr wahrscheinlich spielen beide Faktoren (Befischungsintensität und abnehmender Bestand) eine wesentliche Rolle. Die nächsten Jahre werden zu dieser, für den Erhalt sehr wichtigen Frage entscheidende weitere Daten liefern.

In diesem Zusammenhang ist auch der Anteil bereits mittels PIT markierter Tiere von Interesse. Dieser Anteil war 2013 noch gering, lag 2014-2016 aber sehr konstant zwischen 43 und 45%. Bemerkenswerter Weise ist der Anteil von Wiederfängen also nicht weiter angestiegen, obwohl in den letzten Jahren weitere Tiere markiert wurden. Grundsätzlich könnte dies durch Rekrutierung erklärt werden, wenn unmarkierte Jungtiere in das „Fangfenster“ wachsen. Die Größenstruktur der Fänge deutet einerseits darauf hin, dass diese nicht oder nur zu einem geringen Ausmaß der Fall sein dürfte. Allerdings besteht eine gewisse Tendenz, dass der Anteil von Wiederfängen bei kleineren Individuen geringer ist als bei größeren Fischen.

Alternative Erklärungsmuster wären Lerneffekte (bereits mit Netzen gefangene und markierte Fische werden mit geringerer Wahrscheinlichkeit erneut gefangen als „naive“ Tiere) oder unterschiedliche Wandermuster bzw. Habitatpräferenzen der markierten und unmarkierten (i.d.R. kleineren) Tiere. Auch in diesem Zusammenhang werden die nächsten Jahre ein deutlich klareres Bild ergeben, bzw. einen Datenumfang, der eine weitere statistische Analyse erlaubt (z.B. durch Vergleich von einfachen und mehrfachen Wiederfängen).

Aufgrund der mittlerweile großen Zahl gewogener Fische können Längen-Gewichts-Regressionen sowohl für den Sterlet als auch den Sibirischen Stör berechnet werden (siehe Abbildung 13 und Tabelle 3).

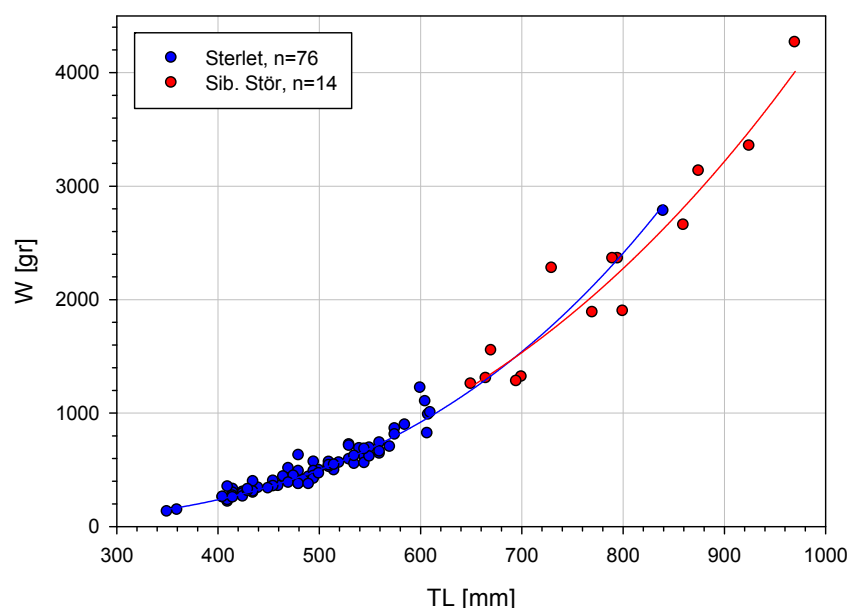


Abbildung 13: Längen-Gewichtsregression der gewogenen Sterlets (2013-2016).

Tabelle 3: Koeffizienten der Längen-Gewichtsregressionen für Sterlet und Sibirischen Stör; $\log(W[g]) = a + b \times \log(TL [mm])$.

Art	n	a	b	TL	R ²
<i>A. ruthenus</i>	76	-6,3299	3,3453	350-840 mm	0,94
<i>A. baerii</i>	14	-5,1968	2,9463	650-970 mm	0,90

3.2 Anteil von allochthonen Stören und Hybriden

Im Rückblick zu den vergangenen Jahren zeigt sich, dass der Anteil von Hybriden weiter abgenommen haben dürfte. 2016 wurde kein einziges Individuum gefangen, das als Hybrid (Sterlet x Sibirischer Stör) bestimmt wurde. Allerdings war der Anteil von „reinen“ Sibirischen Stören auffällig hoch – unter den 23 Fängen waren 9 Sibirische Störe (39%). Diese Tiere wurden aus der Population entfernt, was eine wichtige Umsetzungsmaßnahme darstellt. Andere allochthone Störarten, wie sie nach dem Hochwasser 2013 aufgetreten sind, waren nicht vertreten.

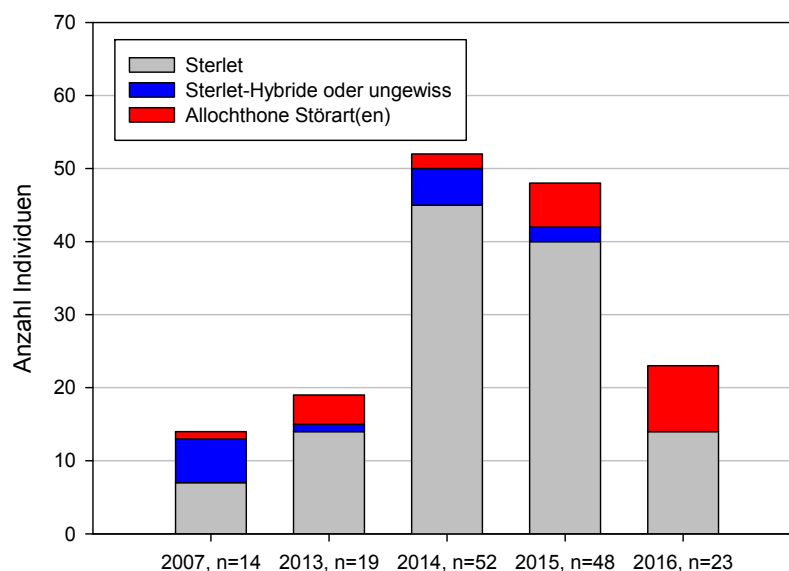


Abbildung 14: Anteil von reinen Sterlets, Sterlet-Hybriden (oder fraglichen Sterlets, bei denen es sich möglicherweise um Hybride handelt), sowie allochthoner Störarten (2016 nur Sibirischer Stör); Daten 2007 aus LUDWIG ET AL. (2008).

Im Jahr 2007 wurden anhand der Chromosomenzahl noch 6 von 14 Individuen (43 %) als Sterlet-Hybride bestimmt (LUDWIG ET AL. 2008). Die anhand äußerlicher Merkmale in den Jahren 2013 bis 2015 als Hybride angesprochenen Individuen sind etwas dunkler gefärbt als typische, reine Sterlets, gelbliche Farbtöne sind nicht erkennbar (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16). Sie weisen weniger stark bedornete Rückenschilde auf, und die Anzahl der lateralen Körperplatten ist geringer als bei typischen Sterlets (siehe Folgekapitel), die Zahl überlappt aber. Auffällig war weiters, dass es sich um vergleichsweise große Fische handelte, was für Hybride durchaus typisch wäre. Genetische Untersuchungen (siehe Kapitel 3.6) werden in Bälde weiter Klarheit über den Status dieser Fische bringen.



Abbildung 15: Fang Nummer 28 (595 mm) – wahrscheinlich ein Hybrid.



Abbildung 16: Reinrassiger, typischer Sterlet (Fang Nr. 60, 470 mm) zum Vergleich

3.3 Morphologische und meristische Merkmale

Von den erstmals gefangenen, nicht markierten Tieren wurden folgende Merkmale aufgenommen:

Biometrische Merkmale: Totallänge (auf 5 mm genau), Gewicht (auf 1 gr genau)

Meristische Merkmale: Anzahl von Seiten-, Bauch- und Rückenschildern

Morphologische Merkmale:

- Bedornung der Rückenschilder (Ausprägung in den Kategorien keine/undeutlich/mittel/deutlich/sehr deutlich)
- Form der Lippen (typisch Sterlet, typisch Sib. Stör; intermediär)
- Nasenflügel: intakt / nicht intakt
- Färbung (verbal: hell/mittel/dunkel; grau/gelb)
- Allfällige Verletzungen (verbal)

Von der Aufnahme weiterer Parameter (z.B. Anzahl der Flossenstrahlen, biometrische Vermessung) wurde Abstand genommen, um die Handhabung der Fische zur Schonung kurz zu halten. Bei kleineren Individuen gestaltet sich die Zählung der Bauchschilder teils schwierig, weil sie nicht sehr hell und weich sein können (Fehler ca. ± 1). Im Fall der Seitenschilder ergibt sich die Schwierigkeit, dass diese am caudalen Ende sehr klein und am lebenden Tier teils schwer zählbar sind. Bei diesem Merkmal ist ein möglicher Fehler von ca. ± 3 Schildern anzuschätzen. Allerdings besteht kein Zusammenhang zwischen der Totallänge der Fische und der Zahl von linken/rechten Seitenschildern, sodass davon ausgegangen werden kann, dass es dadurch zu keinem systematischen Fehler kommt.

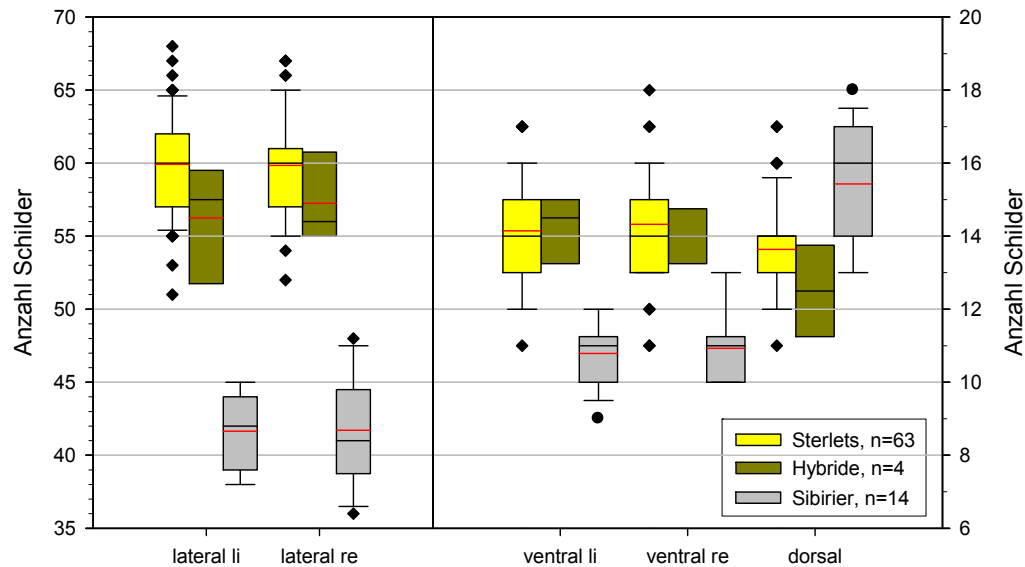


Abbildung 17: Anzahl der verschiedenen Schilder bei reinen Sterlets, Hybriden und Sibirischen Stören. Daten 2013 bis 2016.

Die Darstellung der Anzahl der unterschiedlichen Schilder (Abbildung 17) zeigt, dass sich wie zu erwarten die Zahl der Schilder links und rechts nicht unterscheidet. Tatsächlich kommen aber Individuen mit deutlichem Unterschied vor, so kann sich die Zahl der in der Regel fehlerlos zählbaren Bauchschilder durchaus zwischen links und rechts um 2 unterscheiden.

Die Sibirischen Störe weisen eine deutlich geringere Zahl von Seitenschildern (lateral) und Bauchschildern (ventral) auf als Sterlets, die Zahl überlappt so gut wie nicht. Die Zahl der dorsalen Schilder ist hingegen signifikant größer. Zwischen den als äußerlich als „rein“ klassifizierten Sterlets und vier Tieren, bei denen der dringende Verdacht besteht, dass es sich um Hybride mit dem Sibirischen Stör handelt (siehe Kapitel 3.2), sind hinsichtlich der Zahl von Rücken- und Bauchschildern keine Unterschiede erkennbar. Die Zahl der Seitenschilder unterscheidet sich aber signifikant (t-Test, $p < 0,05$).

Unterschiede zwischen diesen zwei Gruppen sind auch anhand der Färbung und der Form der Rückenschilder erkennbar (siehe Abbildung 18 und Abbildung 19). Die Bedornung der Rückenschilder wurde bei den „reinen Sterlets“ fast immer als „deutlich“ oder „sehr deutlich“ eingeschätzt, bei den Hybriden aber bei 2 mit „schwach“ und einem mit „mittel“. Die Färbung der Flanken ist bei „reinen Sterlets“ immer „hell“ oder „mittel“ und oft mit Gelbtönen, während sie bei den möglichen Hybriden als „mittel“ oder „dunkel“ eingestuft wurde und keine Gelbtöne zu erkennen sind.

Das äußere Erscheinungsbild der Sibirischen Störe ist auffallend heterogen. Während die Mehrzahl dieser Fische keine spitzen Schilder aufweist, fanden sich auch einige Exemplare die auffallend stark bedornt waren, und zwar nicht nur die Rückenschilder, sondern auch die Seitenschilder. Möglicherweise handelt es sich um unterschiedliche Stämme des Sibirischen Störs, die genetischen Untersuchungen könnten in dieser Hinsicht weitere Informationen bringen.



Abbildung 18: Typische Färbung und ausgesprochen stark ausgebildete Bedornung der Rückenschilder bei einem juvenilen, reinen Sterlet (Fang Nr. 16, TL = 280 mm).



Abbildung 19: Färbung und Bedornung der Rückenschilder bei einem „Hybridverdacht“ (Fang Nr. 28, TL = 595 mm).



Abbildung 20: Rücken- und Bauchschilder eines untypisch stark bedornen Individuums, das anhand anderer Merkmale (Zahl der Schilder, Gesamthabitus) als Sibirischer Stör bestimmt wurde (Fang Nr. 111).

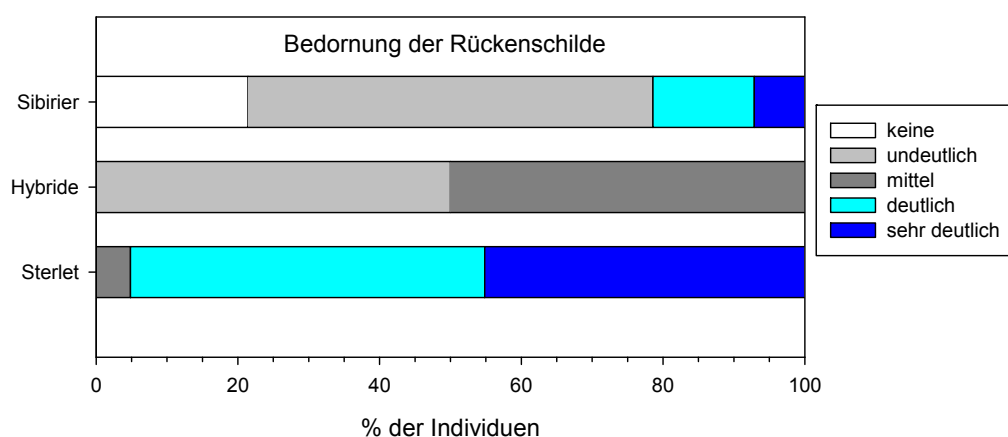


Abbildung 21: Ausprägung der Bedornung der Rückenschilde bei Sterlet (n=59), Sibirischen Stören (n=4) und Hybriden (n=9). Daten 2013 bis 2016.

Im Vergleich mit Literaturdaten (siehe Tabelle 4) liegen die meristischen Merkmale der reinen Sterlets weitgehend im Bereich innerhalb der üblichen Spannweite. Bezüglich der Anzahl von lateralen Schildern wird die untere Zahl von 56 Schildern aber von einigen „Ausreißern“ unterschritten. Die Hybride weisen erkennbar weniger laterale Schilder auf, dieses Merkmal ist intermediär ausgeprägt. Die Zahl der Seitenschilder bei den Sibirischen Stören überlappt nicht mit den Sterlets, dieses Merkmal erlaubt also eine sichere Unterscheidung. Bei den Dorsal- und Ventralplatten bestehen ebenfalls erkennbare Unterschiede, diese überlappen allerdings.

Tabelle 4: Meristische Merkmale (Anzahl von Schildern) aus der Literatur und bei der gegenständlichen Population

Art	Dorsal	Lateral	Ventral	Quelle
<i>Acipenser ruthenus</i>	11-18	56-71	10-20	Sokolov & Vasil'eva (1989)
	11-18	56-71	10-20	Vecsei & Hochleitner (2012)
	11-17	51-68	11-17	ggst. Population (n=61)
Hybride <i>A. ruthenus x baerii</i>	11-14	50-62	13-15	ggst. Population (n=4)
<i>Acipenser baerii</i>	13-18	36-48	10-12	ggst. Population (n=14)
	10-20	32-62	7-16	Kottelat & Freyhof (2007)
	7-16	32-62	10-20	Vecsei & Hochleitner (2012)

3.4 Wachstum, Kondition

In Zwischenzeit wurde eine beträchtliche Zahl von bereits markierten Sterlets wiedergefangen. Anhand dieser Individuen kann die individuelle Längen- und Gewichtszunahme untersucht werden. Bei der Analyse werden nur jene Tiere berücksichtigt, bei denen zumindest 60 Tage zwischen Markierung und Wiederaufnahme lag. Dadurch soll der Einfluss von „handling-Effekten“ (Stress, keine Nahrungsaufnahme während der Hälterung, kleinere Verletzungen vom Kiemennetz etc.) gering gehalten werden. Wie sich gezeigt hat, tritt bei einem Wiederaufnahme in kürzerem Abstand kein Wachstum bzw. eine Gewichtsabnahme auf. Aus diesem Grund unterschätzt das beobachtete individuelle Wachstum tendenziell die Verhältnisse in freier Natur.

In Abbildung 22 ist diese Längen- und Gewichtszunahme dargestellt. Es zeigt sich eine erhebliche Streuung, die vor allem durch ein unterschiedlich rasches Wachstum unterschiedlich großer Tiere erklärt werden kann, und andererseits durch Phasen unterschiedlichen Wachstums (Sommer oder Winter) zwischen Fang und Wiederaufstieg. Anhand der Regressionsgleichung kann ein mittleres Wachstum von 60 mm pro Jahr bzw. 105 mm pro 2 Jahre ermittelt werden. Dies passt ausgezeichnet mit dem Wachstum der Kohorten (siehe Abbildung 10) zusammen. Die Gewichtszunahme beträgt im Mittel 260 g pro Jahr.

Die Darstellung in Abbildung 23 berücksichtigt die jahreszeitlichen und größenabhängigen Effekte. Es zeigt sich, dass steile Linien raschen Wachstums vor allem in Phasen, die sommerliche Zeiträume mit einschließen, dokumentiert werden konnten. Kleinere Individuen (untere Linien) sind in der Regel steiler, diese Fische wachsen also schneller. Es finden sich darunter Sterlets, die in einem Sommer 60-80 mm gewachsen sind.

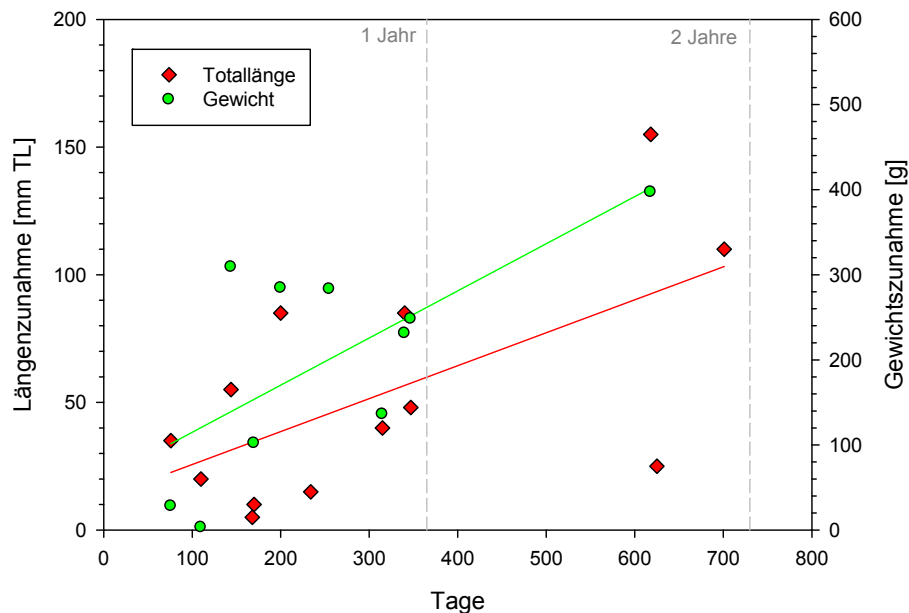


Abbildung 22: Individuelle Längen- und Gewichtszunahme in Abhängigkeit von der Zahl der Tage zwischen erstmaliger Markierung und Wiederaufstieg.

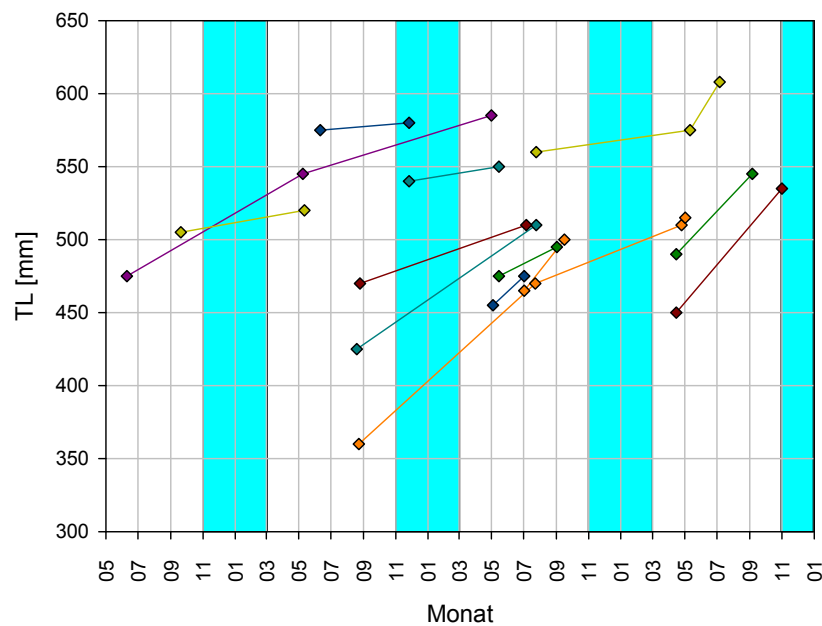


Abbildung 23: Individuelles Längenwachstum markierter Sterlets im Zeitraum Juni 2013 bis November 2016. Winter türkis.

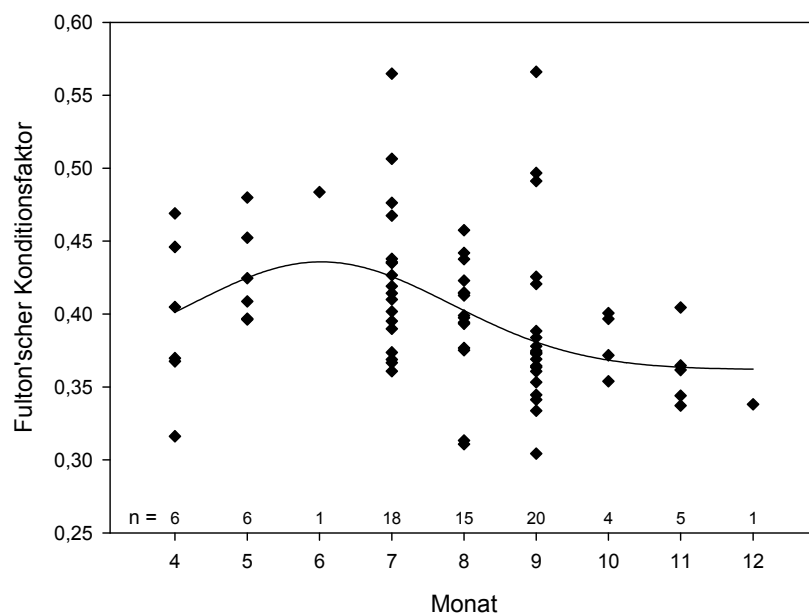


Abbildung 24: Fulton'scher Konditionsfaktor der Fänge 2013-2016 im Monatsverlauf.

Zeitliche Veränderungen des Konditionsfaktors können in Hinblick auf den Ernährungszustand, unter Umständen aber auch den Zeitpunkt des Laichgeschehens interpretiert werden (siehe Abbildung 24). Wie sich anhand weniger Fänge im zeitigen Frühjahr zeigt, sind die Sterlets im April tendenziell weniger korpulent als im Juli. Im späteren Sommer und Herbst nimmt der Korpulenzfaktor ab. Dies ist insofern erstaunlich, als im Sommer üblicherweise durch intensives Fressen die größte Gewichtszunahme zu erwarten wäre. Möglicherweise ist das Längenwachstum im Sommer stärker ausgeprägt als die Gewichtszunahme (allometrisches Wachstum). Auch die etwas geringere Länge im Spätsommer und Herbst gefangener Fische (Anm.: der Konditionsfaktor ist bei allometrischem Wachstum leicht größenabhängig) könnte

diese Tendenz mit erklären. Dass die Korpulenz im Juli am höchsten ist, könnte auf einen späten Laichtermin hindeuten, dies sollte künftig bei den Telemetriearbeiten weiter berücksichtigt werden. Aufgrund der noch zu geringen Datendichte sind diese Ergebnisse aber noch sehr vorsichtig zu interpretieren.

3.5 Telemetrie

Im Zeitraum des ggst. Projektmoduls wurden im Zeitraum August 2015 bis November 2016 8 Sterlets besendert (siehe Tabelle 5). Die Fische wurden wie bisher je nach Wundheilung 1-2 Wochen nach der Operation in die Donau zurück versetzt. Die Anzahl besendbarer Fische war aufgrund der ungünstigen Fangergebnisse im Jahr 2016 (siehe Kap. 3.1) geringer als erwünscht.

Ein Individuum (Fang Nr. 126) wurde gefangen, das bereits einen Transmitter in sich trug, wie anhand des PIT Codes erkennbar war. Nachdem dieses Individuum aber seit längerer Zeit nicht mehr durch die Hydrophone geortet worden war, wurde der Transmitter überprüft, wobei sich der Verdacht bestätigte, dass der Sender ausgefallen war. Der defekte Transmitter konnte durch einen kleinen Schnitt entfernt und durch einen neuen getauscht werden. In Reaktion auf die Reklamation wurde von der Fa. Lotek ein kostenloser Ersatztransmitter geschickt.

Tabelle 5: Im Zeitraum August 2015 bis November 2016 besenderte Acipenseriden.

Fang Nr.	Fischart	Totallänge [mm]	Datum Operation	Transmitter	Tag ID
103	Sterlet	495	05.08.15	MM-M-11-28-PM	54864
109	Sterlet	605	11.09.15	MM-M-11-45-PM	55332
116	Sterlet	545	08.11.15	MM-M-11-28-PM	54812
126	Sterlet	608	07.07.16	MM-M-11-28-PM	56320 = 55176
127	Sterlet	607	11.07.16	MM-M-11-28-PM	56372
135	Sterlet	575	07.09.16	MM-M-11-28-PM	56424
137	Sterlet	545	07.09.16	MM-M-11-28-PM	56528
139	Sterlet	535	03.11.16	MM-M-11-28-PM	56736

3.5.1 Mobiles Tracking

Es wurde an 6 Terminen ein mobiles Tracking per Boot durchgeführt (siehe Tabelle 6). Dabei wurde in der Regel weitgehend der gesamte Stauraum Aschach, teils auch ausgewählte Abschnitte mit bekanntem Aufenthalt abgesucht. Diese Arbeiten wurden teils im Herbst/Winter, schwerpunktmäßig aber während der potentiellen Laichzeit im Mai bis Anfang Juni durchgeführt. Diese Termine wurden auf Tage gelegt, während derer Bedingungen erreicht wurden, die lt. Literatur für das Ablaichen des Sterlets geeignet sind. Solche Phasen traten 2016 aufgrund des abflussreichen Frühsommers und langsam steigender Wassertemperaturen erst spät auf (siehe Abbildung 25).

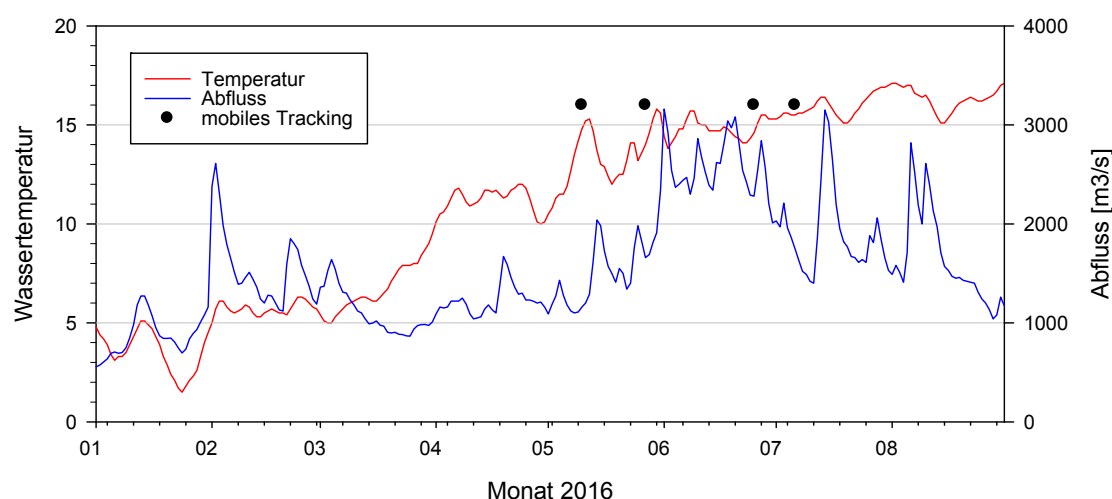


Abbildung 25: Verlauf von Wassertemperatur (Pegel Dandlbach) und Abfluss (Pegel Donau Ilzstadt) von Jänner bis August 2016.

Es konnten pro Termin die detaillierten Positionen von bis zu 7 Sterlets gefunden werden. Rückblickend ist anhand der Loggerdaten bekannt, dass sich zum Zeitpunkt des Trackings im Februar genau 7 besenderte Sterlets im Stau Aschach aufgehalten haben. Diese wurden beim Februartermin vollzählig entdeckt. Im Mai waren 6 Tiere mit aktiven Sendern anwesend, bei kumulativer Betrachtung aller frühsummerlichen Trackings wurden auch diese vollzählig erfasst, wobei pro Termin je nach Abdeckung des Stauraums zwischen 2 und 5 gefunden wurden. Das mobile Tracking hat sich also als effektiv zum Auffinden besenderter Tiere sogar in diesem längsten und tiefsten Stauraum der österreichischen Donau bewährt.

Tabelle 6: Termine des lokalen Trackings mit lokalisierten Fischen.

Termin	Abfluss [m ³ s ⁻¹]	Wasser- temperatur	Abgesuchter Bereich	Individuum	Position (F- km)	Tiefe [m]
2.10.2015 3.10.2015	700	13,2°C	Kramesau- Untermühl	55176	2198,75	5,8
				56112	2189,95R	8,4
				55332	2182,85L	>10,2
				56060	2179,1	15,4
				55020	2179,5	>10,2
8.2.2016 9.2.2016	1.450	5,7°C	Jochenstein-KW Aschach	54864	2201,1	8,1
				56268	2200,8	8,4
				54812	2199,75	5,6
				56112	2197,55	7,0
				55020	2182,15	>10,2
				55060	2182,1	13,3
				55332	2182,0	>10,2
10.5.2016	1.100	14,5 - 15,0°C	Jochenstein- Schattenthal	54864	2199,85	5,8
				56112	2197,42	9,8
				54812	2197,42	10,0
27.5.2016	1.700	14,0°C	Jochenstein- Obermühl	54864	2199,1	7,3
				54812	2196,25	6,4
				56060	2181,75	10,5

				55020	2179,65	10,0
				56268	2179,8	10,5
25.6.2016	2.200	14,7°C	Engelhartszell-Obermühl	54812	2199,9	6,2
				56060	2179,65	7,4
				55020	2179,45	>10,2
				56268	2179,1	16,1
6.7.2016	1.800	15,5°C	Au-Obermühl	56060	2182,9	12,6
				55020	2179,2	>10,2

Die wichtigste Fragestellung beim mobilen Tracking war, ob anhand von Bewegungsmustern, der Habitatwahl bzw. Ansammlungen von Individuen Rückschlüsse auf Laichaktivitäten möglich sind. Aufgrund des späten, stark schwankenden Eintretens geeigneter Bedingungen (Wassertemperatur, Abfluss) im Jahr 2016 gestaltete sich die Prognose potentiell geeigneter Zeiträume schwierig. Lt. Literatur würden diese bei einer Wassertemperatur von ca. 12-17°C im Zeitfenster Mai/Juni eintreten (siehe Tabelle 7; ein früherer Zeitpunkt im April wie in Südosteuropa erscheint unwahrscheinlich). Zur Abstimmung wurde auch mit Kollegen aus der Slowakei und Ungarn Kontakt aufgenommen.

Tabelle 7: Laichbedingungen des Sterlets aus Reinartz (2013) nach Sokolov & Vasil'ev (1989)

Gewässer	Laichzeit	Wassertemperatur [° Celsius]	Wassertiefe [m]	Untersucher
Mittlere Donau	April bis Mai	8 – 19	10	JANKOVIĆ(1958)
Mittlere Wolga (vor Stauregelung)	Mai	10,3 – 15	k.A.	LUKIN (1967)
Untere Wolga (nach Stauregelung)	Mai	ab 8,9	k.A.	KHOROSHKO (1947)
Kama	Mitte Mai bis Mitte Juli	13,5 – 15	7 – 15	SHMIDTOV (1939)
Vyatka	Mai	13 – 16	k.A.	ZYRYANOVA (1963)
Don (vor Stauregelung)	April	10 – 12	k.A.	FRANTSUZOV (1958)
Mittlerer Ob	zweite Maihälfte	10 – 12,2	4 – 6	IOGANZEN (1946)
Yenisei	Ende Mai bis Mitte Juni	14 – 16,5	2 - 7	KHOKHLOVA (1955)

In diesem Zusammenhang ist eine Analyse dieses „window of opportunity“ in einer längeren Zeitreihe interessant (siehe Abbildung 26). Besonders günstige Verhältnisse (durchgehende rote Flächen, Temperaturen über 15°C) fanden sich in den Jahren 2011 und 2012. Möglicherweise steht dies in Zusammenhang mit der starken Sterlet-Kohorte, die aktuell vorhanden ist (vgl. Kap. 3.1, Abbildung 10). Diese kann plausibel als Kohorte von Fischen aus dem Jahrgang 2011 (oder bei raschem Wachstum auch 2012) erklärt werden.

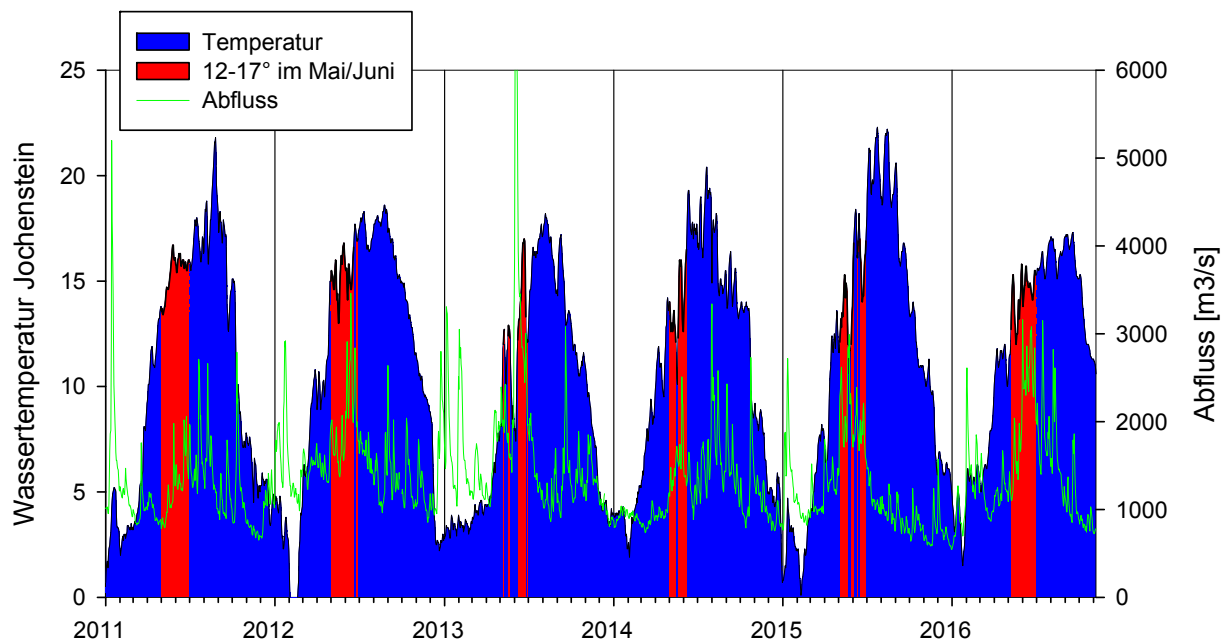


Abbildung 26: Potentielle Laichzeit (rote Flächen) als „window of opportunity“ mit geeigneten Wassertemperaturen in der geeigneten Jahreszeit.

Als Schwierigkeit bei den Arbeiten 2016 stellte sich die geringe Zahl an besenderten Fischen im Stau Aschach heraus, die durch das Abwandern einer erheblichen Zahl in die beiden stromab anschließenden Stauräume entstand (siehe Kap. 3.5.2).

Es bestehen Indizien, die darauf hindeuten, dass 2016 manche Individuen nicht ablaichen konnten (oder gar kein Laichgeschehen stattfand). Ein Sterlet ist aufgrund von Verletzungen durch das Kiemennetz der Berufsfischerei leider verendet. Der Fisch wurde auf den Status seiner Gonaden untersucht. Es zeigte sich, dass es sich um einen Rogner handelt, der offensichtlich nicht abgelaicht hatte (siehe Abbildung 27). Die Eier waren in eine dicke Fettschicht eingebettet. Lt. Auskunft Thomas Friedrich ist dies für frühe Reifegrade der Gonaden typisch. Entweder bei der Gonadenentwicklung traten Probleme auf und das Fettgewebe konnte nicht resorbiert werden. Oder es hat sich nach der Laichzeit das Fettgewebe wieder aufgebaut. Jedenfalls hat dieses Tier 2016 nicht abgelaicht. Auch bei einem zweiten weiblichen Tier, das Anfang September besendert wurde, konnte durch die kleine Schnittwunde ein solcher Status der Gonaden beobachtet werden.

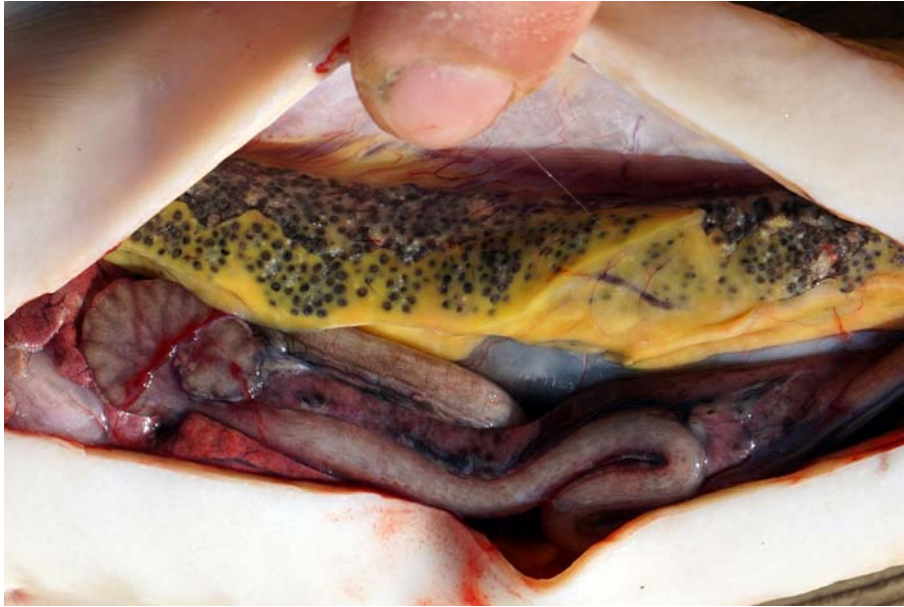


Abbildung 27: Gonaden eines am 6.9.2016 gefangenen Sterlets (Nr. 136).

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen konnten 2016 keine fundierten Ergebnisse zu den Laichzeiten, Laichhabitaten oder Laichwanderungen gewonnen werden. Grobe Aussagen können möglicherweise nach dem Ausschlussprinzip überlegt werden. Eine Analyse des Aufenthalts aller besenderten Fische in Drittel-Abschnitten des Stauraums Aschach zeigt, dass zur potentiellen Laichzeit im Mai/Juni (aber auch Juli) keine Häufung in der Stauwurzel aufgetreten ist. Dies kann als Hinweis diskutiert werden, dass die Stauwurzel keine besondere Bedeutung als Laichhabitat aufweist und nicht im Zuge von Laichwanderungen aufgesucht wird. Aufgrund der Tatsache, dass unbekannt ist, ob Tiere des beobachteten Jahrgangs in diesen Jahren überhaupt am Reproduktionsgeschehen teilgenommen haben, ist dieses Ergebnis aber erst als vages Indiz zu beurteilen. Die nächsten 2 Jahre könnten in diesem Zusammenhang besonders interessant werden, weil die besenderte Kohorte jetzt in ein Stadium vorgewachsen ist, wo offensichtlich Gonaden gebildet werden und ein Ablaichen bei geeigneten abiotischen Bedingungen zu erwarten wäre.

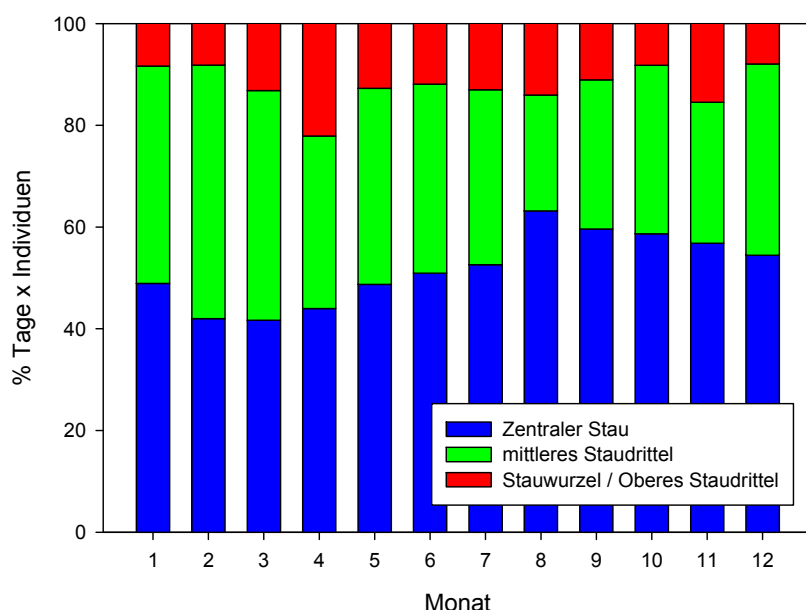


Abbildung 28: Aufenthalt besonderer Sterlets in Dritteln des Staus Aschach im Monatsverlauf. Alle Daten 2014-16 gepoolt.

3.5.2 Stromab gerichtete Wanderungen über Donaukraftwerke

Besondere Sterlets wanderten nachweislich in mehreren Fällen über das bzw. die unterliegende(n) Kraftwerk(e) Aschach und Ottensheim-Wilhering ab. Es wurden insgesamt 13 solcher stromab gerichteter Wanderungen beobachtet, davon führten 10 über das KW Aschach und weitere 3 auch über das KW Ottenheim-Wilhering (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Dokumentierte Passagen der Donau-Kraftwerke Aschach und Ottensheim-Wilhering.

Nr.	Fisch Code	Total-länge	Kraftwerk	Letzte Ortung Oberwasser	Erste Ortung Unterwasser	Zeit-differenz	Überwasser im Zeitfenster	Lebt im Zeitspanne von Ortungen	UW von
1	54968	585 mm	Aschach	15.05.15	22.07.15	-	kurzzeitig*	ja 1 Monat	
2	54760	>520 mm	Aschach	27.08.14	03.10.15	-	kurzzeitig*	ja 14 Monate	
3			Ottensheim	27.08.14	03.10.15	-	kurzzeitig*	ja 14 Monate	
4	54916	510 mm	Aschach	11.07.15	29.07.15	-	nein	ja 3,5 Monate	
5	55540	550 mm	Aschach	01.07.15	22.07.15	-	nein	ja 13 Monate	
6	56164	495 mm	Aschach	11.09.15	11.09.15	1:55 h	nein	fraglich 17 Minuten	
7	55228	540 mm	Aschach	07.08.15	07.08.15	1:42 h	nein	ja 1 Monat	
8			Ottensheim	08.08.15	17.09.15	-	nein	fraglich 3 Tage	
9	56216	535 mm	Aschach	03.08.15	03.08.15	4:06h	nein	ja 13 Monate	
10	55072	510 mm	Aschach	12.09.15	17.09.15	-	nein	fraglich	

								5 Tage
11			Ottensheim	22.09.15	27.09.15	-	nein	fraglich 8 Tage
12	55332	605 mm	Aschach	18.04.15	19.04.15	24:48h	nein	fraglich 27 min
13	56424	575 mm	Aschach	29.09.15	30.09.15	11:43h	nein	ja 23 Tage

* nicht unmittelbar bei wahrscheinlicher Passage

Theoretisch sind dabei **3 Abstiegswege** möglich:

- 1) über die Wehrklappen bei Überwasser
- 2) über die Schleusen
- 3) über die Kraftwerksturbinen (bzw. den Grobrechen)

Auf Basis der vorhandenen Daten soll versucht werden, diese Möglichkeit näher einzugrenzen. Während der ersten drei Turbinenpassagen im ersten Halbjahr 2015 war noch kein Logger im Unterwasser vorhanden, dieser wurde am 21.7.2015 installiert und erst danach konnten die Fische detektiert werden. Daher kann in diesen älteren Fällen der zeitliche Verlauf nicht im Detail rekonstruiert werden und die Wasserführung zum exakten Zeitpunkt bleibt unbekannt.

Bei allen anderen Fällen war die Wasserführung zum genauer einzugrenzenden Zeitpunkt der Abwanderung durchwegs geringer als die Ausbauwassermenge (Aschach: 2.500 m³/s; Ottensheim-Wilhering: 2.250 m³/s). Es ist daher mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass kein Wehrüberfall erfolgte und die Fische keinen Abstiegsweg über die Wehrklappen wählten. Auch bei den nicht genauer bekannten Abstiegen 1-3 war bei der (wahrscheinlich unmittelbar auf die raschen, stromab gerichteten Wanderungen im Stau folgenden) Kraftwerkspassage sehr wahrscheinlich kein Wehrüberfall gegeben. Dieser Abstiegsweg hat offensichtlich keine Bedeutung für den Abstieg der Sterlets. Dies ist auch in Hinblick auf die während der Stromabwanderung genutzten Wassertiefen (siehe unten) sehr plausibel.

In mehreren Fällen kann dokumentiert werden, dass die Stromabwanderung und die Kraftwerkspassage ohne wesentliche zeitliche Verzögerung stattfanden. Beispielsweise wurde das Individuum Nr. 56164 am 11.9.2015 um 9:43 beim Logger Schmidlsau (km 2164,9) registriert, und schon am selben Tag um 11:38 beim Logger im Kraftwerksunterwasser (km 2161,95). Der Fisch hat also in nur 1:55h 3 km stromab zurückgelegt und dabei das Kraftwerk überwunden. Ein anderes Individuum (Code 55228) hat die Strecke sogar in 1:42h bewältigt, wobei diese Zeiten Maximalschätzungen sind, weil die Fische im Unterwasser nicht notwendigerweise gleich registriert wurden. Die Abstiegs geschwindigkeit (= Steigung der Linie in Abbildung 30 bzw. Abbildung 31) entspricht bei diesen 2 Passagen jener zwischen den Loggerstandorten weiter stromauf. Eine wesentliche Verzögerung des Abstiegs durch ein Suchverhalten ist daher auszuschließen. Dass der Fisch in so kurzer Zeit die Schleuse gefunden hat und eine Schleusung stattfand die er genutzt hat, ist extrem unwahrscheinlich. Vielmehr ist dies nur durch eine Orientierung an der Hauptströmung und Passage durch die Turbine plausibel erklärbar.

In Hinblick auf eine Passage durch die Schleusen sind die Tiefenverhältnisse im Oberwasser zu berücksichtigen. Im Bereich der rechtsufrigen Abzweigung der Schleusenzufahrt ist die Donaurohle etwa 10-15 m tief (grüne Flächen in Abbildung 29). In der Schleusenzufahrt

herrschen hingegen Wassertiefen von etwa 2-4 m vor. Wie die Drucksensoren des letzten oberwasserseitigen Loggers zeigen (Abbildung 30 unten), wandern die Sterlets im kraftwerksnahen Stau in Wassertiefen von 10-12 m stromab. Um die Schleusenzufahrt zu finden, müsste ein rechtsufrig stromab wandernder Fisch also ein im Vergleich zum Wanderweg 6-8 m höher liegendes Plateau auffinden und dort weiter wandern. Ein mittig oder linksufrig schwimmender Fisch müsste, falls er vom Grobrechen abgehalten wird, 600 m stromauf schwimmen, sodann die Schleusenzufahrt (ohne eine wesentliche Leitströmung) auffinden und dort bis zu einer Schleusung verharren bzw. weitersuchen. Dies ist auch bei längerem Suchverhalten als äußerst unwahrscheinlich einzuschätzen und weitgehend auszuschließen.

Als plausibler Abstiegsweg bleibt somit nur die Passage durch den Grobrechen und die Turbine.

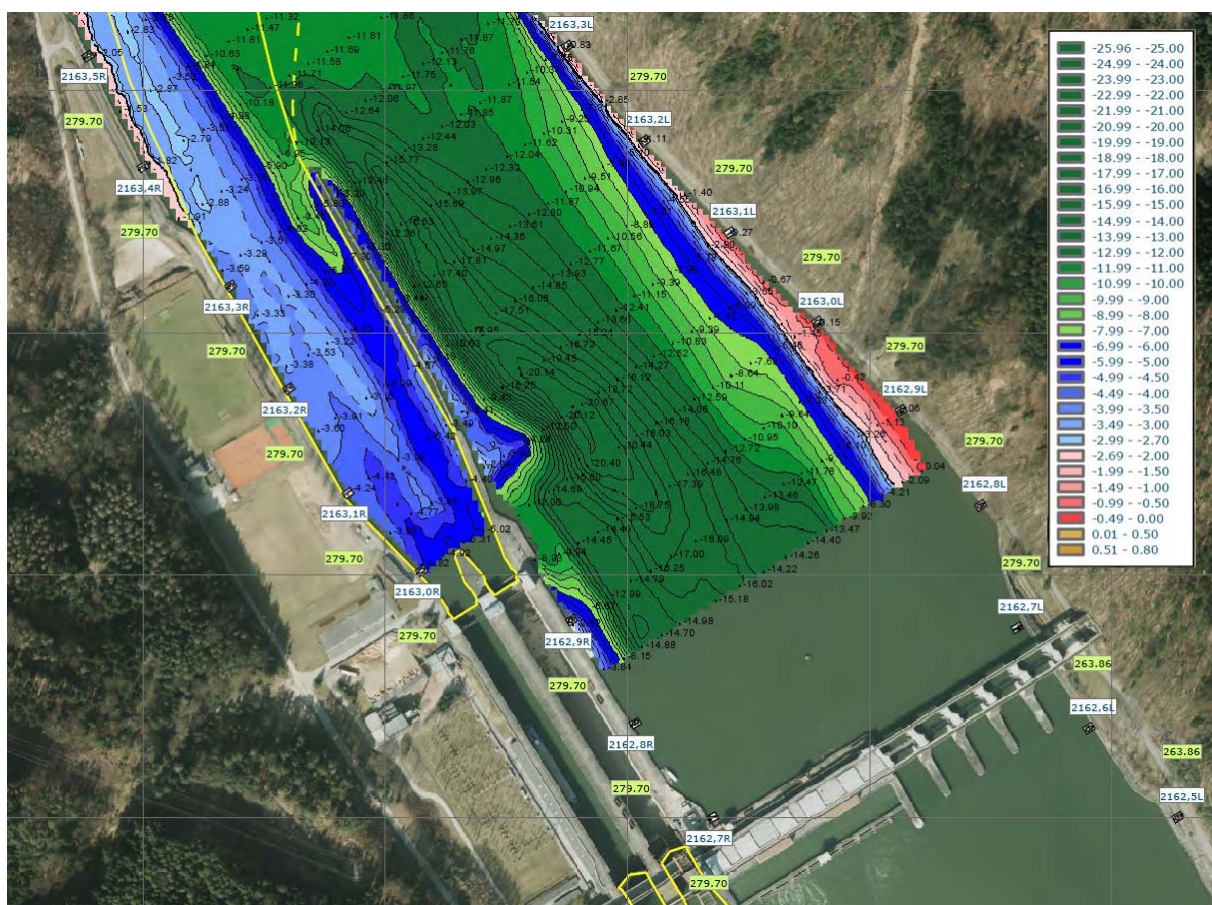


Abbildung 29: Tiefenverhältnisse im Oberwasser des KW Aschach. Quelle: viadonau, Aufnahme 2012.

Über Verletzungen bzw. eine allfällige Mortalität bei diesen Kraftwerkspassagen können aufgrund der geringen Zahl an Fischen grundsätzlich nur vage Aussagen getätigt werden. Dies war auch keine der näher zu untersuchenden Fragestellungen. Weil die Ergebnisse zeigen, dass dies möglicherweise aber einen wichtigen Gefährdungsfaktor darstellen könnte, soll diese Fragestellung anhand der verfügbaren Daten dennoch andiskutiert werden.

Rückschlüsse über den Zustand der Fische nach einer Turbinenpassage können indirekt über das Verhalten im Unterwasser gewonnen werden. Kann ein Fisch nach der Turbinenpassage über längere Zeit immer wieder im Unterwasser geortet werden (in unterschiedlichen Wassertiefen), so ist davon auszugehen, dass er die Passage überlebt hat und zumindest keine schwerwiegenden Verletzungen davongetragen hat. Dieser Nachweis ist dann besonders gut abgesichert möglich, wenn nachfolgend innerhalb des jeweiligen Stauraums auch Wanderungen stromauf dokumentiert werden können (ein toter oder schwer verletzter Fisch kann nicht stromauf wandern). Weitere Informationen können durch die Tiefendaten gewonnen werden. Ein am Grund liegender Fisch bzw. Sender würde seine Aufenthaltstiefe nicht mehr verändern, oder durch die Strömung rasch aus dem Empfangsbereich eines Loggers verdriftet werden.

Wie Tabelle 8 zeigt, konnte nach 8 von 13 Kraftwerkspassagen ein Überleben im Unterwasser nachgewiesen werden. Die Zeitspanne von Ortungen im Unterwasser lag dabei zwischen einem Monat und 14 Monaten. In 5 Fällen konnten die Fische im Unterwasser hingegen nur mehr kurz geortet werden. Im Extremfall waren danach nur mehr 2 Ortungen möglich, die 17 Minuten auseinanderlagen (Ind. 56164), in anderen Fällen wurden die Fische noch einige Tage danach registriert, verschwanden darauf folgend aber vollständig. Dies beweist nicht notwendigerweise, dass das jeweilige Tier durch turbinenbedingte Effekte verendet ist. Ein Nachweis im Unterwasser dieser Kraftwerke ist weniger wahrscheinlich als im Stau Aschach, weil in den Stauen Ottensheim-Wilhering bzw. Abwinden-Asten nur je 1 Logger vorhanden ist. Würde ein Fisch nach der Passage in den zentralen Staubereich wandern und nicht mehr zum Kraftwerk zurück, so könnte er auch nicht mehr registriert werden und würde fälschlicherweise als verletzt bzw. verendet klassifiziert. Wie die logs der überlebenden Individuen zeigen, wandern diese aber wiederholt stromauf, halten sich im Nahebereich des Loggers auf und werden detektiert. Möglicherweise führen sie dort ein Suchverhalten durch (Rückwanderung / aufstiegswillige Fische). Ist dies über einen Zeitraum von vielen Monaten nicht der Fall, kann dies zumindest als starkes Indiz gedeutet werden, dass dieses Tier nach der Turbinenpassage oder auch später (durch andere Ursachen) gestorben ist.

Zum derzeitigen Stand zeigen diese Ergebnisse, dass auch großwüchsige Fische wie Sterlets mit 500 bis 600 mm Totallänge die Passage von großen Kaplanturbinen an Donaukraftwerken unverletzt überleben können. Anhand der nicht unwesentlichen Zahl danach verschwundener Individuen ist aber auch eine Schädigung eines gewissen Teils wahrscheinlich, sodass die turbinenbedingte Mortalität als ein Gefährdungsfaktor für die gegenständliche Sterletpopulation einzuschätzen ist. Dieser Faktor wäre dann ganz besonders problematisch, wenn im Lebenszyklus von Sterlets mehrere Wanderungen durch Turbinen stattfinden.

Anhand des gegenständlichen Untersuchungsdesigns kann der Anteil geschädigter Fische nicht näher eingegrenzt werden. Dazu wären Versuche mit in den Turbinenzulauf zugegebenen Fischen notwendig, die mit auftreibenden „Balloon tags“ (HIZ-tags) versehen werden und im Unterwasser aufgegriffen und untersucht werden. Auch ein dichteres Netz telemetrischer Empfänger im Unterwasser könnte dazu genauere Ergebnisse liefern. Ergebnisse der nächsten Jahre werden die derzeit noch fragmentarischen Ergebnisse zu diesem Thema auch bei dem gegebenen Untersuchungsdesign weiter konkretisieren.

Der Anteil von potentiell geschädigten Exemplaren könnte mittels so genannter „blade strike models“ für die gegenständlichen Turbinen abgeschätzt und den gegenständlichen Ergebnissen gegenübergestellt werden. Wahrscheinlich ist beim Kraftwerk Aschach (4 Kaplanturbinen mit jeweils 625 m³/s Ausbaudurchfluss und 8,6 m Durchmesser) von einer geringeren Schädigungsrate als bei den kleineren Turbinen am Kraftwerk Ottensheim-Wilhering (9 Kaplanturbinen mit 250 m³/s Ausbaudurchfluss) auszugehen.

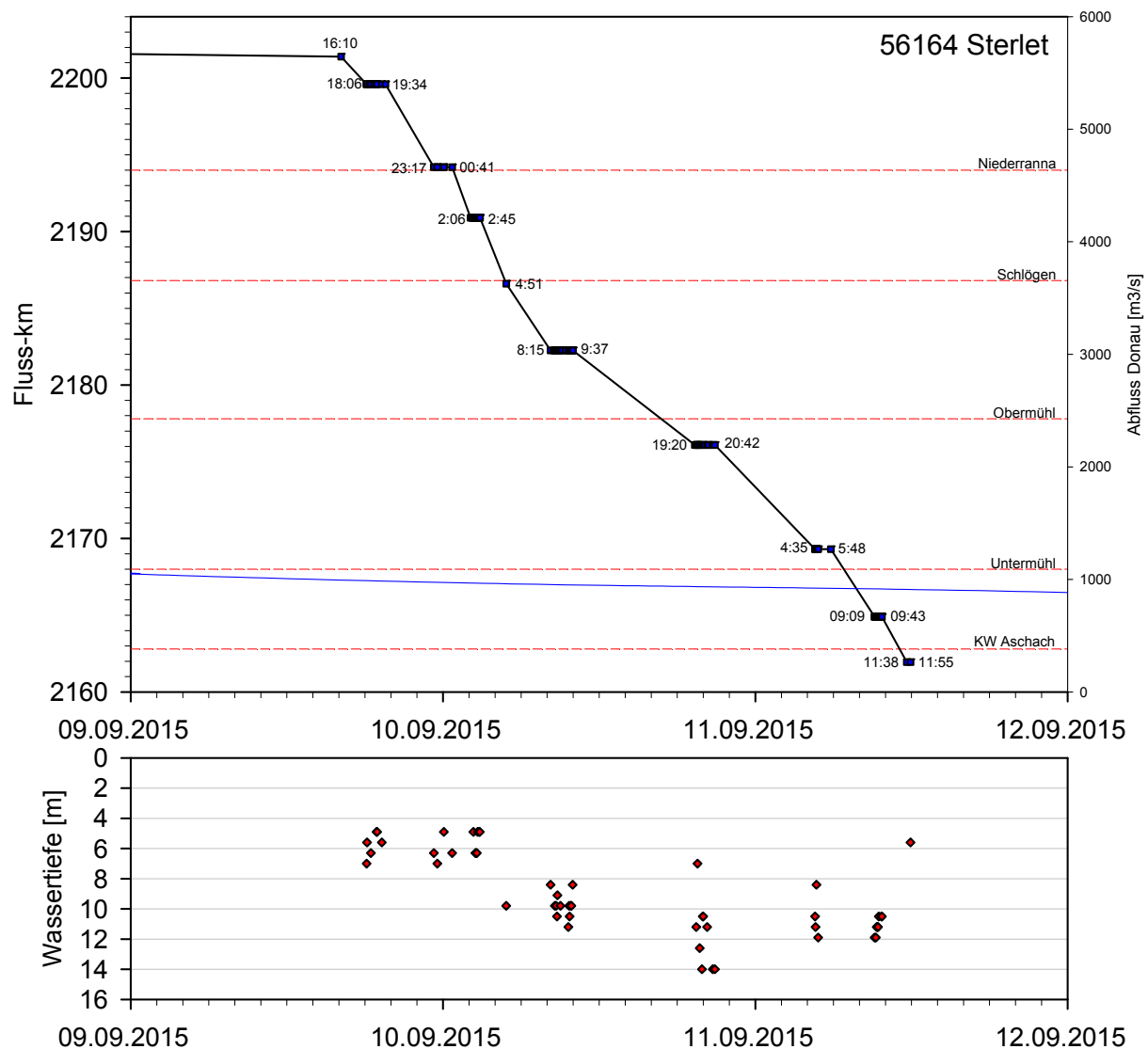


Abbildung 30: Stromabwanderung des Individuums 56164 (Sterlet 495 mm) mit Uhrzeit bei der ersten und letzten Registrierung am jeweiligen Logger sowie genutzte Wassertiefe anhand des Drucksensors (Grafik unten).

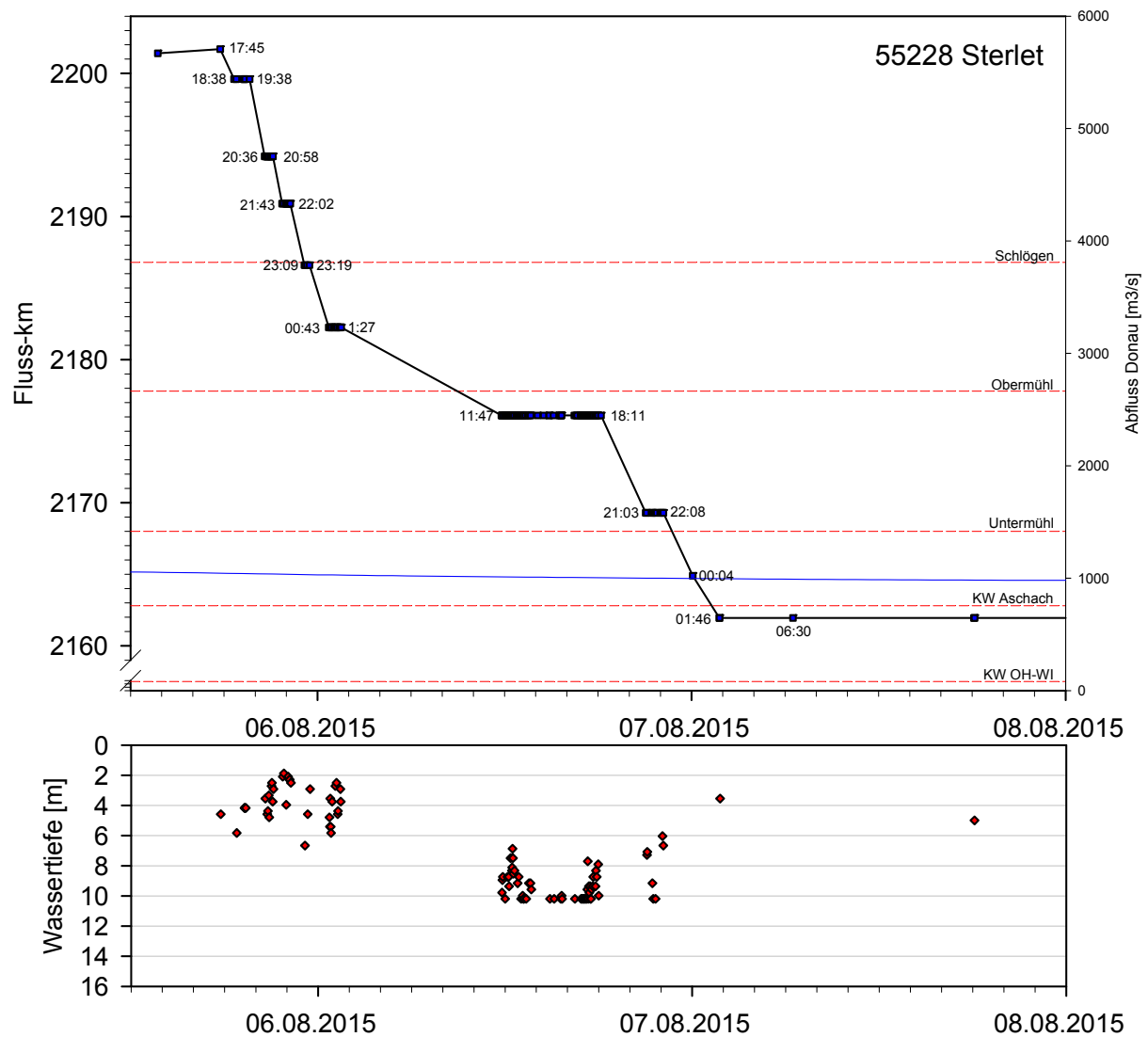


Abbildung 31: Stromabwanderung des Individuums 55228 (Sterlet 540 mm) mit Uhrzeit bei der ersten und letzten Registrierung am jeweiligen Logger sowie genutzte Wassertiefe anhand des Drucksensors (Grafik unten).

3.5.3 Genutzte Wassertiefe

Die an die Logger übermittelten Daten zeigen ein sehr aufschlussreiches Bild über die von den Sterlets genutzten Wassertiefen (siehe Abbildung 32). Im Längsverlauf zeigt sich, dass der Median der Aufenthaltstiefe in der Regel im den tiefsten Punkt im Umkreis des jeweiligen Loggers liegt (rote Linie). Das heißt, es werden überwiegend Habitate um die Tiefenlinie der jeweiligen Profile genutzt. Im Detail zeigen die Daten, dass sehr ausgeprägte diurnale Vertikalwanderungen durchgeführt werden (siehe unten). Dadurch, dass unter Tags die tiefsten, in der Nacht aber deutlich seichtere Bereiche genutzt werden, kommt die starke Streuung zustande, die besonders ausprägt z.B. beim Logger 85 erkennbar ist.

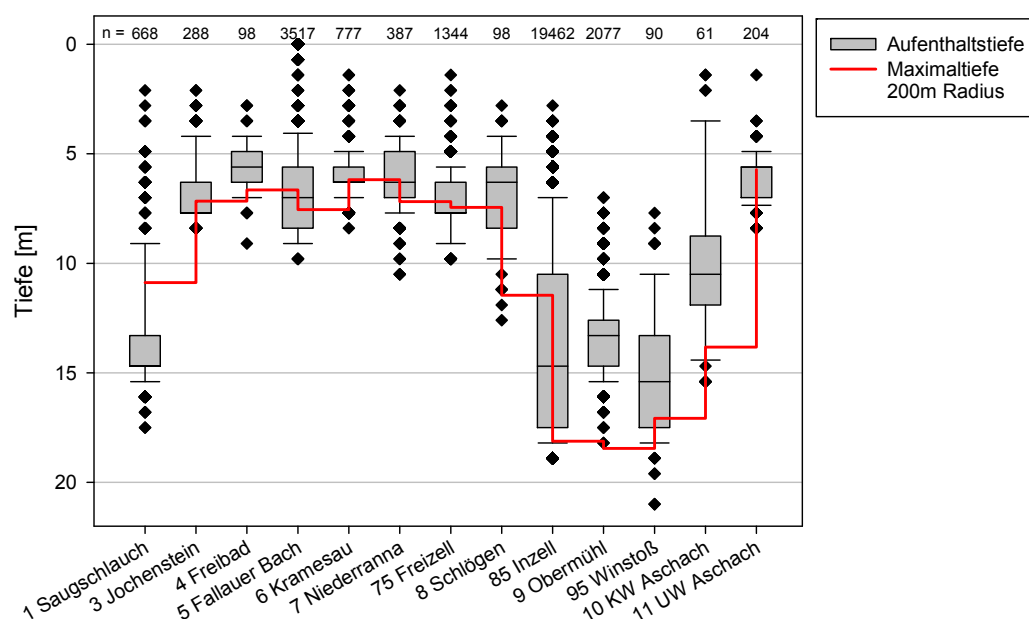


Abbildung 32: Von den Sensor-Transmittern von den einzelnen Loggern übermittelte Tiefenwerte. Alle Individuen mit 50PSI Sensor gepoolt, Jahre 2015-2016.

Im Längsverlauf ergibt die sohlnahe, tiefe Habitatwahl einen deutlichen Anstieg der genutzten Wassertiefe mit der ansteigenden Tiefe im Längsverlauf des Stauraums Aschach (Logger 3 bis 95). Im Unterwasser (Logger 11) werden ähnliche Wassertiefen genutzt wie bei Engelhartszell (Logger 3 und 4).

Der Logger 1 (Saugschlauch) ist besonders interessant, weil hier extrem hohe Wassertiefen aufgesucht wurden, die deutlich über den an der Natursohle vorliegenden Tiefen liegen. Dieses Phänomen trat nur in den Monaten Oktober und November auf, also bei Niederwasserführungen. Dies lässt sich plausibel so erklären, dass sich Sterlets nur dann länger im unmittelbaren Kraftwerksbereich aufgehalten haben, wenn eine Turbine außer Betrieb war. Der tief unter die Sohle reichende Saugschlauch bildet dann einen tiefen Kolk, der offensichtlich eine hohe Attraktivität als Ruhehabitat aufweist (siehe Abbildung 33). Die Sohle des unterwasserseitigen Saugschlauchs liegt 18,4 m unter dem dargestellten „Mittleren Wasserstand“. Bei Niederwasser ist dieser Wasserstand ca. einen halben Meter tiefer. Die

tiefsten vom Logger 1 übermittelten Werte liegen bei 17,5 m, was perfekt mit den Gegebenheiten vor Ort übereinstimmt.

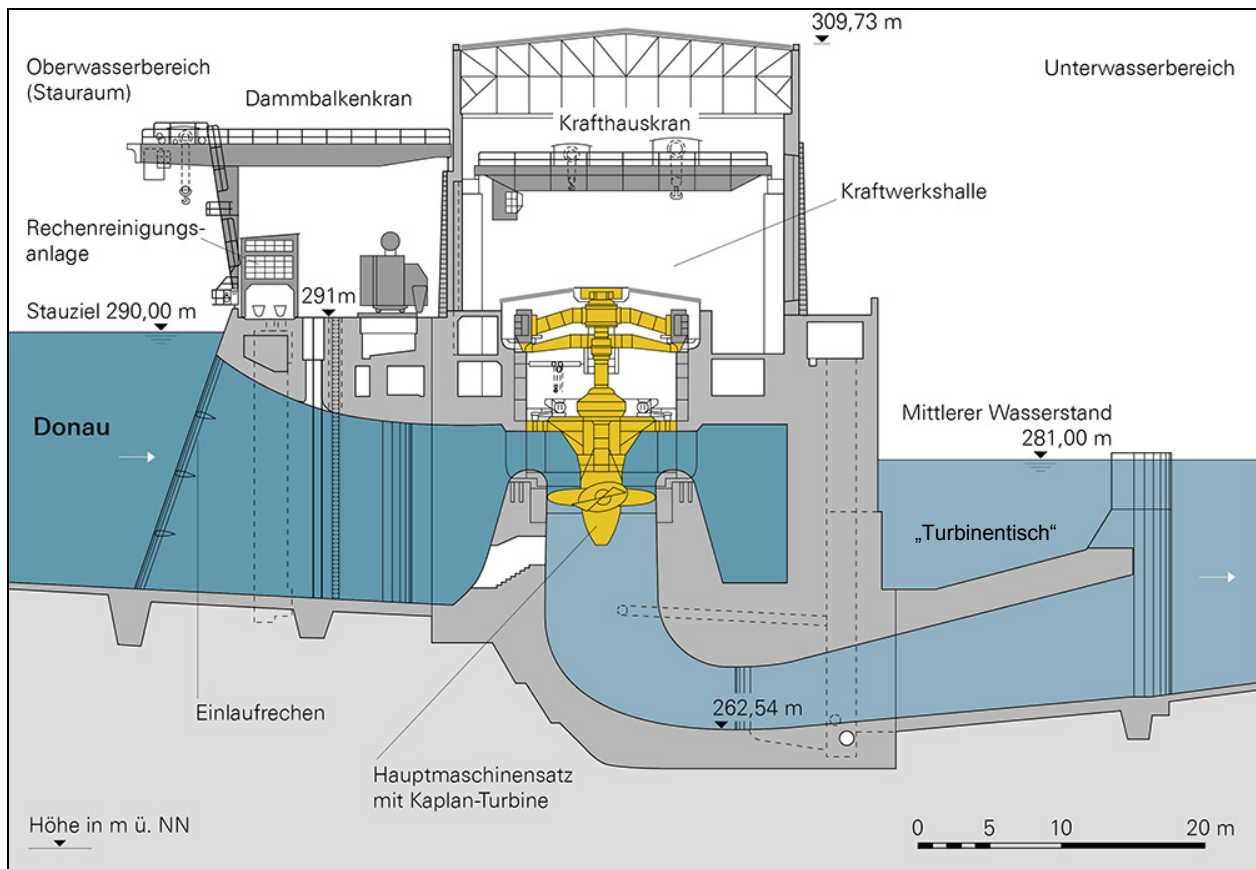


Abbildung 33: Schnitt durch das KW Jochenstein.

Im Boxplot reicht kein einziger whisker (10% Perzentil) über 3,5 m Wassertiefe. Nur einzelne, ganz wenige „Ausreißer“ reichen bis unter 3 m Wassertiefe. Flachwasserzonen haben also keine Bedeutung als Lebensraum adulter Sterlets.

Zur Aufenthaltstiefe im Unterwasser der Kraftwerke siehe Kapitel 4.3.

In mehreren Fällen hielten sich Sterlets so lange im Empfangsbereich eines Loggers auf, dass eine längere Zeitreihe von Tiefendaten verfügbar ist. Dabei sind in mehreren Fällen interessante diurnale Muster erkennbar, die sich als „oszillierendes“ Muster äußern. In Abbildung 34 ist ein besonders schönes Beispiel eines Sterlets dargestellt, der sich mehr als ein Monat lang im tiefen Kolk bei Inzell aufgehalten hat. Er wechselte in frappanter Regelmäßigkeit und zeitlich exakt am Tagesgang orientiert zwischen 16-18 m tiefen Bereichen unter Tags und 10-12 m tiefen Habitaten in der Nacht, die sehr wahrscheinlich als präferierte Freßhabitate zu interpretieren sind. Man vergleiche das sehr ähnliche Muster, das bei der Nase gefunden wurde, allerdings auf einem um einige Meter weniger tiefen Niveau (siehe Kapitel 3.5.5, Abbildung 46).

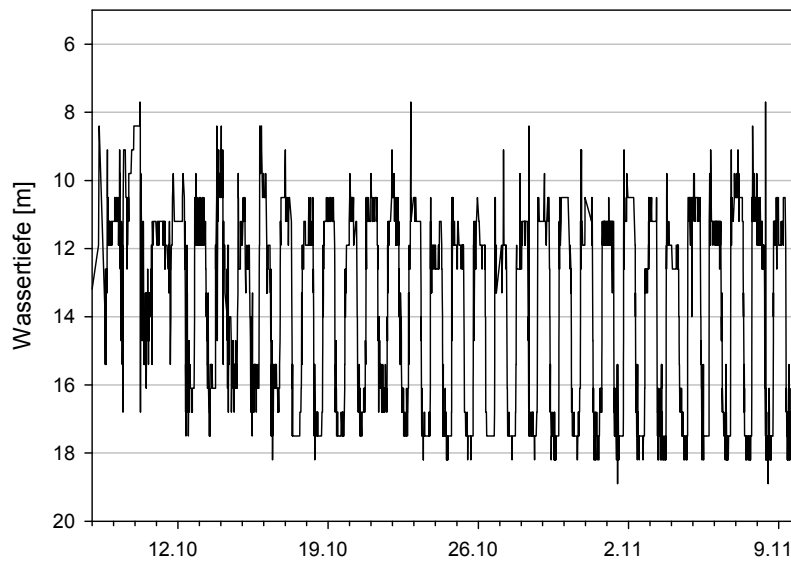


Abbildung 34: Tiefendaten des Sterlets mit dem Code 56060 im Herbst 2015 im Bereich des Loggers Inzell.

3.5.4 Wandermuster der individuellen Fische

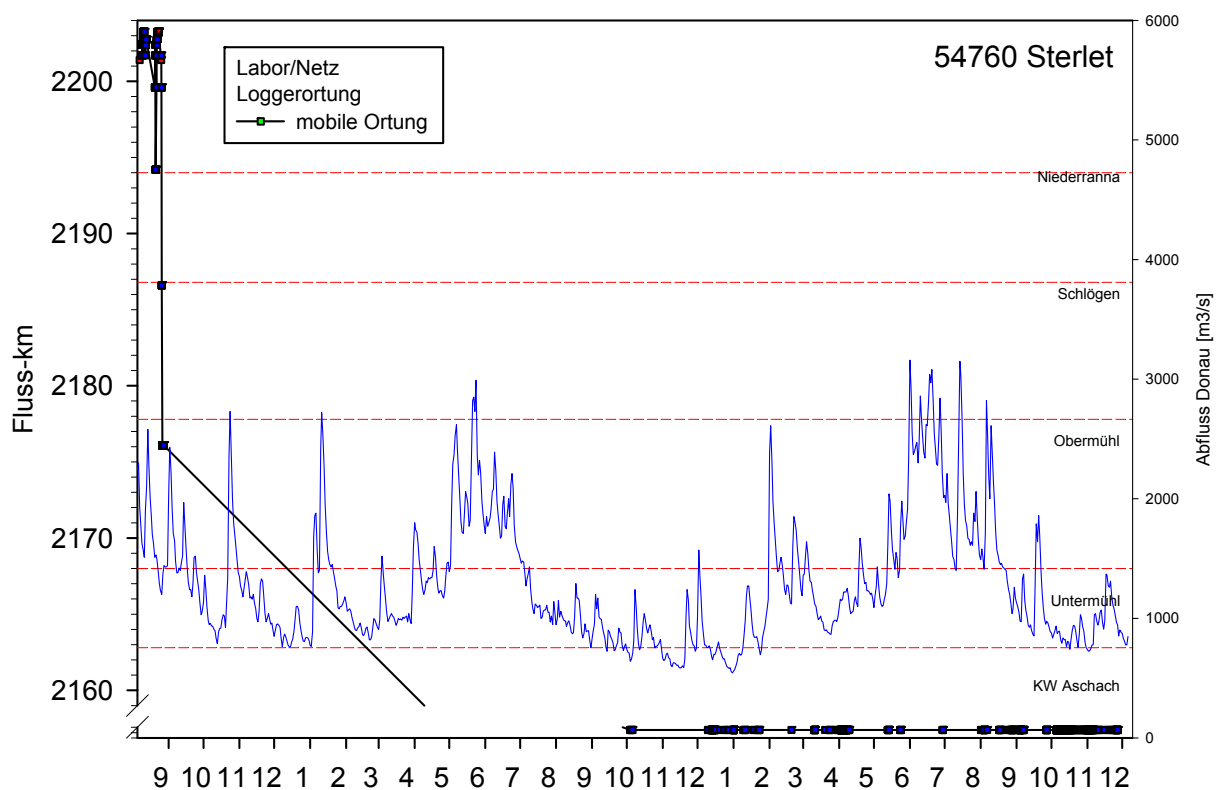


Abbildung 35: Wandermuster des Sterlets 54760 in den Jahren 2014-2016.

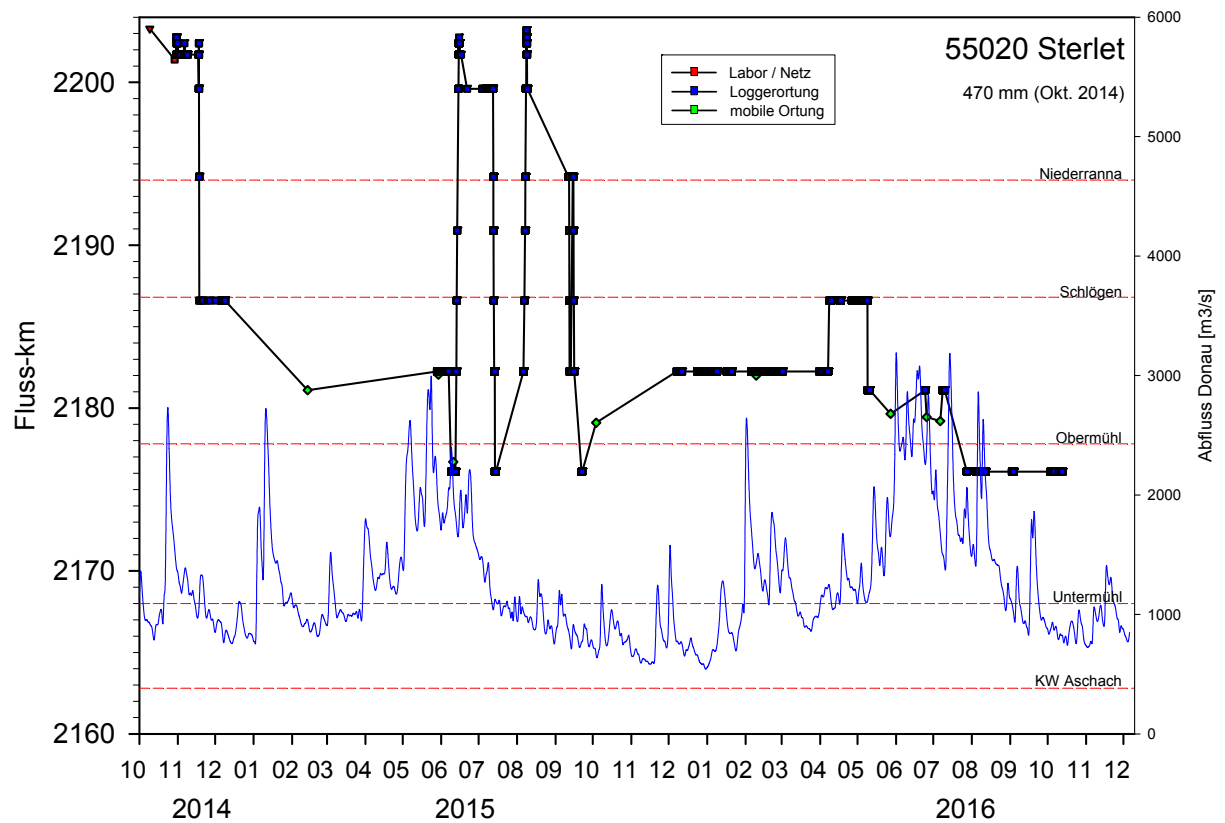


Abbildung 36: Wandermuster des Sterlets 55020 in den Jahren 2014-2016.

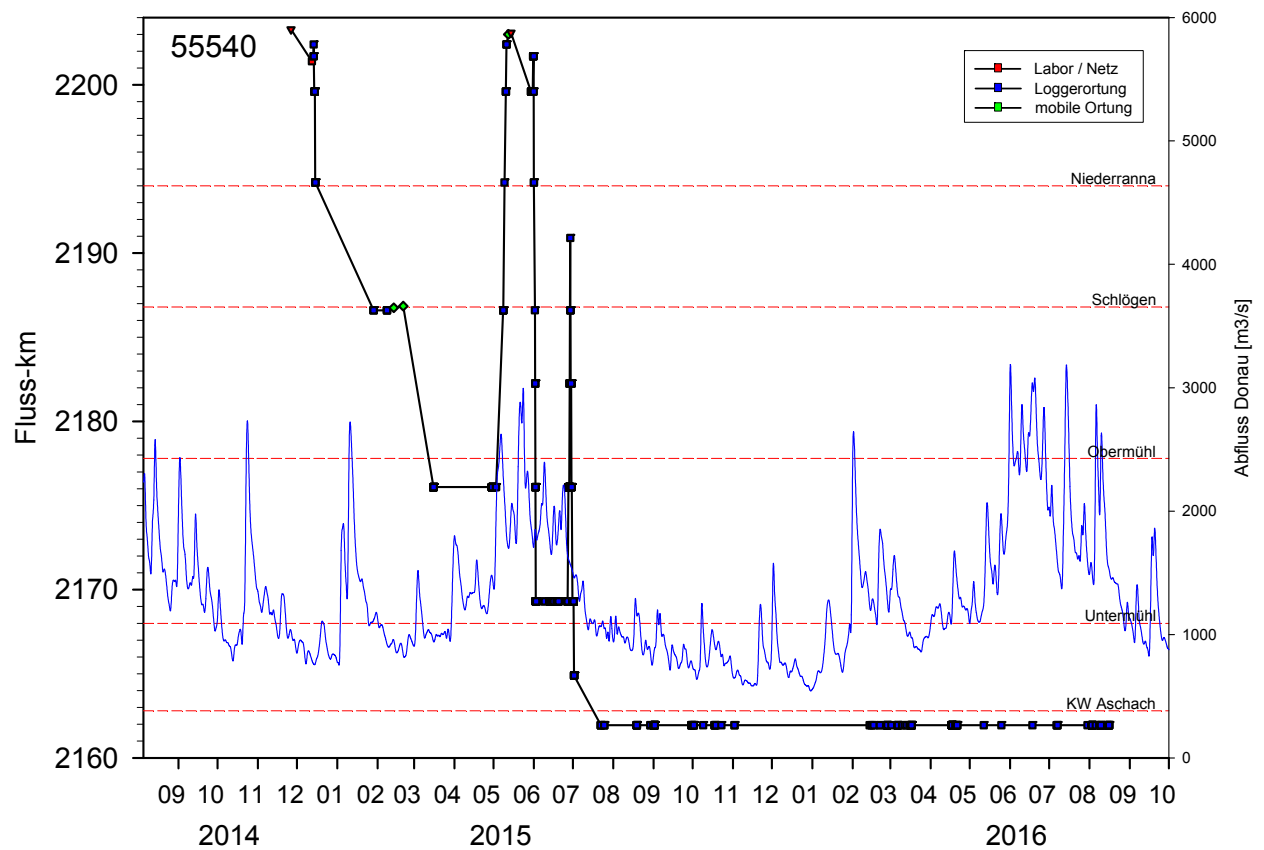


Abbildung 37: Wandermuster des Sterlets 55540 in den Jahren 2014-2016.

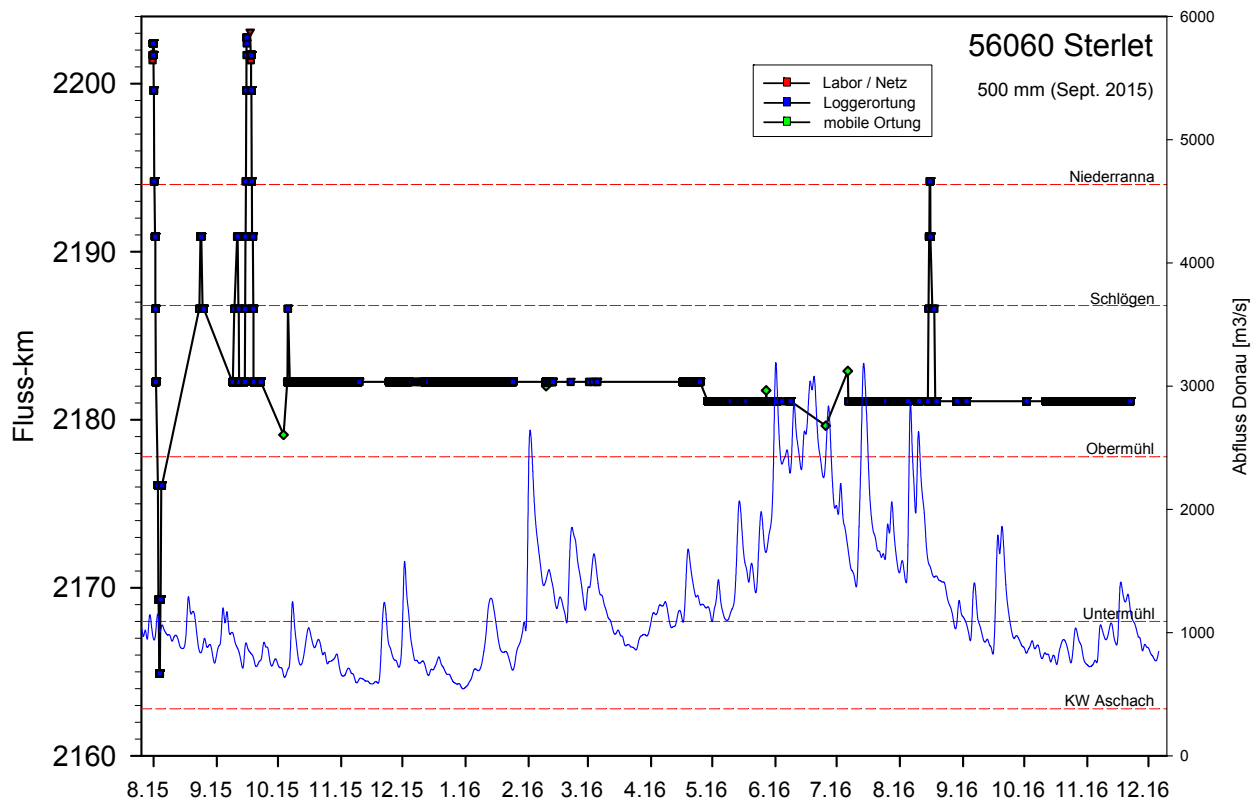


Abbildung 38: Wandermuster des Sterlets 56060 in den Jahren 2015-2016.

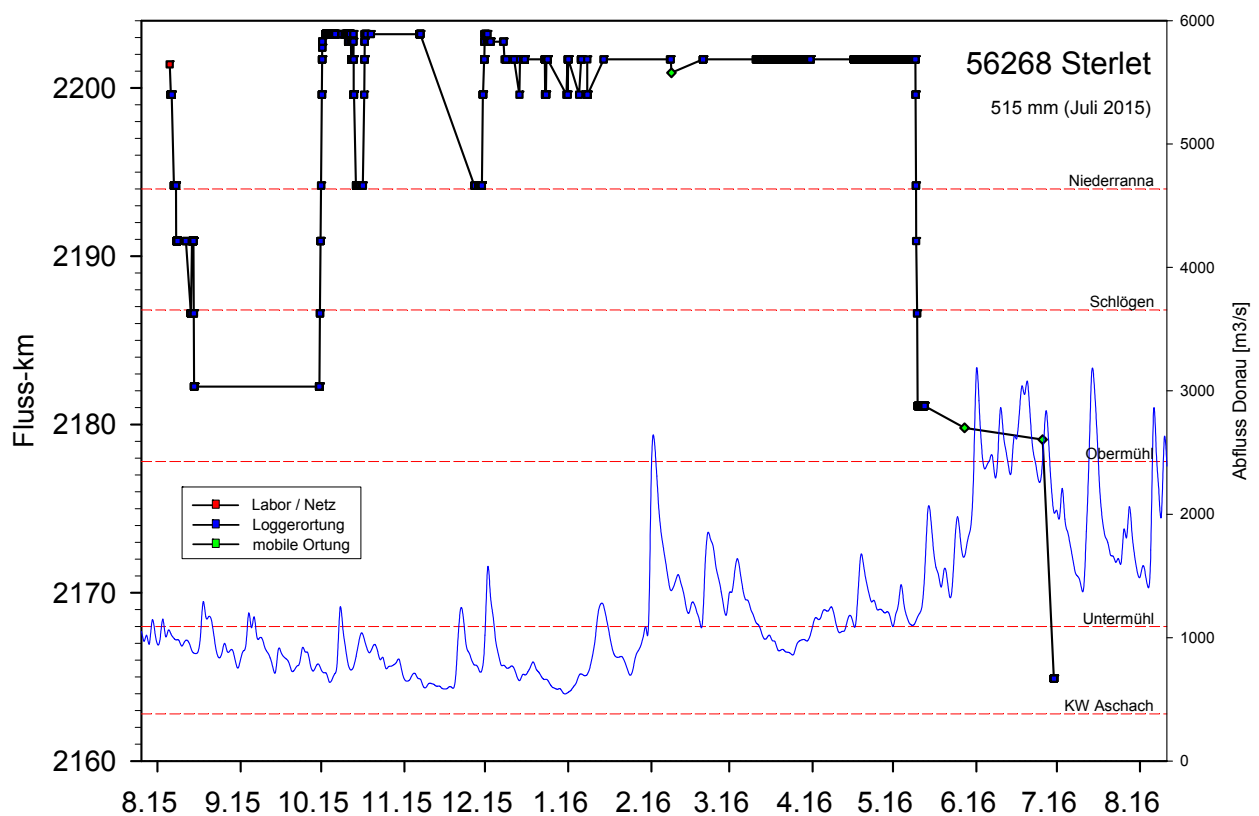


Abbildung 39: Wandermuster des Sterlets 56268 in den Jahren 2015-2016.

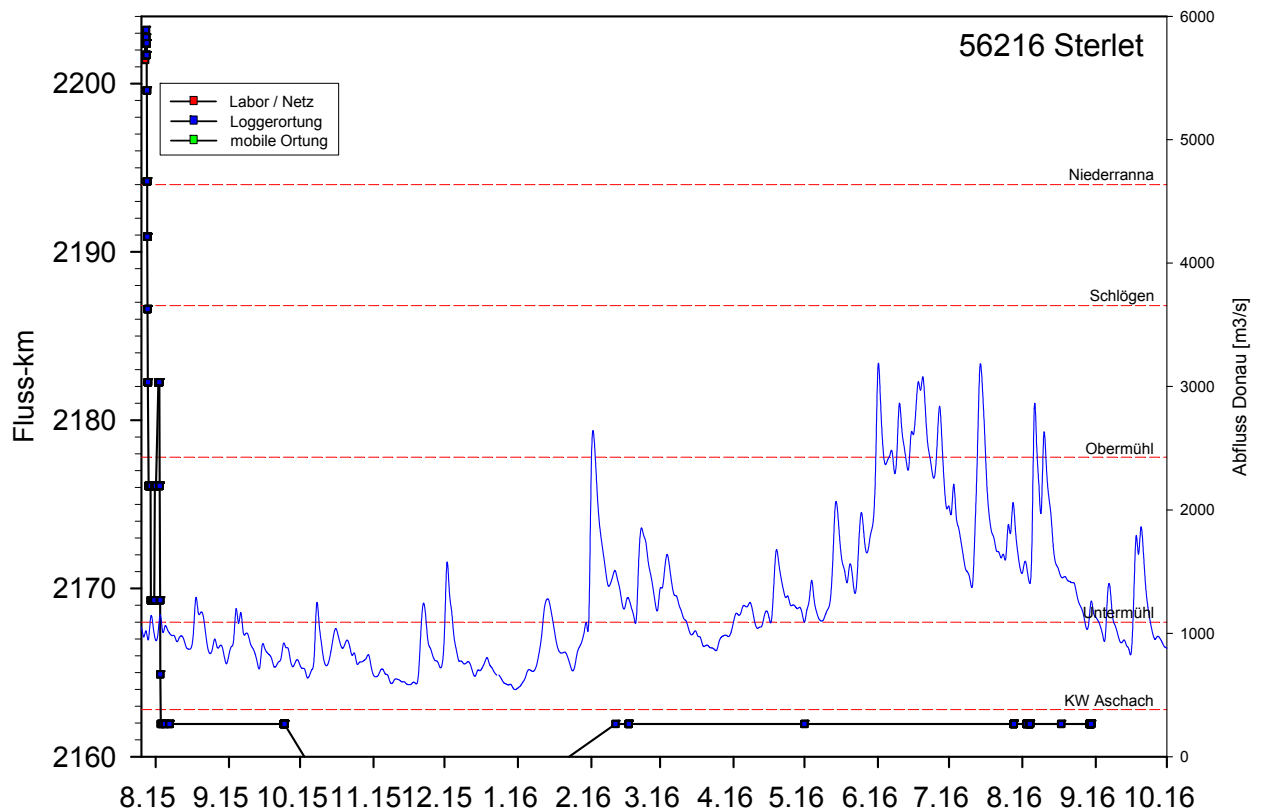


Abbildung 40: Wandermuster des Sterlets 56216 in den Jahren 2015-2016.

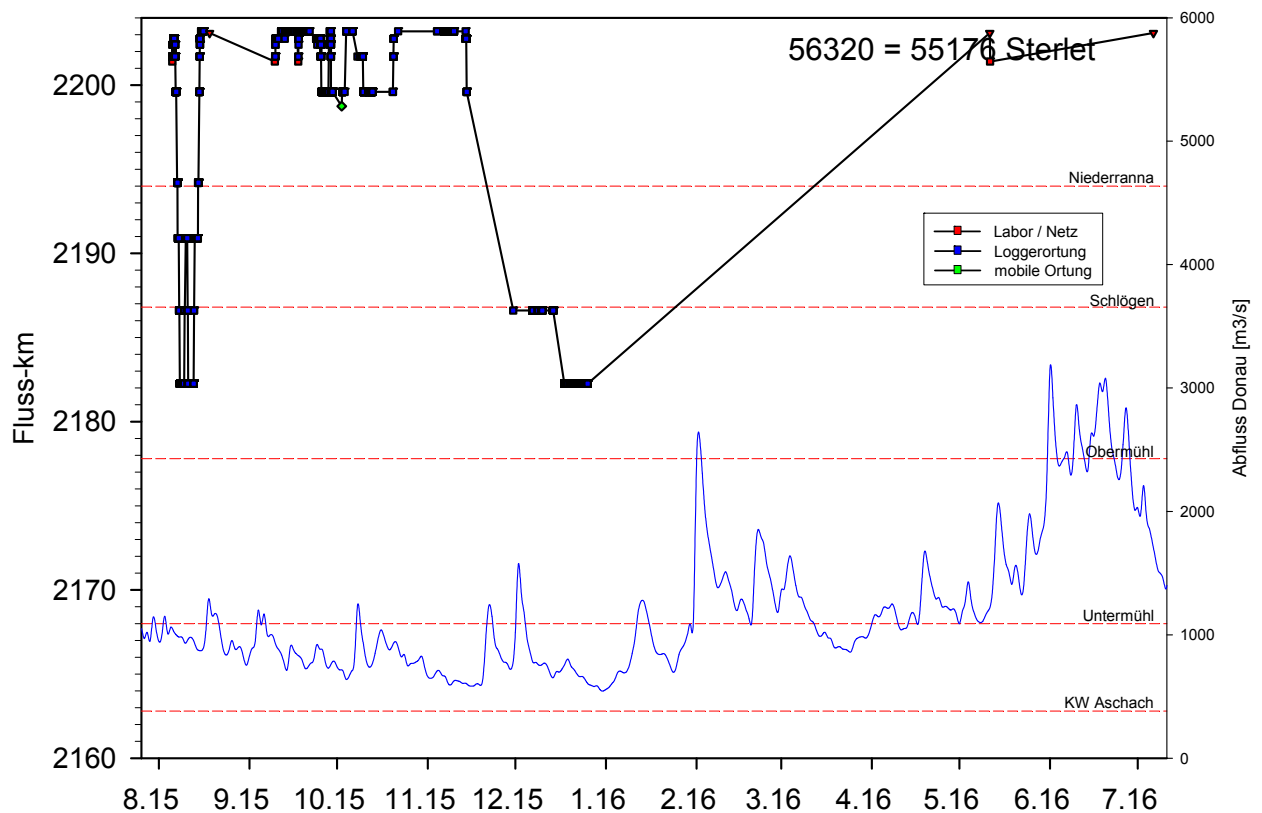


Abbildung 41: Wandermuster des Sterlets 55176=56320 in den Jahren 2015-2016.

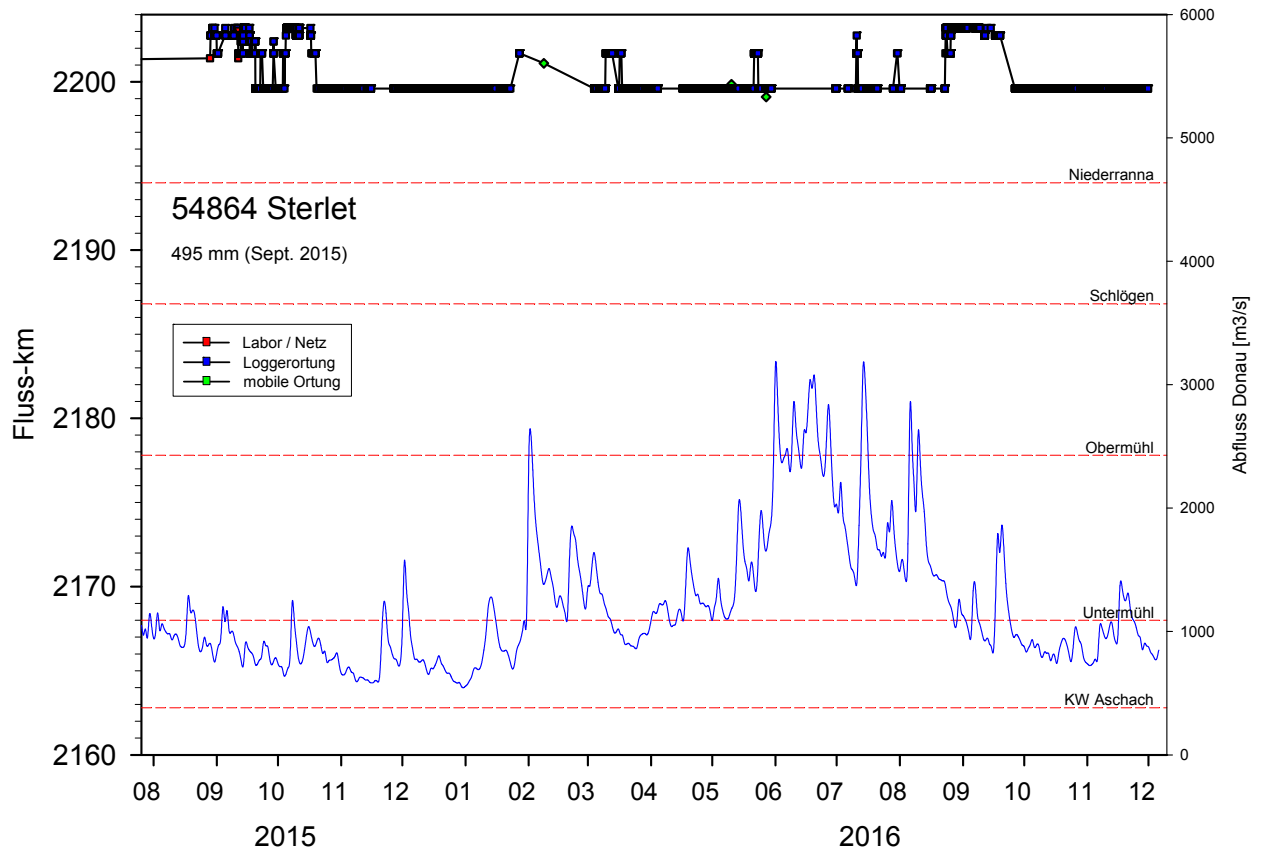


Abbildung 42: Wandermuster des Sterlets 54864 in den Jahren 2015-2016.

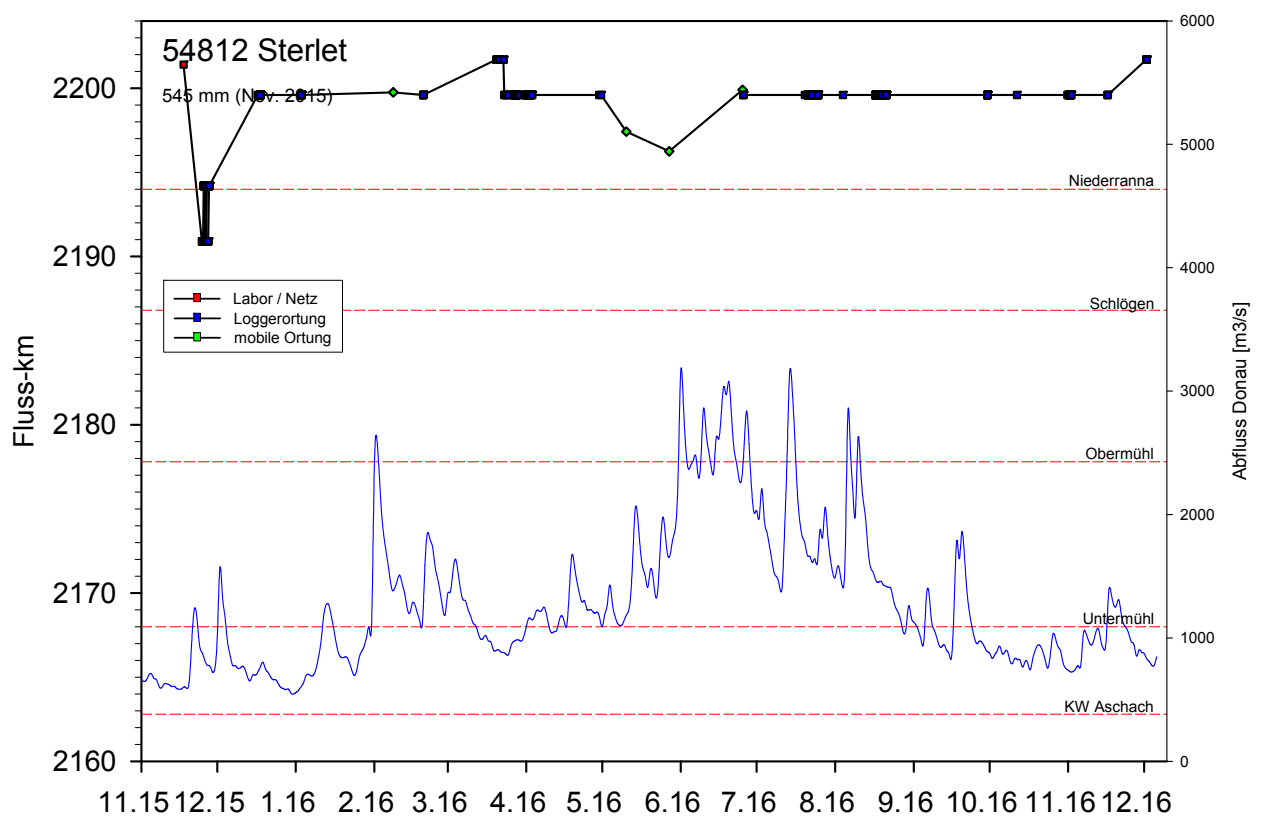


Abbildung 43: Wandermuster des Sterlets 54812 in den Jahren 2015-2016.

3.5.5 Vergleich mit der Referenzfischart Nase

In einer früheren Projektphase wurden zusätzlich zu den Sterlets 6 adulte Nasen besendert. Dazu wurden die kleinen Transmitter vom Typ MM-M-8-SO-PM verwendet, die aufgrund ihrer geringen Größe eine Lebensdauer von nur ca. 1 Jahr aufweisen und nur in Intervallen von 3 Minuten senden. Diese Transmitter wurden nicht mehr für Sterlets angewendet, weil die gefangenen Sterlets in den letzten Jahren ausreichend groß für die deutlich besser geeigneten Transmitter MM-M-11-28-PM waren. Eine TV-Genehmigung war auch für eine Cyprinidenart vorhanden, die ursprünglich im Zuge von Vorversuchen eingesetzt werden sollte. Die Ergebnisse von den telemetrierten Nasen brachten bei geringem Aufwand äußerst interessante Ergebnisse in Hinblick auf die stark divergierende Habitatnutzung im Vergleich zum Sterlet. Weil die Transmitter zwischenzeitlich das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben und somit die gewonnenen Daten vollständig vorliegen, sollen die Ergebnisse an dieser Stelle kurz dargestellt werden.

Tabelle 9: Telemetrierte Nasen

Code	Druck-Sensor	Totallänge [mm]	Gewicht [g]	Entlassung	Letztes Signal	Verhalten
54500	15 PSI	370	491	17.11.2015	13.01.2016	in Stau/Winterquartier abgewandert, dann unbekannt
55800	50 PSI	355	435	08.12.2015	20.04.2016	im Bereich Grafenau überwintert, Ende Februar 2016 wieder in SW rückgewandert
55852	50 PSI	375	510	17.11.2015	29.03.2016	im Bereich Grafenau überwintert, im März 2016 wieder in SW rückgewandert
55904	50 PSI	375	588	17.11.2015	03.12.2016	zwischen 17.11. und 12.1.2016 von Kormoran gefressen, Tag liegt seit 12.1.2016 auf ca. 1,5 m Tiefe beim Kormoran-Schlafplatz Vornwald
55956	50 PSI	375	647	17.11.2015	29.03.2016	in Stauwurzel geblieben, ab Frühjahr 2016 unbekannt
56008	50 PSI	375	566	17.11.2015	09.02.2016	in Stau/Winterquartier abgewandert, im Juli 2016 von Berufsfischer gefangen

Von den 6 Fischen konnte das Verhalten von 5 über mehrere Monate verfolgt werden. Ein Individuum wurde hingegen offensichtlich kurz nach der Entlassung von einem Kormoran gefressen. Beim Schlafplatz Vornwald wurde der Transmitter dieses Individuums ausgeschieden, wo er im Zuge eines mobilen Ortungstermins bei Fluss-km 2190,5 R) verortet werden konnte. Er liegt dort seit 12.1.2016 im Flachwasser (Tiefensignal 1,4 bis 2,1 m) und konnte über weite Zeiträume bis Dezember 2016 vom schräg gegenüber am linken Donauufer liegenden Logger Freizell registriert werden (siehe Abbildung 44). Dies ist besonders aus methodischer Sicht interessant, weil bei günstigen Verhältnissen offensichtlich eine Reichweite von zumindest 470 m gegeben ist. Bei ungünstigen Verhältnissen, die sehr deutlich mit hohen Abflüssen (bzw. Schwebstoffkonzentrationen korrelieren, setzte die Detektierbarkeit aber manchmal über mehrere Wochen aus. Der Transmitter war bis zur letzten Entleerung des Loggers funktionsfähig (391 Tage nach Entlassung), d.h. die Herstellerseitig angegebene Lebensdauer (garantiert 280 Tage, 350 Tage zu erwarten) wurde deutlich überschritten. Dies zeigt, dass die übrigen Nasen (letztes Signal 20.4.2016) sehr wahrscheinlich aus dem Gebiet verschwunden sind (Mortalität der Abwanderung), weil auch deren Transmitter bis Ende 2016 aktiv gewesen sein müssten.

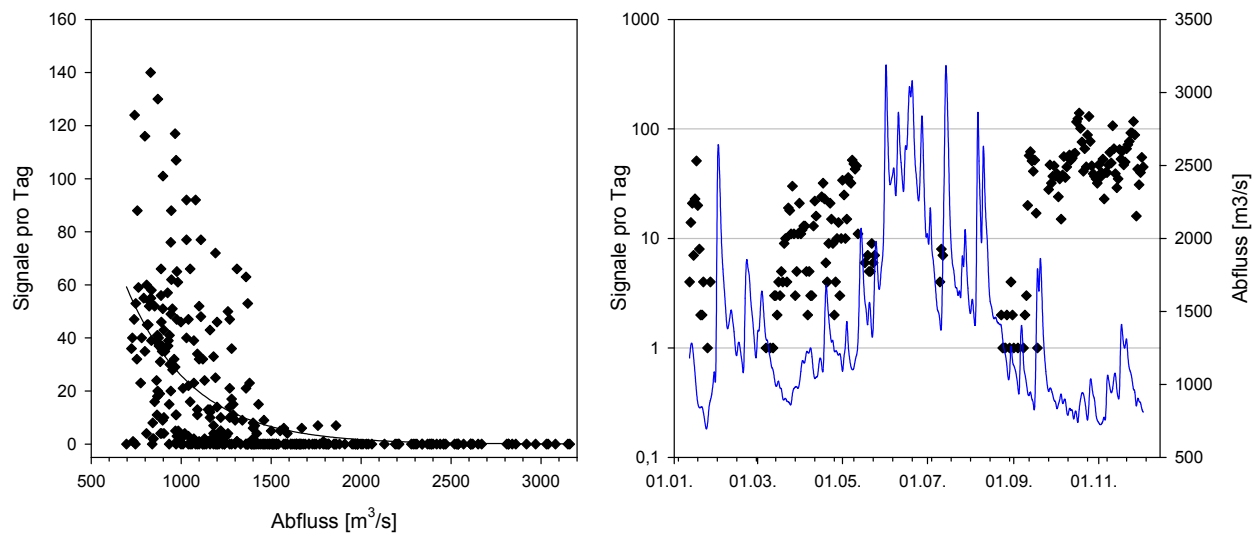


Abbildung 44: Zusammenhang zwischen der Zahl beim Logger 75 (Freizell) registrierter Signale eines im Wasser liegenden Transmitters und den vorherrschenden Abfluss (Pegel Ilzstadt).

Von den übrigen 5 Fischen sind 4 im Spätherbst/Frühwinter (Ende November bis spätestens Anfang Jänner) in den Stau abgewandert, wo sie vorzugsweise im Bereich Grafenau/Inzell überwinterten. Sie nutzen also ähnliche Wintereinstände, die auch von Sterlets präferiert werden. Ende Februar bis Anfang März konnte von 2 Fischen eine Rückwanderung in die Stauwurzel beobachtet werden, die schlüssig als Vorlaichwanderung interpretiert werden kann. Von den beiden anderen in den Stau abgewanderten Tieren fehlen seit der Überwinterungsphasen weitere Ortungen.

Ein Fisch (56008) wurde Anfang Juli von einem Berufsfischer abgegeben, der den Transmitter in der Leibeshöhle einer Nase gefunden hatte, die im Bereich Schlögen mit einem Kiemennetz gefangen wurde.

Die Auswertung von Tiefendaten ergibt im Vergleich zum Sterlet besonders spannende Ergebnisse. Dabei wird die Fallzahl bei der Nase durch die beschränkten Zeitdauer, Individuenzahl sowie die Tatsache eingeschränkt, dass im Sinne der Vergleichbarkeit nur Individuen mit 50 PSI Drucksensor zu betrachten sind. Es zeigt sich, dass Nasen im Vergleich zum Sterlet eine fast diametral andere Nutzung von unterschiedlichen Tiefenbereichen aufweisen. Während sich Sterlets fast ausschließlich im Bereich zwischen 10 und 20 m Wassertiefe aufhalten (Mittelwert knapp 15 m), nutzen Nasen überwiegend Tiefen zwischen 0 bis 7 m (Mittelwert 3 m). Dieses Unterschiede sind im Bereich der Stauwurzel besonders stark ausgeprägt. Aber auch in Staubereichen, die von den Nasen als Wintereinstand genutzt wurden, sind deutliche Unterschiede zum Sterlet erkennbar (siehe Abbildung 45 rechts).

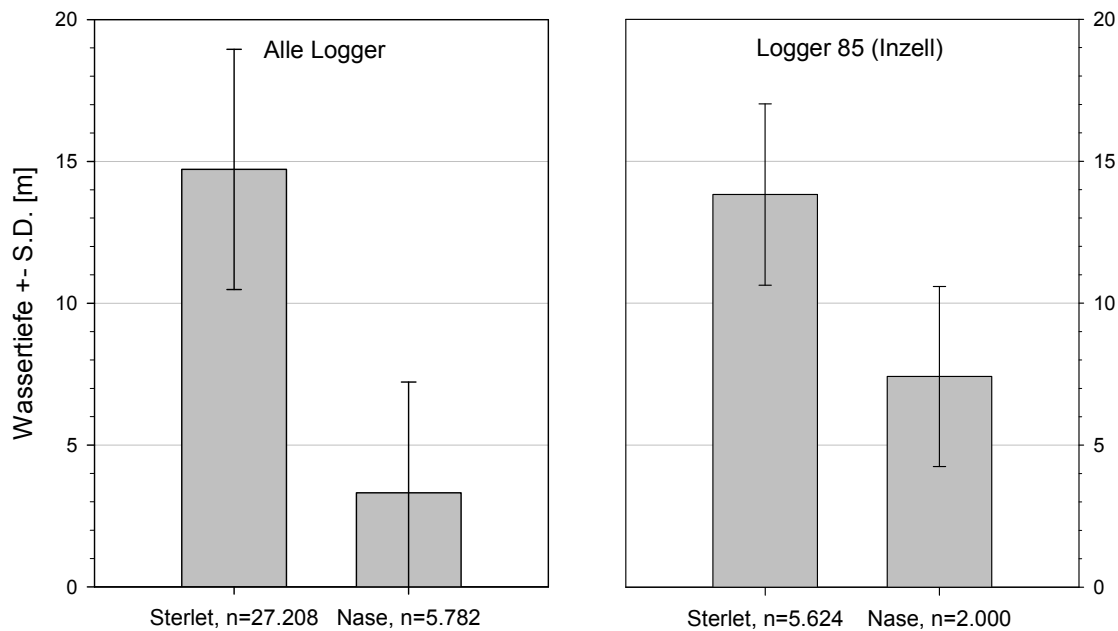


Abbildung 45: Tiefennutzung von Sterlet und Nase anhand aller verfügbarer Ortungen von Nasen und Sterlets mit 50 PSI Transmitter. Alle Logger gepoolt sowie Logger 85 (Wintereinstand).

Betrachtet man Zeiträume mit dichten Ortungen, so findet man interessante Hinweise auf diurnale Vertikalwanderungen. Exemplarisch soll dies anhand einer Nase im Wintereinstand dargestellt werden (siehe Abbildung 46). Dieses Tier ist Anfang Dezember in den Stau im Bereich von Logger 85 (Grafenau) abgewandert und hat sich dort bis Ende Februar aufgehalten. Wie die Druckdaten aus 9 Tagen im Jänner zeigen, wurden aber auch im Wintereinstand ausgeprägte Vertikalwanderungen durchgeführt. Hielt sich die Nase unter Tags auf ca. 10-15 m Tiefe auf, so wanderte sie in der Nacht ausnahmslos in Bereiche um 4-7 m. Der Wechsel zwischen diesen beiden in Abbildung 46 erkennbaren „Plateaus“ erfolgte in frappanter Regelmäßigkeit und lässt sich äußerst gut mit dem Sonnenstand in Zusammenhang bringen. Ob diese Wanderung zur Nahrungsaufnahme, Feindvermeidung oder aus anderen Gründen erfolgte, kann nicht näher beurteilt werden.

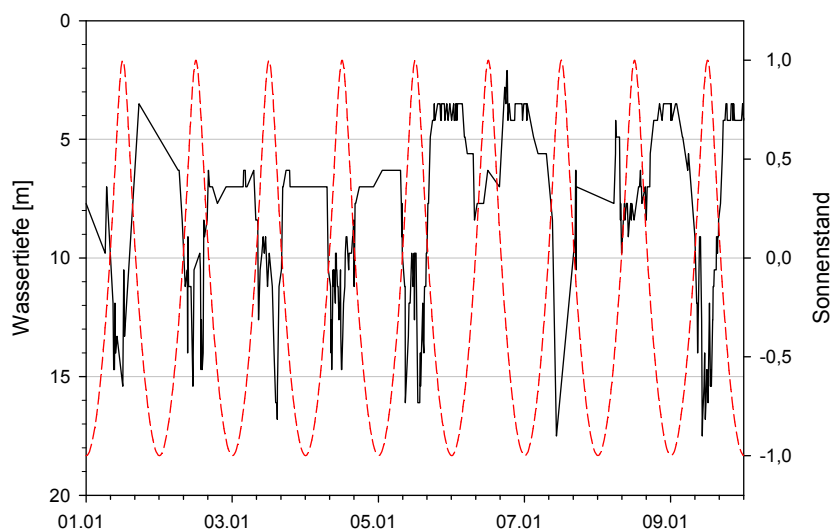


Abbildung 46: Verlauf der Tiefendaten der Nase mit dem Code 55800 vom Logger 85 (Inzell) Anfang Jänner 2016 mit Sonnenstand (rot).

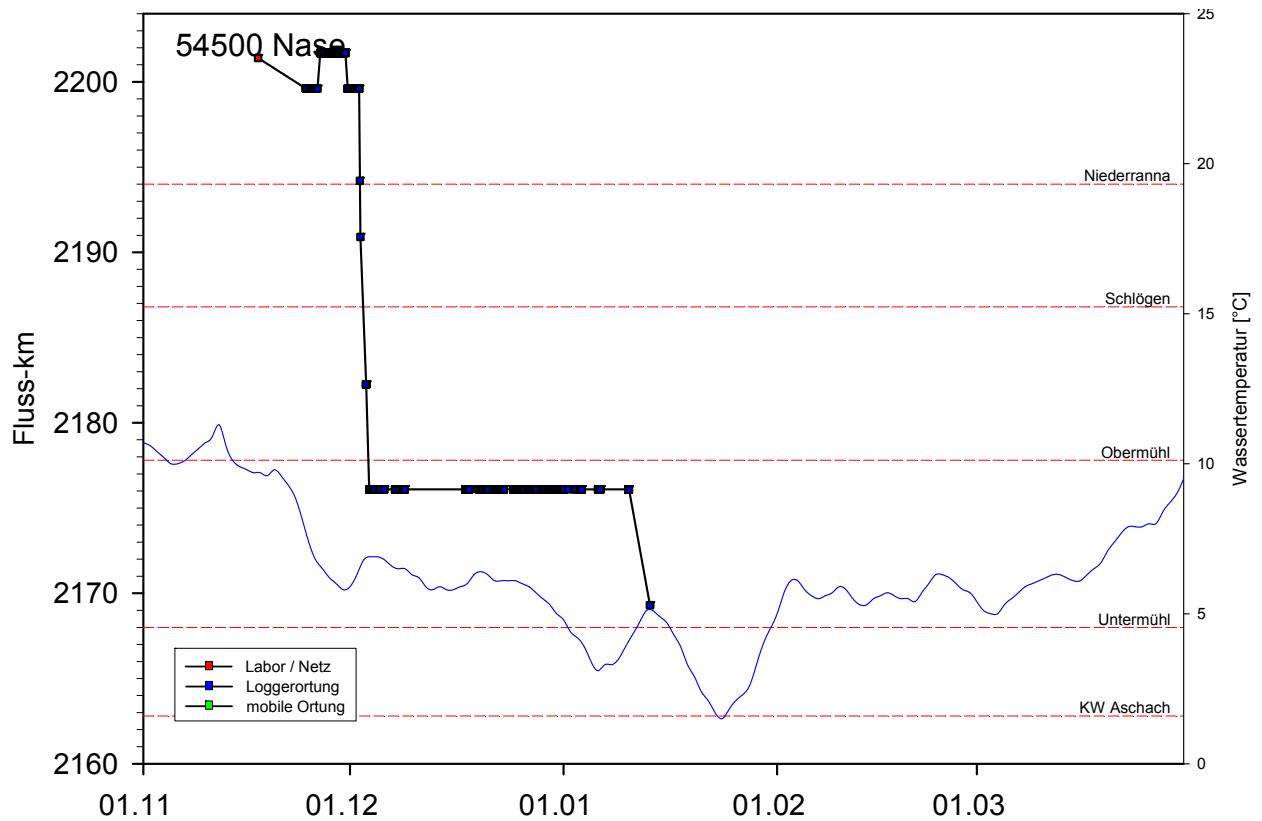


Abbildung 47: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 54500 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

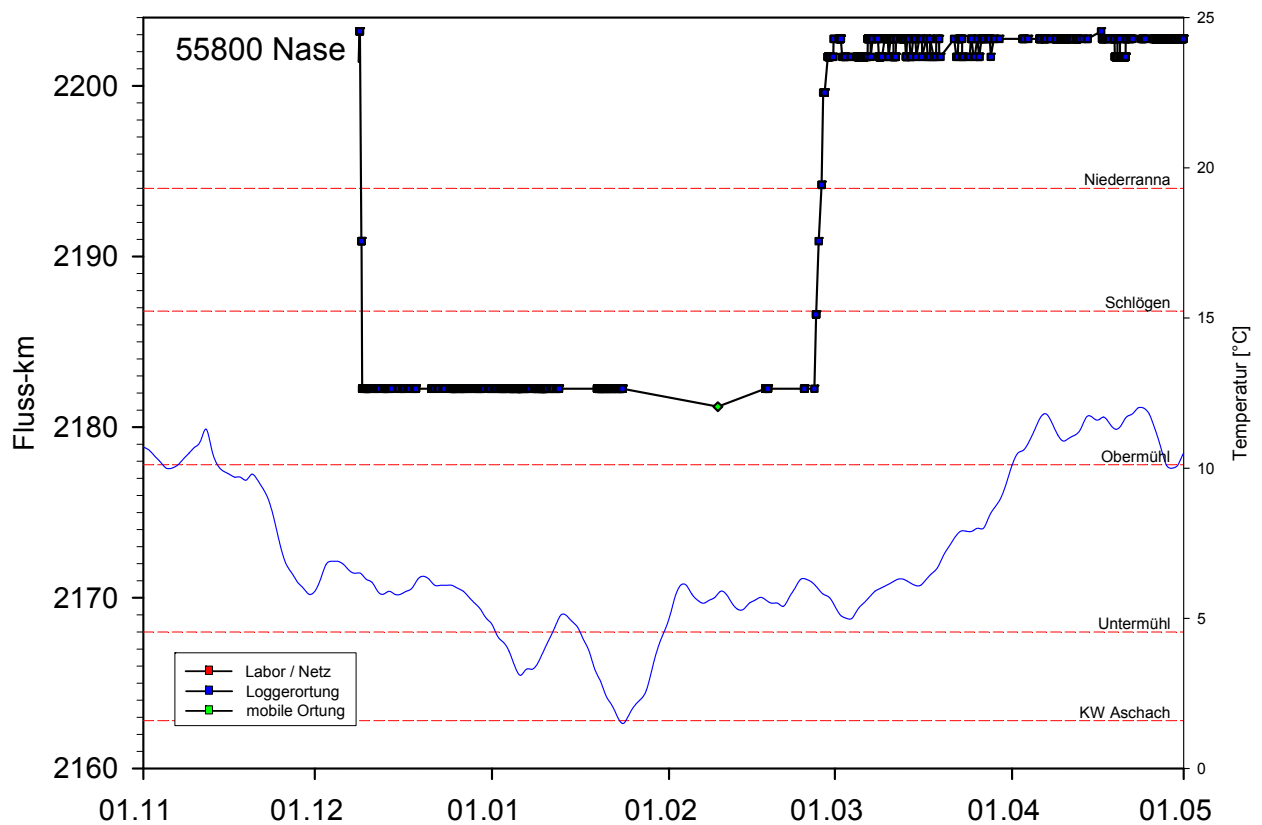


Abbildung 48: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 55800 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

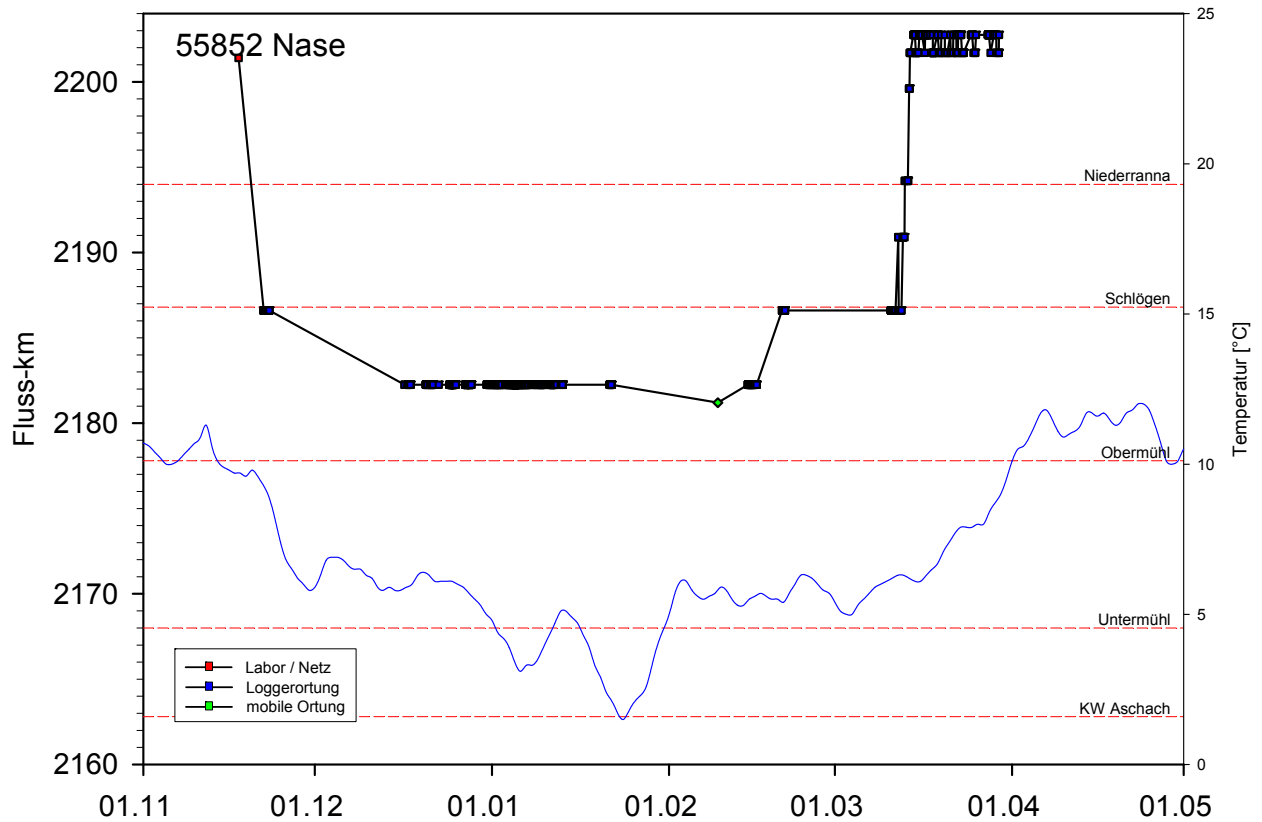


Abbildung 49: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 55852 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

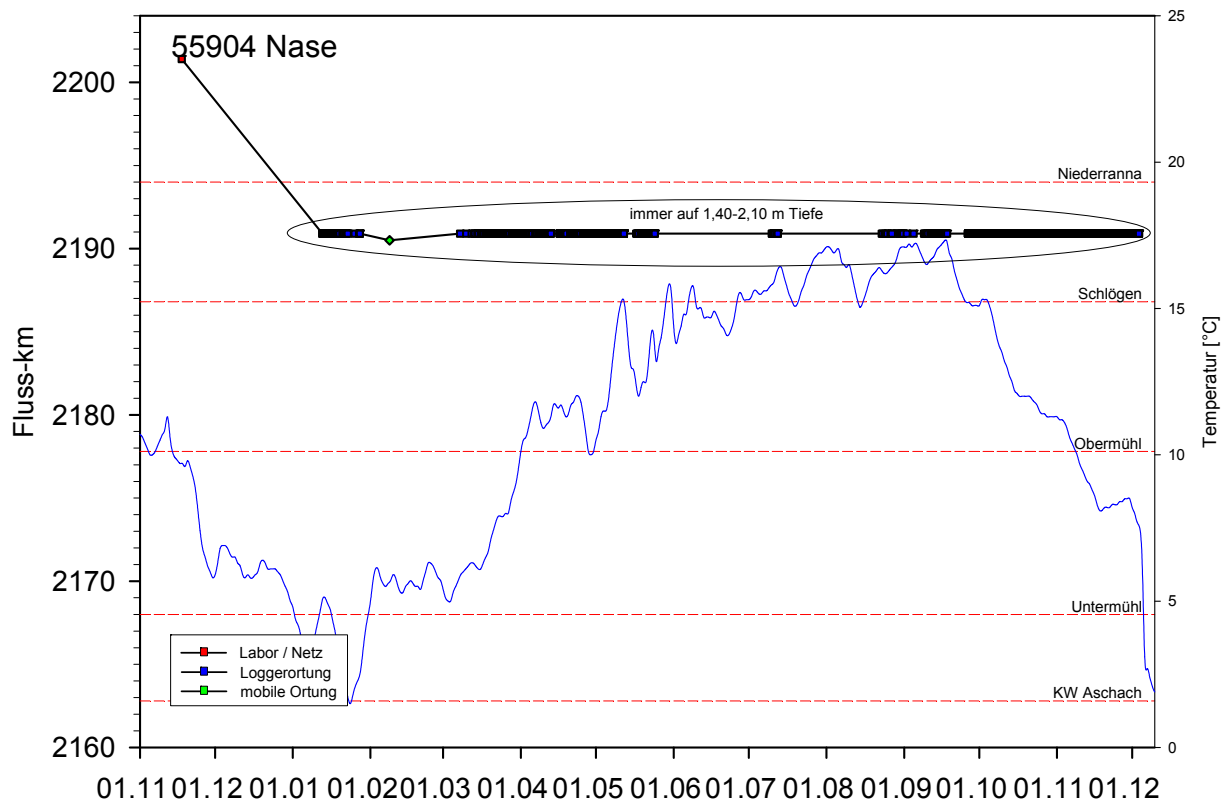


Abbildung 50: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 55904 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

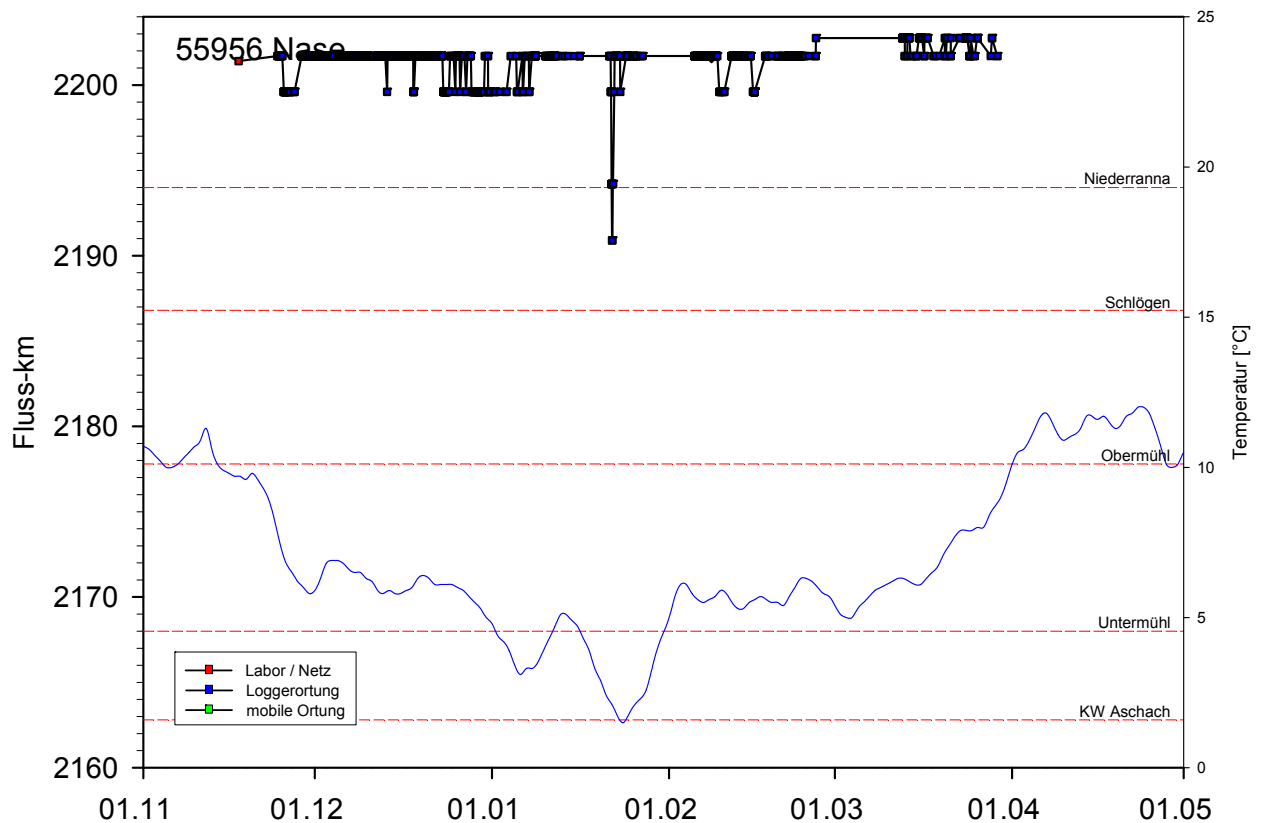


Abbildung 51: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 55956 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

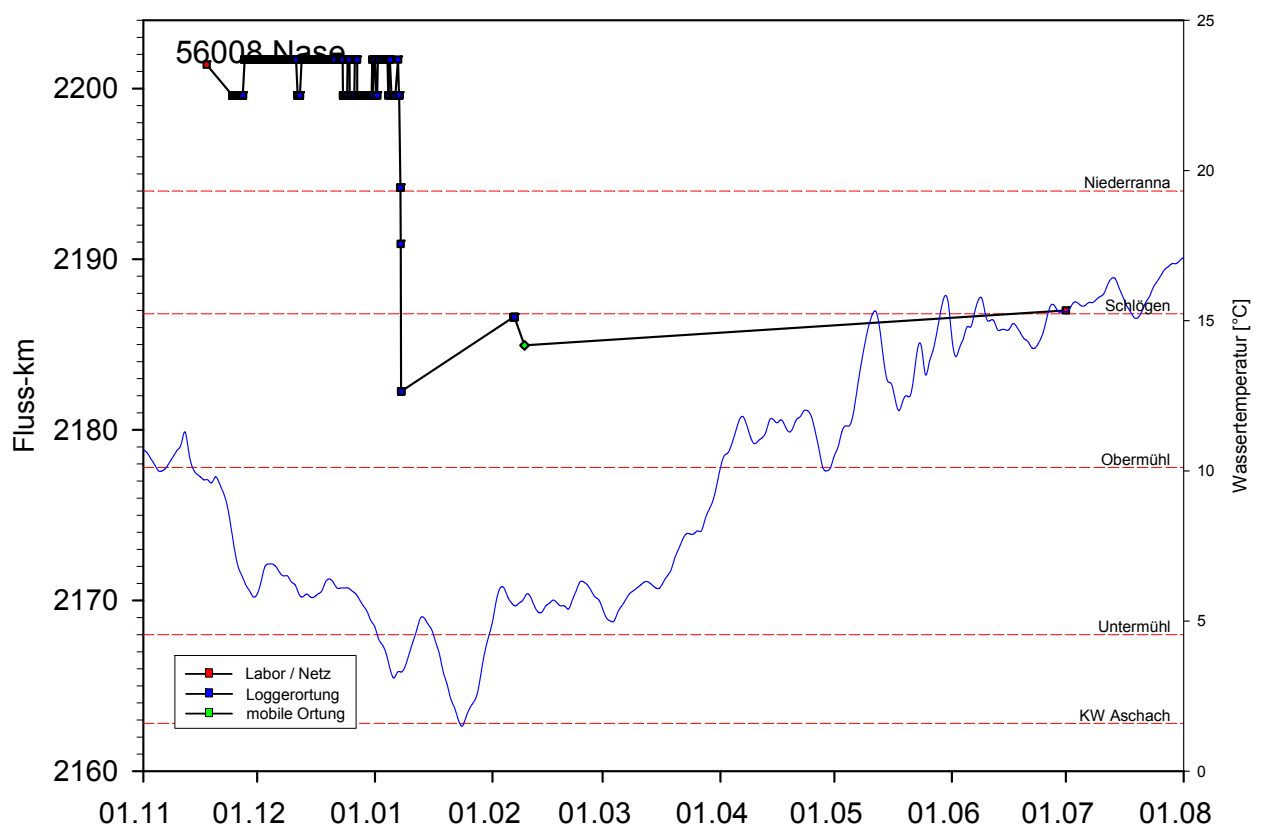


Abbildung 52: Wanderverhalten der Nase mit dem Code 56008 im Herbst 2015-Frühjahr 2016.

3.6 Genetik

Aufgrund günstiger Umstände ergab sich die Möglichkeit, einen kleinen Teil der gesammelten Gewebeproben („fin clips“) genetisch untersuchen zu lassen. Es wurden im Juni 2016 Proben von 20 Acipenseriden ans ZSM München weitergegeben (siehe Tabelle 10). Die Proben wurden dupliziert, damit die jeweiligen Acipenseriden auch für weitere genetische Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Abschnitte der **mitochondrialen DNA** dieser Proben werden sequenziert. Anhand dieser Ergebnisse wird eine Plausibilisierung der bisherigen Artbestimmungen anhand äußerlicher Merkmale möglich sein. Eventuell können auch Unterschiede der Fänge unterhalb des Artniveaus gefunden werden, beispielsweise ob die äußerlich sehr heterogenen Sibirischen Störe unterschiedlichen Gruppen zugeordnet werden können und welche dieser Gruppen an Hybridisierung beteiligt ist. Als prinzipielle Einschränkung der mtDNA gilt dabei, dass dabei nur maternale Linien verfolgt werden können (Mitochondrien werden nur mütterlicherseits weitergeben). Dies kann die Aussagekraft bei Hybriden deutlich einschränken.

Tabelle 10: Ans ZSM München zur mtDNA Sequenzierung weitergegebene Proben

Äußerliche Artbestimmung	Fang Nr.	Totallänge [mm]	Bemerkung
<i>Ac. baerii</i>	74	665	alle Schilder auffällig spitz, Brustflossen groß
<i>Ac. baerii</i>	88	970	
<i>Ac. baerii</i>	98	700	
<i>Ac. baerii</i>	111	695	Dorsal- und Seitenschilder sehr spitz
<i>Ac. baerii</i>	119	670	alle Platten sehr stachelig
<i>Ac. baerii</i>	122	650	Schnauze recht spitz
<i>Ac. baerii</i>	124	730	Seiten- und Bauchschilder spitz
<i>Ac. baerii</i>	125	875	Milchner; Gonaden dick; im Becken gestorben
Störhybrid	13	910	Schnauze auffällig spitz
Störhybrid	25	535	
Störhybrid	26	575	
Störhybrid	28	595	
Störhybrid	65	540	rel. Sterlet-artig
Hybrid oder Sterlet	8	815	
Hybrid oder Sterlet	50	470	
Hybrid oder Sterlet	95	535	
Sterlet	16	280	
Sterlet	37	475	kleine Plättchen zwischen dorsalen und lateralen Platten
Sterlet	86	465	Telemetry Code 56060
Sterlet	0	415	Markierung - Besatzfisch aus Bayern

In Zusammenarbeit mit dem **Life Sterlet Projekt** ergab sich darüber hinaus die Gelegenheit, eine große Anzahl von Proben detaillierter genetisch untersuchen zu lassen. Es wurden dazu im November 2016 fin clips von 97 Acipenseriden ans Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research übermittelt. Diese Proben werden gemeinsam mit Proben aus anderen Donauabschnitten und Zuchtbetrieben durch Dr. Arne Ludwig untersucht. Dem gegenständlichen Projekt erwachsen dadurch keine Kosten.

Über die Validierung des Artstatus können anhand dieser Proben weitere wichtige Fragestellungen untersucht werden, beispielsweise:

- Populationsgröße / Genetische Vielfalt der Population(en)
- Anteil allochthoner Individuen, Einfluss von Besatzmaßnahmen
- Genfluss vom Oberen Donautal stromab?
- Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Sterlets, Hybriden und Sibirischen Stören. Findet Reproduktion in der Natur statt? Gibt es F2 Hybride? etc.

Tabelle 11: Ans Leibniz Institut weitergegebene DNA Proben

Vorläufige Artbestimmung	Anzahl Proben
Hybrid	4
Hybrid oder Sibirischer Stör	1
Sibirischer Stör	14
Sterlet	76
Sterlet Albino	1
Waxdick	1
Gesamt	97

4 Angewandte Aspekte

Anhand der bisher erarbeiteten Grundlagen über den Zustand der ggst. Sterletpopulation ist ein massiver Handlungsbedarf abzuleiten. Es handelt sich offensichtlich um einen sehr kleinen, nur in manchen oder wenigen Jahren reproduzierenden Bestand, der sich durch Abwanderung stromab laufend ausdünnert. Die Population ist durch zufällige Schwankungen (z.B. Häufung von für die Reproduktion ungünstigen Jahren) existenziell gefährdet, weil sich der Gesamtbestand (zumindest derzeit) offensichtlich aus nur einzelnen Jahrgängen zusammensetzt. Eine Vernetzung der Population würde einen sehr wichtigen Beitrag zu einer Erhöhung der Widerstandskraft gegenüber ungünstigen Ereignissen leisten. Einerseits in Hinblick auf eine Erhöhung der effektiven Populationsgröße. Andererseits auch, um eine Wiederbesiedelung des offensichtlich grundsätzlich für die Reproduktion geeigneten Stauraums Aschach durch abgewanderte Tiere zu ermöglichen.

Aufgrund des noch immer geringen Wissens über die Habitatansprüche des Sterlets an der Oberen Donau sind darüber hinaus reichende Aussagen noch immer schwierig, etwa in Hinblick auf die Erhaltung oder Wiederherstellung wichtiger Habitate, oder die potentielle Bedeutung weiter stromauf gelegener Abschnitte von Donau und Inn.

4.1 Durchgängigkeit bei Kraftwerken stromab KW Jochenstein

Die Daten der telemetrierten Fische zeigen, dass ein wesentlicher Teil der Population durch die Turbinen des Kraftwerks Aschach stromab wandert. Dies war auch bei Fischen der Fall, die nach der Besenderung monatelang im Stauraum Aschach lebten, und dann spontan ohne erkennbare Ursachen abwanderten.

Die dabei erfahrene Mortalität ist unbekannt, sie stellt wahrscheinlich bei kleinen Populationen großwüchsiger Fischarten wie dem Sterlet einen nicht unerheblichen Gefährdungsfaktor dar. Effektive Fischschutzmaßnahmen sind an großen Donaukraftwerken nur sehr schwer umsetzbar. In diesem Zusammenhang besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Wie das Verhalten von abgewanderten Sterlets im Unterwasser der Wasserkraftanlagen zeigt, wandern diese wiederkehrend in den unmittelbaren Unterwasserbereich der Kraftwerke stromauf. Dies ist sehr plausibel als Suchverhalten aufstiegswilliger Fische zu interpretieren, sprich sie würden bei gegebener Durchgängigkeit sehr wahrscheinlich wieder in den Lebensraum im Stauraum Aschach rückwandern. Als Beispiele für solche Verhaltensweisen können die Logs der Individuen 54760 (Abbildung 35), 55540 (Abbildung 37) und 56216 (Abbildung 40) dienen.

Das Ermöglichen von Rückwanderungen durch Umsetzung dafür geeigneter Fischaufstiegshilfen wäre am Kraftwerk Aschach von hoher Priorität. Dafür notwendige Konstruktionsmerkmale siehe im Kapitel 4.3. Ob die Bedeutung Sterlet-tauglicher Fischwanderhilfen auch bei weiter stromab gelegenen Anlagen ähnlich hoch ist, kann derzeit noch nicht näher beurteilt werden. Dazu wäre wichtig zu wissen, wie oft Sterlets auch weiter stromab (über mehrere Anlagen) wandern, wie sich die Habitatqualität dort darstellt und ob ggf. Sterletpopulationen auch in den unterliegenden Donaustauräumen vorhanden sind. Für diese

Fragestellung sind Aussagen zu Laichhabitaten von besonderer Bedeutung, die im Rahmen von Folgeprojekten weiter untersucht werden sollten.

4.2 Habitatqualität und Durchgängigkeit stromauf KW Jochenstein

Wie die Wandermuster der besenderten Sterlets zeigen, führen so gut wie alle dieser Fische (vorzugsweise in der warmen Jahreshälfte) rasche, stromauf gerichtete Wanderungen durch, die häufig am Kraftwerk Jochenstein enden. Beispiele für solche Wanderungen sind besonders plakativ etwa anhand der Individuen mit dem Code 55020 (Abbildung 36), 56268 (Abbildung 39) oder 55176 (Abbildung 41) zu erkennen.

Im Oberwasser kommt derzeit soweit bekannt kein wesentlicher Sterletbestand vor. Vereinzelt wurden auch im Stauraum Jochenstein Acipenseriden gefangen, dabei handelt es sich aber teils um allochthone Arten (Sibirischer Stör) oder möglicherweise um besetzte Sterlets. Aufgrund der im Vergleich zum Stauraum Aschach geringen Befischungsintensität in potentiell präferierten Sterlethabitaten bzw. im Bereich von Wanderhindernissen (Kiemennetze bei Kraftwerksanlagen) sind Aussagen dazu aber mit großen Unsicherheiten verbunden.

Wäre in Jochenstein kein Wanderhindernis vorhanden, so wäre sehr wahrscheinlich, dass derartige Wanderungen bis weit in die bayerische Donau bzw. in den Unteren Inn reichen würden. Dies ist anhand der historischen Verbreitung plausibel, schließlich sind einzelne historische Nachweise von Sterlets im Inn bis Rosenheim, bis in die Untere Salzach und in der Donau bis Ulm und in die Unterläufe von Zubringern bekannt (Friedrich et al. 2014). Welche Bedeutung diese Lebensräume an der oberen Verbreitungsgrenze ursprünglich gehabt haben, ist nicht näher bekannt. Es stellt sich die Frage, ob diese Gewässerabschnitte durch unbekannte Anteile der Population kurzzeitig im Zuge von sommerlichen Wanderungen („Nahrungshabitate“) besiedelt wurden, ob damit auch Laichhabitate erschlossen wurden, oder ob sie auch ganzjährig besiedelt waren. Grundsätzlich ist bei vielen Flussfischarten in nicht durch Wanderhindernisse unterbrochenen Flusslandschaften von einer jahreszeitlich sehr ausgedehnten Raumnutzung auszugehen. Im Fall des Sterlets wäre beispielsweise auch anhand der ggst. Ergebnisse aus der Telemetrie plausibel, dass Überwinterungshabitate in sehr tiefen Abschnitten (z.B. den auch in Fließstrecken sehr tiefen Krümmungskolken der Donaudurchbruchsstrecken) genutzt wurden, und großräumige Wanderungen zum Aufsuchen von Nahrungshabitaten und ggf. Laichhabitaten stattgefunden haben. Mangels näherer historischer Angaben müssen solche Überlegungen aber spekulativ bleiben.

Aus Sicht der Autoren sollte die Wiederherstellung von Wanderungen des Sterlets in bzw. zwischen Flussabschnitten prioritär sein, die sehr wahrscheinlich eine wesentliche Bedeutung als Habitate früher Lebensstadien aufweisen (Laich- und Juvenilhabitate) oder durch stromab wandernde Adultfische genutzt werden. Das Wissen dazu ist noch sehr beschränkt. Jedenfalls trifft dies aber für die Donau-Stauräume Aschach und Ottensheim-Wilhering zu. Nähere Aussagen dazu sind durch weiterführende Untersuchungen der ggst. Sterletpopulation zu erwarten.

4.3 Hinweise auf Konstruktionsmerkmale Sterlet-tauglicher Fischwanderhilfen

Schon vor Projektstart war bekannt, dass bei den bisher an Fischwanderhilfen von Donaukraftwerken durchgeführten Erfolgskontrollen kein Aufstieg von Sterlets dokumentiert wurde. Im Unterwasser des KW Freudenau kommt der Sterlet offensichtlich nicht selten vor, es wurden im Zuge unterschiedlicher Projekte bei Erhebungen mit Kiemennetzen im Unterwasser trotz eines überschaubaren Befischungsumfangs mehrere Individuen gefangen (EBERSTALLER & PINKA, 2001; Mittlg. TH. FRIEDRICH, 2015). Trotzdem konnte während der umfangreichen Funktionskontrolle kein Aufstieg eines Sterlets nachgewiesen werden. Im Unterwasser des Kraftwerks Melk wurden ebenfalls mehrfach Sterlets nachgewiesen, auch dort erbrachte das Monitoring der Fischwanderhilfe keinen Nachweis eines Aufstiegs (FRANGEZ ET AL. 2009).

Die im Zuge des gegenständlichen Projekts gefundenen Ergebnisse in Hinblick auf die Nutzung unterschiedlicher Wassertiefen von Sterlets in einem Donaustauraum können wertvolle Hinweise geben, wie Fischwanderhilfen an der Donau beschaffen sein sollten, um potentiell vom Sterlet angenommen zu werden.

Es zeigte sich, dass adulte Sterlets fast ausnahmslos tiefe bis sehr tiefe Bereiche nutzen (siehe Kapitel 3.5.3). Im Zuge diurnaler Vertikalwanderungen werden in der Nacht seichtere Bereiche als am Tag aufgesucht, sehr wahrscheinlich zum Aufsuchen günstiger Nahrungshabitate. Aber auch diese Habitate liegen im Stauraum in Wassertiefen von meist 8 bis 12 Metern. In Hinblick auf das Finden des Einstiegs in Fischwanderhilfen unmittelbar relevant sind die Wassertiefen, in denen sich Sterlets im unmittelbaren Unterwasser der Donaukraftwerke aufhalten. Bei der Auswertung dieses Aspektes werden neben den Daten der 50 PSI Transmitter auch jene der 15 PSI Transmitter (max. 10,2 m) verwendet, weil die in den kraftwerksnahen Stauwurzeln vorherrschenden Wassertiefen überwiegend so gering sind, dass der zu betrachtende Bereich der Wassertiefen weitgehend abgedeckt werden kann (Abbildung 53). Es ergeben sich somit für 4 besonders interessante Logger umfangreiche Daten mit je etwa tausend Ortungen mit Tiefenwerten.

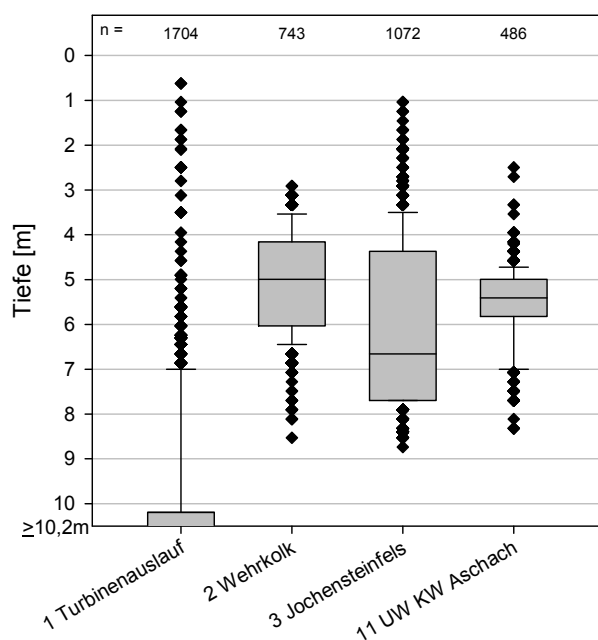


Abbildung 53: Tiefe aller Loggerortungen (15 und 50 PSI Transmitter) im unmittelbaren Unterwasser der Loggerortungen

Im unmittelbaren Unterwasser des KW Jochenstein befinden sich 2 Logger, einer (Nr. 1) an der linken Ufermauer im unmittelbaren Turbinenauslauf, und einer (Nr. 2) im Wehrkolk am rechten Ufer (siehe Abbildung 54). Wie bereits in Kapitel 3.5.3 erwähnt, halten sich Sterlets über längere Zeiträume an der Sohle des sehr tiefen „Saugschlauches“ auf. Hier wurden Sterlets in Tiefen bis 17,5 m registriert. In 95% der Fälle hielten sich Sterlets im Empfangsbereich dieses Loggers tiefer als 6,3 m auf. Wassertiefen von unter 1-2 Metern wurden nur in einzelnen Fällen registriert. Möglicherweise werden vereinzelt Tiere durch die hier ausgeprägten „Strömungspilze“ in seltenen Fällen aus der Tiefe in oberflächennahe Bereiche verfrachtet. Nachdem regelmäßig Sterlets auch auf dem so genannten „Turbinentisch“ (siehe Abbildung 33) mit den dort gestellten Kiemennetzen gefangen werden, ist anzunehmen, dass Sterlets unmittelbar am Kraftwerk ein Suchverhalten auch losgelöst von der unmittelbaren Sohle durchführen. Aber auch dort herrschen Wassertiefen von je nach Wasserstand mehreren bis vielen Metern vor.

Am rechten Ufer im Wehrkolk des Kraftwerks Jochenstein ist die Sohle weniger tief, dementsprechend halten sich Sterlets im Einzugsbereich von Logger 2 meist in Tiefen von 4-6 m auf. Nur in 2 von 743 Fällen wurde ein Aufenthalt in weniger als 3 m Tiefe registriert, nie in weniger als 2 m Tiefe (Tabelle 12). Ganz ähnliche Verhältnisse wurden im Unterwasser des Kraftwerks Aschach gefunden. Der Logger (Nr. 11) liegt dort 700 m stromab der Wehrachse KW Aschach, spiegelt das Verhalten der Sterlets im unmittelbaren Kraftwerksbereich also nicht mehr unmittelbar wieder. Im Bereich des Jochensteinfelsens (Logger 3) ist eine tiefere Natursohle gegeben, was sich in den Daten entsprechend niederschlägt.

Tabelle 12: Tiefe aller Loggerortungen (15 und 50 PSI Transmitter) im unmittelbaren Unterwasser der Loggerortungen

Logger	Position	n	Median	5% Quantil	Minimum	Fälle < 1 m	Fälle < 2 m	Fälle < 3 m
1	Linke Ufermauer KW Jochenstein	1.704	10,2	6,3	0,6	2	9	16
2	Rechte Ufermauer KW Jochenstein	743	5,0	3,3	2,9	0	0	2
3	Fels Jochenstein	1.702	6,7	2,9	1	0	13	66
11	re Unterwasser KW Aschach	486	5,4	4,4	2,5	0	0	2

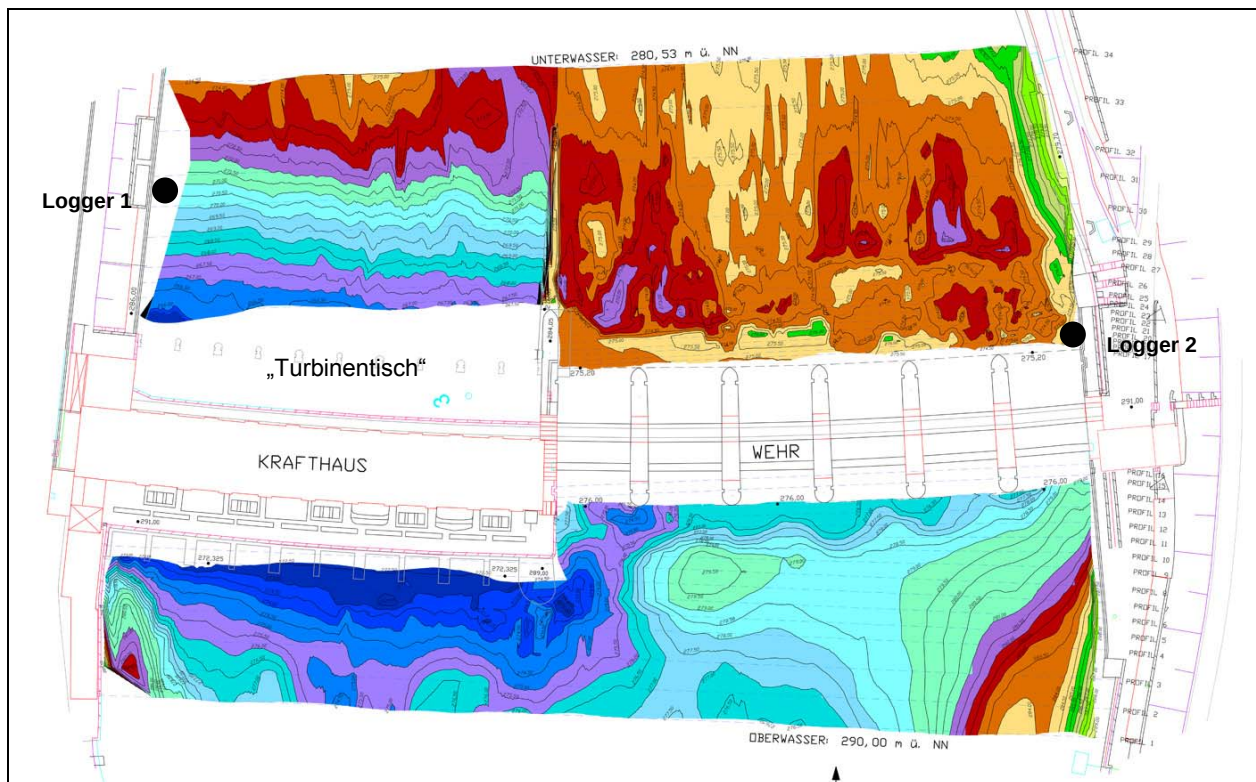


Abbildung 54: Tiefenverhältnisse im Bereich des Kraftwerks Jochenstein; Blau entspricht 15m, Rot 8 m und Gelb 6 m Tiefe bei MW. Unveröff. Aufnahme GWK, Okt. 2008

Zusammenfassend sind die gewonnenen Daten wie folgt zu interpretieren. Sterlets treffen im Zuge von stromauf gerichteten, sohnlahen Wanderungen auf die Kraftwerke und halten sich dann teils über längere Zeiträume (mehrere Tage bis Wochen) im Nahebereich auf. Sie bleiben dabei so gut wie immer nahe der Sohle in Wassertiefen von fast immer mehr als 3-4 m. Wie die Fänge am Turbinentisch zeigen, lösen sie sich unter Umständen auch von der Sohle. Sterlets suchen sowohl im unmittelbaren Kraftwerksnahebereich als auch weiter davon entfernt nur äußerst selten Wassertiefen von weniger als 3 m auf. Im Einstiegsbereich von klassischen Fischwanderhilfen, bzw. in diesen Fischwanderhilfen selbst üblicherweise vorherrschende Wassertiefen werden offensichtlich aktiv gemieden. Dementsprechend ist als äußerst unwahrscheinlich einzuschätzen, dass solche Anlagen für den Aufstieg von Sterlets geeignet sind.

In einem umfangreichen Review bei KERR ET AL. (2010) wurden Beispiele für Anlagen zur Wiederherstellung von Störmigrationen über Querbauwerke gesammelt. Grundsätzlich können dazu drei Möglichkeiten unterschieden werden:

- 1) Fang im Unterwasser und Transport ins Oberwasser (trap & transfer bzw. catch & carry)
- 2) Fischwanderhilfen
- 3) Fischlifte

Die Möglichkeit 1 bietet sich an der Donau nicht. Sterlets können regelmäßig nur mit Kiemennetzen gefangen werden, die für die meisten anderen Fischarten mit einer hohen Mortalität verbunden sind. Die ökologisch motivierte Wiederherstellung von Fischwanderungen

sollte generell einen freiwilligen, jederzeit möglichen Aufstieg über Querbauwerke zum Ziel haben. Es verbleiben somit klassische Fischwanderhilfen oder Fischlifte/Fischschleusen.

Fischwanderhilfen wurden in der Regel auch an großen Flüssen auf andere Zielfischarten als Störe ausgelegt. Aber auch bei Fischwanderhilfen, die tatsächlich zielgerichtet und prinzipiell mehr oder weniger für Acipenseriden ausreichend dimensioniert wurden, konnte in den meisten Fällen kein erfolgreicher Aufstieg dokumentiert werden (WARREN & BECKMAN, 1993; CHEBANOV ET AL. 2008). Im Fall des Sterlets ist eine Umsetzbarkeit durchwanderbarer Fischaufstiegshilfen aufgrund dessen geringer Körpergröße noch eher zu erwarten als für großwüchsige Störarten. Allerdings stellen das Wanderverhalten bzw. die Präferenz hoher Wassertiefen große Herausforderungen dar, um die Auffindbarkeit bzw. den Einstieg zu gewährleisten. Tiefer Sohlanschluss, unmittelbare Nähe zum Querbauwerk sowie ausreichende Strömungsgeschwindigkeiten bzw. hohe Wassermengen beim Einstieg dürften diesbezüglich wichtige Konstruktionsmerkmale sein.

Es gibt in der Literatur Beispiele für grundsätzlich funktionsfähige, großzügig angelegte Fischlifte und Fischschleusen, die in Störgewässern mit großem Aufwand umgesetzt wurden. Als zentrale Problematik stellte sich aber auch dort dar, ausreichende Wassermengen und Wassertiefen zu gewährleisten, um Störe in den Einstiegsbereich zu locken (PAVLOV ET AL. 1998; CHEBANOV ET AL. 2008). Im Bereich bestehender Kraftwerksanlagen ist die Umsetzung solcher Lösungen sicher schwierig oder nicht umsetzbar.

Sehr wahrscheinlich werden Anlagen, die für den Sterlet funktionsfähig sind, für eine größere Zahl von anderen Donaufischarten nicht adäquat sein (können). Dies betrifft eine große Zahl an Kleinfischen oder benthischen Arten, die ufernahe wandern oder aufgrund ihrer Schwimmleistung für Störe auffindbare Einstiegsbereiche nicht erreichen können. Daher wird für eine umfassende Herstellung der Durchgängigkeit an Kraftwerken der Donau inkl. Sterlet sehr wahrscheinlich die Umsetzung von mehr als einer Fischaufstiegsanlage pro Standort notwendig sein.

Generell findet man in der Literatur wiederholt den Hinweis, dass eine möglichst gute Kenntnis des Verhaltens der Zielarten eine ganz entscheidende Rahmenbedingung dafür darstellt, um für den Aufstieg von Stören funktionsfähige Anlagen konstruieren zu können. Gerade im Fall des Sterlets verbleibt diesbezüglich noch erheblicher Forschungsbedarf.

Als Methode der Wahl würde sich hier die „3D Telemetrie“ aufdrängen. Dabei werden synchronisierte „arrays“ von mehreren Hydrophonen mit sich überlappendem Empfangsbereich angewendet, sodass aus der Zeitdifferenz des Signals die exakte Position eines Transmitters ermittelt werden kann. Diese Methode wurde bereits mehrfach angewendet, um dreidimensionale Wanderwege von Fischen im Nahebereich von Kraftwerken zu rekonstruieren und bildlich darzustellen. Das gegenständliche Projekt hat wichtige Vorinformationen für derartige Untersuchungen geliefert, kann die für eine zielgerichtete Planung notwendigen Informationen aber nicht in der vollen, notwendigen Detailschärfe liefern.

4.4 Morphologische Maßnahmen, Instandhaltungsmaßnahmen

Flachwasserzonen stellen sowohl im Bereich staugeregelter als auch frei fließender Abschnitte entscheidende Mangelhabitate der Donaufischfauna dar. Die Wiederherstellung von Flachwasserzonen durch Rückbau von Ufern, Vorschütten von Kiesbänken oder Kiesinseln, sowie in Nebenarmen stellen daher die wichtigsten Maßnahmen zur Verbesserung von Fischlebensräumen dar und wurden als Maßnahmen mit dem höchsten Revitalisierungspotential zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie an der Donau beschrieben und verortet (ZAUNER ET AL. 2006; 2016).

Wie die gegenständlichen Ergebnisse zeigen, weicht die Habitatnutzung adulter Sterlets fast diametral von jener vieler anderer Donaufischarten ab, wie in Kapitel 3.5.5 anhand der Nase gezeigt wurde. Tiefe Sohlbereiche stellen ganzjährig die präferierten Habitate adulter Sterlets dar. Besonders tiefe Kolke weisen offensichtlich eine hohe Bedeutung als Ruhe-, Winter- und Refugialhabitate auf. Nebengewässer wie Häfen oder Altarme werden hingegen nicht aufgesucht. Wie anhand von Kiemennetzfängen von juvenilen Stören (inkl. Sterlet) aus der Unteren Donau bekannt ist, nutzt auch dieses Altersstadium uferferne, tiefe Lebensräume (SUCIU, schriftl. Mittlg. 2015). Diesbezüglich bestehen aber – besonders in Hinblick auf die Obere Donau – noch ganz besonders große Wissensdefizite. Von der gesamten artenreichen Fischfauna der Oberen Donau ist der Sterlet als wahrscheinlich jene Art anzusprechen, für die Uferzonen die geringste Bedeutung als Lebensraum aufweisen. Nur beim Streber (*Zingel streber*) ist von einer ähnlich geringen Bindung an litorale Habitate über den gesamten Lebenszyklus auszugehen.

Von diesen Ergebnissen ist abzuleiten, dass mit Maßnahmen in den Uferzonen oder wenige Meter tiefen Nebengewässern kein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Habitatbedingungen des Sterlets geleistet werden kann.

In der internationalen Literatur gibt es eine Reihe von Beispielen für künstlich geschaffene Laichhabitate in tieferen Sohlbereichen (siehe z.B. bei KERR ET AL. 2010). Solche Maßnahmen wurden insbesondere in Fällen umgesetzt, wo Wanderachsen potamodromer oder anadromer Störe durch mehr oder weniger neu errichtete Kraftwerksanlagen unterbrochen wurden. Der Erfolg dieser Maßnahmen war teils gering oder unbekannt, es gibt aber auch einige Beispiele, bei denen derartige Strukturen intensiv als Laichhabitate genutzt wurden. Der längerfristige Erhalt der Laichplatzqualität (Kolmation, Verfrachtung etc.) stellte sich teils als problematisch dar. Im Fall der Donau ist aus Sicht der Autoren der Wissensstand noch zu gering um zu beurteilen, ob 1) Laichhabitate ein Mangelhabitat des Sterlets darstellen und 2) wie ggf. zu errichtende oder zu verbessernde Laichhabitate beschaffen und verortet sein müssten.

Umgekehrt sind Instandhaltungsmaßnahmen oder andere Eingriffe in Uferzonen oder Nebengewässer der Donau in Hinblick auf den Sterlet als unkritisch zu beurteilen. Hingegen sind Maßnahmen, im Zuge derer die Tiefenvarianz verringert wird oder tiefe Kolkbereiche manipuliert oder hinsichtlich ihrer Struktur und Tiefe verändert werden, als wahrscheinlich problematisch zu sehen.

5 Öffentlichkeitsarbeit

Im August 2016 wurde ein **TV-Beitrag** der Reihe „Anna und die wilden Tiere“ mit dem Titel „Störfall an der Donau“ in Jochenstein und Engelhartszell gedreht. Dabei wurden Szenen im Freiland und im Engelhartszeller Donauaquarium gedreht. Es werden in der Sendung die Problematik des Störschutzes an der Donau, das Sterletprojekt und die dabei angewendeten Methoden präsentiert. Der 24 Minuten dauernde Beitrag wird am 22.1.2017 im Kindersender KIKA ausgestrahlt.

<http://www.tvinfo.de/fernsehprogramm/402709033-anna-und-die-wilden-tiere>



Abbildung 55: Szenen aus „Anna und die Wilden Tiere“.

Es wurden 4 **Infotafeln** für die Aufstellung im Oberen Donautal entworfen und hergestellt, die Methoden und Ergebnisse des Sterletprojektes beinhaltet. Ein wichtiger Inhalt dieser Tafel ist unter anderem der Aufruf, Fänge von Störartigen in der Donau an das Projektteam zu melden.



Abbildung 56: Infotafel zum Sterletprojekt



Abbildung 57: Infotafel beim Haus am Strom.

Gemeinsam mit Ralf Braun vom Haus am Strom wurde ein **Zeitungsartikel** initiiert, der am 24.2.2016 in der „Mittelbayerischen“ erschien (siehe Abbildung 58).

Eine große Zahl weiterer Zeitungsartikel aus vergangenen Jahren ist dem Bericht aus dem Projektsjahr 2014 zu entnehmen.



Der Sterlet lebt noch in der Donau – Forscher kämpfen um seine Existenz.

Foto: dpa

Ein Urfisch kämpft ums Überleben

UMWELT Der vom Aussterben bedrohte Sterlet soll in der Donau wieder aufleben. Aber die Konkurrenz aus den eigenen Reihen macht es ihm nicht leicht.

VON LISA PFEFFER, MZ

REGENSBURG. Hört man in den Nachrichten vom Stör, geht es meist um edlen Kaviar. Nur wenige wissen, dass die Donau einer der Flüsse mit den bedeutsamsten Vorkommen dieser Art war. Mittlerweile ist der Sterlet jedoch der einzig störrische Fisch, der noch im deutschen und im österreichischen Teil der Donau überlebt hat. Und selbst dieser ist vom Aussterben bedroht.

Die einzige, sich noch fortpflanzende Sterlet-Population, lebt im Donauabschnitt unterhalb des Kraftwerks Jochenstein in der Nähe von Passau. Damit kommt der Region eine besondere Verantwortung für den Erhalt des Sterlets zu. Bisher wusste man jedoch viel zu wenig über den Sterlet, um ihn schützen zu können. Um die Situation wieder zu verbessern und den Sterlet am Aussterben zu hindern, hat man

2013 das „Sterletprojekt“, welches das Büro für Angewandte Gewässerökologie Zauner aus Engelhartszell leitet, ins Leben gerufen. Auch das „Haus am Strom“ im bayerischen Untergriesbach ist daran beteiligt.

Die „Sibirier“ aus dem Baumarkt

Bei dem Projekt sollen grundlegende Fragen geklärt werden: Wie groß ist die letzte, sich fortpflanzende Population? Welche Lebensräume braucht der Sterlet, um sich fortpflanzen? Wo überdauert er den Winter? In welcher Tiefe hält er sich am liebsten auf?

Seit Projektbeginn vor drei Jahren wurden gut 100 Störe bestimmt, was für eine Fischpopulation gefährlich wenig ist. Die Fisch-Ökologen setzen für ihre Forschungen den Fischen Transponder ein und brachten im Donauabschnitt ab Jochenstein stromaufwärts im Abstand von etwa fünf Kilometern Empfänger an. Damit sollte ermittelt werden, in welcher Wassertiefe sich die Sterlets aufhalten.

Ralf Braun, gebürtiger Neumarkter und Leiter der Umweltstation „Haus am Strom“ erzählt: „Ein erstes Ergebnis war, dass sie sich bevorzugt nah am Boden aufhalten – die hohe Tiefe der Donaukolke (Vertiefungen in der Gewässersohle, Anm. d. Red.) im Ab-

schnitt bei Jochenstein könnte ein Grund sein, weswegen der Sterlet hier im Vergleich zu anderen Donauabschnitten überlebt hat.“

Die Tiefstellen dienten auch als Winterquartiere. Die Fische zogen dagegen vor allem im Frühsommer zwischen dem Kraftwerk Aschach bis zum Kraftwerk Jochenstein. Für die 40 Kilometer lange Distanz benötigten sie nur ein bis zwei Tage. Ufernahe und seichte Bereiche suchten sie hingegen fast nie auf. Zum Ärger der Öko-

WO LEBT DER FISCH NOCH?

► **Mit einer Maximalgröße** von einem Meter und einem Gewicht von bis zu zehn Kilo ist der Sterlet der kleinste Vertreter der störrischen Fische.

► **Die Forscher** wollen nun herausfinden, in welchem Ausmaß Sterlet-Wanderungen in weitere Donauabschnitte stattfinden – und ob dort auch Bestände leben.

► **Experte Braun sagt:** „Der nächste große Schritt ist, herauszufinden wann die Fische Laichzeit haben. Wenn man einmal weiß, was sie brauchen, um sich fortpflanzen und wann die beste Zeit dafür ist, muss man schauen, ob es diese Bedingungen noch wo anders gibt oder ob man Laichräume schaffen muss.“

logen stellte sich heraus, dass sich auch Sibirische Störe in diesem Bereich tummeln. Die „Sibirier“ werden von Gartencentern für den Besatz von Gartenteichen verkauft. Wenn die Fische aber zu groß werden, werden sie oft in die Donau geworfen. Das ist ein Risikofaktor, da sich die Sibirischen Störe mit dem Donaustör paaren und die Hybride nur teilweise fruchtbar sind. „Deshalb sollten Gartenteichbesitzer ihre zu groß gewordenen Sterlets nie in die Donau oder einen Fluss werfen. Denn auch die Flüsse führen meist letztendlich in die Donau“, warnt Ralf Braun.

Mit der Treppe an Turbinen vorbei

Ein weiteres Problem sind die Turbinen der Wasserkraftwerke. Die Fische wollen sich frei in der Donau bewegen, geraten jedoch häufig in die Turbinen und sterben. Deshalb sollen jetzt verstärkt „Fischtreppen“ eingerichtet werden, speziell für Grundfische wie den Sterlet. Diese sollen den Fischen erlauben, Turbinen sowie Stauwehre oder Wasserfälle zu überwinden. Das Sterletprojekt soll noch zwei Jahre dauern, ehe dessen Ergebnisse in ein Folgeprojekt fließen – und sich der Sterlet wieder unbeschwert in der Donau bewegen kann.

Abbildung 58: Beitrag in der „Mittelbayerischen“

Ein kurzer **Fachartikel**, der die Projekte zum Schutz von Acipenseriden an der Oberen und Mittleren Donau vorstellt, ist im Mai 2016 in den „Danube News“ erschienen.

Friedrich, Th., Pekarik, L., Reinartz, R. & Ratschan, C. (2016): Restoration programs for the Sterlet (Acipenser ruthenus) in the Upper and Middle Danube. Danube News 18 (33): 4-5.

Im September 2017 wird in Wien die große Tagung „**International Symposium on Sturgeons 8**“ stattfinden. Im Zuge dieses Symposiums werden im Zuge von 2 Vorträgen die Ergebnisse des ggst. Projektes zum aktuellsten Stand präsentiert. Dies wurde bereits vorabgestimmt. Durch das feedback des internationalen Fachpublikums und sich daraus ergebende Kontakte und Diskussionen ist ein großer benefit für das gegenständliche Projekt zu erwarten.

6 Entwicklung eines Folgeprojektes

In Zusammenarbeit mit dem Land OÖ., Abt. Naturschutz wurde ein Konzept für ein Nachfolgeprojekt und ein Interreg Antrag für die Jahre 2017-2020 entworfen und im Dezember 2016 eingereicht. Der Titel des Projektantrags lautet „Projekt ABI 57. Der Sterlet in der bayerisch-oberösterreichischen Donau. Festlegung von Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen und Entfernung invasiver Neozoen“. Antragsteller ist das Land OÖ., Abt. Naturschutz. Als Projektpartner wirkt die Regierung von Niederbayern, Sachgebiet 51 Naturschutz.

7 Anhang

7.1 Quellen

CHEBANOV, M., GALICH, E. V. & ANANYEV, D. V. (2008): Strategy for conservation of sturgeon under the conditions of the Kuban River flow regulation. p. 70-82 In: ROSENTHAL, H., BRONZI, P., SEPZIA, M. & POGGIOLI, C. (Eds.): Passages for fish: overcoming barriers for large migratory species. Proceedings of a Workshop at Piacenza, Italy, 10.6.2006.

DEBUS, L. (1995): Zur Systematik der Störe. Fischer Teichwirt 8: 281–285.

EBERSTALLER, J. & PINKA, P. (2001): Überprüfung der Funktionsfähigkeit der FAH am KW Freudenau. Zusammenfassender Bericht. Verbund Schriftenreihe Band 72. 85 S.

FRANGEZ, C., ESCHELMÜLLER, M., FÜRNEWEGER, G., REIMOSER, J. & WURZER, M. (2009): Endbericht zum EU-Life-Projekt „Vernetzung Donau-Ybbs“. Fischökologisches Monitoring. Univ. f. Bodenkultur Wien, Inst. f. Hydrobiologie und Gewässermanagement. 379 S.

FRIEDRICH, T., SCHMALL, B., RATSCHAN, C. & ZAUNER, G. (2014): Die Störarten der Donau. Teil 3: Sterlet, »Stierl« (*Acipenser ruthenus*) und aktuelle Schutzprojekte im Donaauraum. Österr. Fisch. 67: 167-183.

FRIEDRICH, TH., PEKARIK, L., REINARTZ, R. & RATSCHAN, C. (2016): Restoration programs for the Sterlet (*Acipenser ruthenus*) in the Upper and Middle Danube. Danube News 18 (33): 4-5.

HAVELKA, M., HULÁK, M., RÁB, P., RÁBOVÁ, M., LIECKFELDT, D., LUDWIG, A., RODINA, M., GELA, D., PŠENIČKA, M., BYTYUTSKYY, D. & FLAJŠHANS, M. (2014): Fertility of a spontaneous hexaploid male Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. BMC Genetics 15 (5): 1-10.

HAVELKA, M., KASPAR, V., HULAK, M. & FLAJSHANS, M. (2011): Sturgeon genetics and cytogenetics: A review related to ploidy levels and interspecific hybridization. Folia Zool. 60 (2): 93-103.

HEYNEY, E., KYNARD, B. & ZHUANG, P. (2002): Use of electronarcosis to immobilize juvenile lake and shortnose sturgeons for handling and the effects on their behaviour. J. Appl. Ichthyol. 18: 502-504.

HUDSON, J. M., JOHNSON, J. R. & KYNARD, B. (2011): A Portable Electronarcosis System for Anesthetizing Salmonids and Other Fish. North American Journal of Fisheries Management 31: 335-339.

IANI, M., SUCIU, R., PARASCHIV, M. & MAEREANU, M. (2008): Use of Electro-Narcosis in sturgeon aquaculture in Romania. Abstract Annual Scientific Symposium of DDNI – Tulcea: 18.-20. Sept. 2008.

- JEPSEN, N., SCHRECK, C., CLEMENTS, S. & THORSTAD, E. B. (2005): A brief discussion on the 2% tag/bodymass rule of thumb. In: SPEDICATO, M.T., LEMBO, G. & MARMULLA, G. (Eds.): Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe. Ustica, Italy, 9-13 June 2003. Rome, FAO/COISPA. 295p.
- KERR, S. J., DAVISON, M. J. & FUNNELL, E. (2011): A Review of Lake Sturgeon Habitat Requirements and Strategies to Protect and Enhance Sturgeon Habitat. Fisheries Policy Section, Biodiversity Branch. Ontario Ministry of Natural Resources. Peterborough, Ontario. 58 S.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. 646 S.
- LUDWIG, A., LIPPOLD, S., DEBUS, L. & REINARTZ, R. (2009): First evidence of hybridization between endangered sterlets (*Acipenser ruthenus*) and exotic Siberian sturgeons (*Acipenser baerii*) in the Danube River. Biol. Invasions 11: 753 - 760.
- PAVLOV, D. S. (1989): Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. Fisheries Technical Paper 308. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 97 S.
- RATSCHAN, C., JUNG, M. & ZAUNER (2013): Grundlagen zum Erhalt und zur Entwicklung der Sterletpopulation in der österreichischen Donau. Endbericht Projektsphase 2013. 23 S.
- RATSCHAN, C., ZAUNER, G. & JUNG, M. (2014): Grundlagen für den Erhalt des Sterlets (J00346). Bericht Projektsphase 2014. 55 S.
- RATSCHAN, C. & ZAUNER, G. (2015): Der Sterlet im Oberen Donautal. Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie 2015. Bericht Projektsphase Frühjahr-Sommer 2015. I. A. /Amt d. OÖ. Landesregierung, Abt. Naturschutz. 8 S.
- THORSTAD, E. B., RIKARSEN, A. H., ALP, A. & ØKLAND, F. (2013): The Use of Electronic Tags in Fish Research – An Overview of Fish Telemetry Methods. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13: 881-896.
- VECSEI, P. & HOCHLEITNER, M. (2012): Störfische (Acipenseriformes). Wissenschaft als Kunst. Aqua Tech Publications. 120 S.
- WARREN, J. J. & BECKMAN, L. G. (1993): Fishway use by white sturgeon on the Columbia River. Columbia River Series Report WSG-AS93-02. Washington Sea Grant Program. Marine Advisory Service. Seattle, Washington.
- WINTER, J. D. (1996): Advances in Underwater biotelemetry. In: MURPHY, B.R. & WILLIS, D.W. (Eds.): Fisheries Techniques, 2nd edition. 555-590 pp. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society.

ZAUNER, G., MÜHLBAUER, M. & RATSCHAN, C. (2006): Gewässer- und auenökologisches Restrukturierungspotential an der Oberösterreichischen Donau. Studie im Auftrag der OÖ Landesregierung. 150 S.

ZAUNER, G., JUNG, M., RATSCHAN, C. & MÜHLBAUER, M. (2016): Ökologische Sanierung von Fließstrecken und Stauhaltungen der österreichischen Donau – auf dem Weg zur Zielerreichung nach Wasserrahmenrichtlinie. Österreichs Wasserwirtschaft 68 (7/8). 18 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gutachten Naturschutzabteilung Oberösterreich](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [0835](#)

Autor(en)/Author(s): Ratschan Clemens, Zauner Gerald, Jung Michael

Artikel/Article: [Der Sterlet im oberen Donautal – Identifikation der Laichhabitate mittels Telemetrie. Endbericht 2016 1-70](#)