

HDX-MONITORING WUPPER

UNTERSUCHUNG DER WANDERUNG VON FISCHEN

Untersuchungszeitraum vom 31. Oktober 2013 bis 31. Mai 2014

**Im Auftrag der Bezirksregierung Düsseldorf
und des Wupperverbandes**

**Dipl.-Geogr. O. Engler & Dr. B. Adam
unter Mitarbeit von Dipl.-Biol. V. Stöhr, Dipl.-Biol. V. Burmester,
Dipl.-Biol. S. Gischkat, M. Sc. S. Löwenberg sowie den Fischwirten
P. Stähr, M. Steinheuer und L. Traxl**

**Institut für angewandte Ökologie
Neustädter Weg 25
36320 Kirtorf-Wahlen
Tel.: 06692 / 6044
E-Mail: ifoe@schwevers.de**

Dezember 2014

INHALT

1	Einleitung	1
2	Rechtliche Voraussetzungen	2
	2.1 Tierschutz	2
	2.2 Naturschutz	3
	2.3 Fischerei	3
3	Untersuchungsgebiet	4
	3.1 Wupper	4
	3.2 Projektgebiet Auer Kotten	6
	3.3 Projektgebiet Beyenburger Stausee	15
	3.4 Projektgebiet Reuschenberger Mühle	16
4	Material und Methode	19
	4.1 HDX-Technologie	19
	4.1.1 Technische Grundlagen	19
	4.1.2 Installation der HDX-Anlagen	25
	4.1.3 Markierung von Fischen mit HDX-Transpondern	29
	4.1.4 Datenverarbeitung und -auswertung	29
	4.2 Probanden	31
	4.2.1 Blankaale	31
	4.2.2 Lachssmolts	32
	4.2.3 Anadrome und potamodrome Aufsteiger	34
	4.3 Externe Daten	38
	4.3.1 Gewässerkundliche Daten	38
	4.3.2 Betriebsdaten des Wasserkraftwerks Widder am Auer Kotten	38
	4.4 Chronologie des Projektverlaufs	39

5	Befunde	41
5.1	Hydrologische und chemisch-physikalische Messwerte	41
5.1.1	Wasserstand	41
5.1.2	Wassertemperatur	42
5.2	Technische Befunde	42
5.2.1	Betrieb des Wasserkraftwerks Widdert am Auer Kotten	42
5.2.2	Technische Funktion der Bypässe	44
5.2.3	Betriebssicherheit der HDX-Anlagen	47
5.2.4	Lesequoten der HDX-Antennen	49
5.3	Biologische Befunde	56
5.3.1	Abwanderung von Aalen und Lachssmolts	56
5.3.2	Aufwanderung anadromer und potamodromer Arten	73
6	Fazit und Ausblick	78
7	Literatur	85
	Anhang	87

1 EINLEITUNG

Die Wupper ist eines der wenigen Gewässer Nordrhein-Westfalens, die als Vorranggewässer sowohl für anadrome, wie auch katadrome Arten ausgewiesen wurden (DUMONT et al. 2005). Entsprechend ist hier die Wiederherstellung der stromauf- und -abwärts gerichteten Durchgängigkeit ein prioritäres Sanierungsziel und deshalb gelten höhere Anforderungen, als in den meisten anderen Gewässern des Landes (MUNLV 2009).

Vor diesem Hintergrund wurde der Weiterbetrieb des Wasserkraftwerks Widdert am Standort Auer Kotten von der STADT SOLINGEN (2009) nur unter der Auflage erlaubt, dass ein Feinrechen zum Schutz von Fischen vor einem Eindringen in die Turbine sowie diverse Bypässe zur Gewährleistung der ungefährdeten Abwanderung installiert und betrieben werden. Des Weiteren wurde die Auflage erteilt, die Wirksamkeit dieser Fischschutz- und Abstiegsanlagen mit einem fischökologischen Monitoring zu überprüfen. Zudem war neben dem Neubau eines Fischpasses am Ausleitungswehr eine weitere Fischaufstiegsanlage unmittelbar am Kraftwerk zu errichten. Auch diese beiden Fischwege galt es, einem Monitoring zu unterziehen. Schließlich benötigte die Bezirksregierung Düsseldorf über den Wehr- und Wasserkraftstandort Auer Kotten hinaus reichende Informationen über die Wirksamkeit der in den vergangenen 20 Jahren zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit in der Wupper ergriffenen Maßnahmen.

Um diese verschiedenen Aspekte großräumig, zeit- und kosteneffizient miteinander kombiniert untersuchen zu können, wurde das Institut für angewandte Ökologie von der Bezirksregierung Düsseldorf und dem Wupperverband gemeinsam mit der Durchführung eines fischökologischen Monitorings unter Anwendung der HDX-Technologie beauftragt. Diese Technologie bietet im Gegensatz zu herkömmlichen fischökologischen Untersuchungsmethoden den Vorteil, dass das Wanderverhalten von Fischen, die zuvor mit sehr kleinen Transpondern lebenslang individuell gekennzeichnet werden, mit Hilfe von Antennen in den Wanderkorridoren automatisch sowohl räumlich als auch zeitlich exakt dokumentiert werden kann.

Das Monitoring fokussierte dabei auf den Kraftwerksstandort Auer Kotten sowie die Fischaufstiegsanlage am Beyenburger Stausee. Am Auer Kotten wurde im Spätsommer 2013 eine große Anzahl von HDX-Antennen eingebaut, um sodann oberstrom des Kraftwerks im Herbst 2013 transpondierte Blankaale und im Frühjahr 2014 entsprechend markierte Lachssmolts auszusetzen. Auf diese Weise wurde die Auffindbarkeit, Attraktivität und

Passierbarkeit der potenziell vorhandenen Abwanderkorridore identifiziert und bewertet. Parallel dazu wurde in begrenztem Umfang auch die Aufwanderung anadromer und potamodromer Arten untersucht, die im Unterlauf der Wupper gefangen und transpondiert worden waren. Am Staubauwerk des weit stromaufwärts des Auer Kotten gelegenen Beyenburger Stausees wurden die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen, auch die Fischwanderungen in der dortigen Fischaufstiegsanlage zu überwachen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert das technisch-methodische Vorgehen sowie die Befunde und Erkenntnisse, die in der Zeit vom 31. Oktober 2013 bis zum 31. Mai 2014 in den Projektgebieten Auer Kotten und Beyenburger Stausee im Rahmen des fischökologischen Monitorings gewonnen wurden.

An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass das HDX-Projekt unter Ausrüstung weiterer Wasserkraftstandorte mit HDX-Antennen sowie einer Ausdehnung des Besatzes transpondierter Fische in der Wupper fortgeführt werden soll. Ziel dabei ist es, die Fischbewegungen über eine Strecke von mehr als 60 Flusskilometern zu überwachen, wobei die Aufwanderung anadromer und potamodromer Arten über die verschiedenen Querbauwerke und Fischaufstiegsanlagen in der Wupper im Fokus stehen wird.

2 RECHTLICHE VORAUSSETZUNGEN

Als Voraussetzung für die Durchführung des Projektes waren verschiedene behördliche Genehmigungen erforderlich.

2.1 TIERSCHUTZ

Bei jeder Art der Kennzeichnung von Fischen handelt es sich gemäß TierSchG (2013) um einen Tierversuch. Entsprechend wurde bei der zuständigen Fachbehörde 84 des LANUV ein Antrag auf Genehmigung der intraabdominalen Markierung von 300 Blankaalen, 1.000 Lachssmolts sowie 500 Wildfischen aus der Wupper mit HDX-Transpondern eingereicht. Dieses Tierversuchsvorhaben mit der Kurzbezeichnung „HDX am Auer Kotten“ wurde mit Aktenzeichen 84-02.04.2013.A130 am 22. April 2013 genehmigt (Anhang I). Die Markierung von Fischen mit HDX-Transpondern wurde von Mitarbeitern des Instituts für angewandte Ökologie durchgeführt, die ein FELASA-Zertifikat besitzen, das sie als Experimentatoren zur Durchführung solcher Eingriffe an Fischen legitimiert.

2.2 NATURSCHUTZ

Der Fang der für die HDX-Markierung benötigten Aufsteiger anadromer und potamodromer Arten sollte in den Monaten Oktober/November 2013 mittels einer oberwasserseitig der Fischaufstiegsanlage am Wehr der Reuschenberger Mühle exponierten Garnreuse erfolgen. Um eine kontinuierliche Wartung des Fanggerätes sicherzustellen sowie Vandalismus und Diebstahl vorzubeugen, war hierbei eine permanente Präsenz von Personal vor Ort notwendig. Als Übernachtungs- und Aufenthaltsmöglichkeit wurde deshalb am Wehr der Reuschenberger Mühle ein Wohnwagen aufgestellt, sowie ein Generator zur Stromversorgung. Dieser Bereich ist in einem Landschaftsschutzgebiet gelegen, so dass eine entsprechende Genehmigung notwendig war, die von der zuständigen Unteren Landschaftsbehörde erteilt wurde.

2.3 FISCHEREI

Weil sich der Fang von anadromen und potamodromen Fischen mittels Garnreuse aufgrund widriger Wetterbedingungen und Hochwässern als undurchführbar erwies, wurde in Absprache mit den Fischereibehörden der Bezirksregierungen Köln und Düsseldorf entschieden, statt dessen eine Elektrobefischung im Unterwassergraben der Reuschenberger Mühle durchzuführen. Die Genehmigung hierzu wurde am 22. Oktober 2013 vom Fachbereich Umwelt der Stadt Leverkusen erteilt (Anhang II).

3 UNTERSUCHUNGSGEBIET

3.1 WUPPER

Die Wupper ist ein 118 km langer, rechter Zufluss des Rheins, der ein Einzugsgebiet von 813 km² im nordwestlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges entwässert. Sie mündet bei Leverkusen mit einer durchschnittlichen Wasserführung von 14,7 m³/s in den Rhein. Hydrologisch lässt sich die Wupper durch die in Tab. 1 aufgeführten Hauptkennzahlen charakterisieren. In Abb. 1 ist die Abfluss-Dauerlinie dargestellt.

Tab. 1: Hydrologische Hauptkennzahlen der Wupper am Pegel Glüder für die Jahre 1988 bis 2004 (aus: DUMONT & BAUERFEIND 2006)

Abfluss	Wert
MNQ	5,09 m ³ /s
Q ₃₀	6,20 m ³ /s
MQ	13,7 m ³ /s
Q ₃₃₀	26,5 m ³ /s
MHQ	126 m ³ /s
HQ	184 m ³ /s

Das Projektgebiet des fischökologischen Monitorings beschränkte sich auf die Untere Wupper, also den ca. 74 km langen Flusslauf zwischen der Wuppertalsperre und der Mündung in den Rhein. In diesem Gewässerabschnitt befinden sich insgesamt 14 Wehrstandorte (Abb. 2).

Die nachfolgend beschriebenen Arbeiten konzentrierten sich auf den Wasserkraftstandort Auer Kotten, das dritte Wanderhindernis in der Wupper, etwa 21,5 km oberhalb der Mündung (Kap. 3.2). Darüber hinaus wurden auch in der Fischaufstiegsanlage am Stauwerk des Beyenburger Stausees HDX-Antennen installiert (Kap. 3.3). Hierbei handelt es sich stromaufwärts der Wupper-Mündung um das 12. Hindernis in etwa 64 km Entfernung. Der Fang und die Markierung von Fischen anadromer und potamodromer Arten erfolgte schließlich im Unterwassergraben der Wasserkraftanlage Reuschenberger Mühle, die ca. 4,5 km stromauf der Mündung gelegen ist (Kap. 3.4).

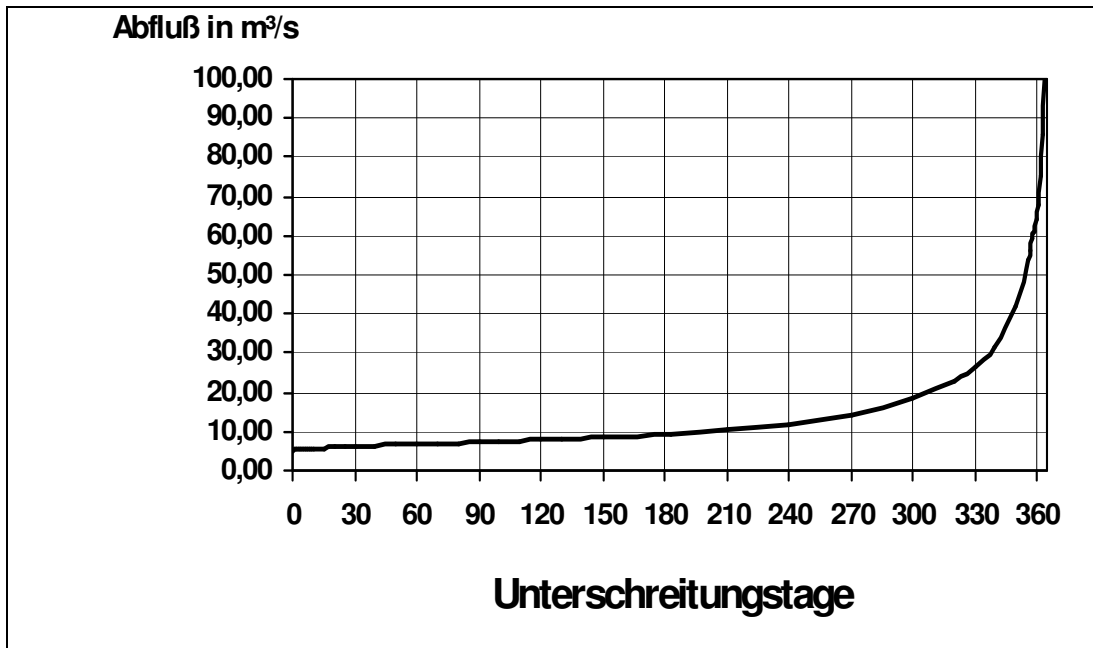


Abb. 1: Abfluss-Dauerlinie der Wupper am Pegel Glüder für die Jahre 1998 bis 2004 (aus: DUMONT & BAUERFEIND 2006)

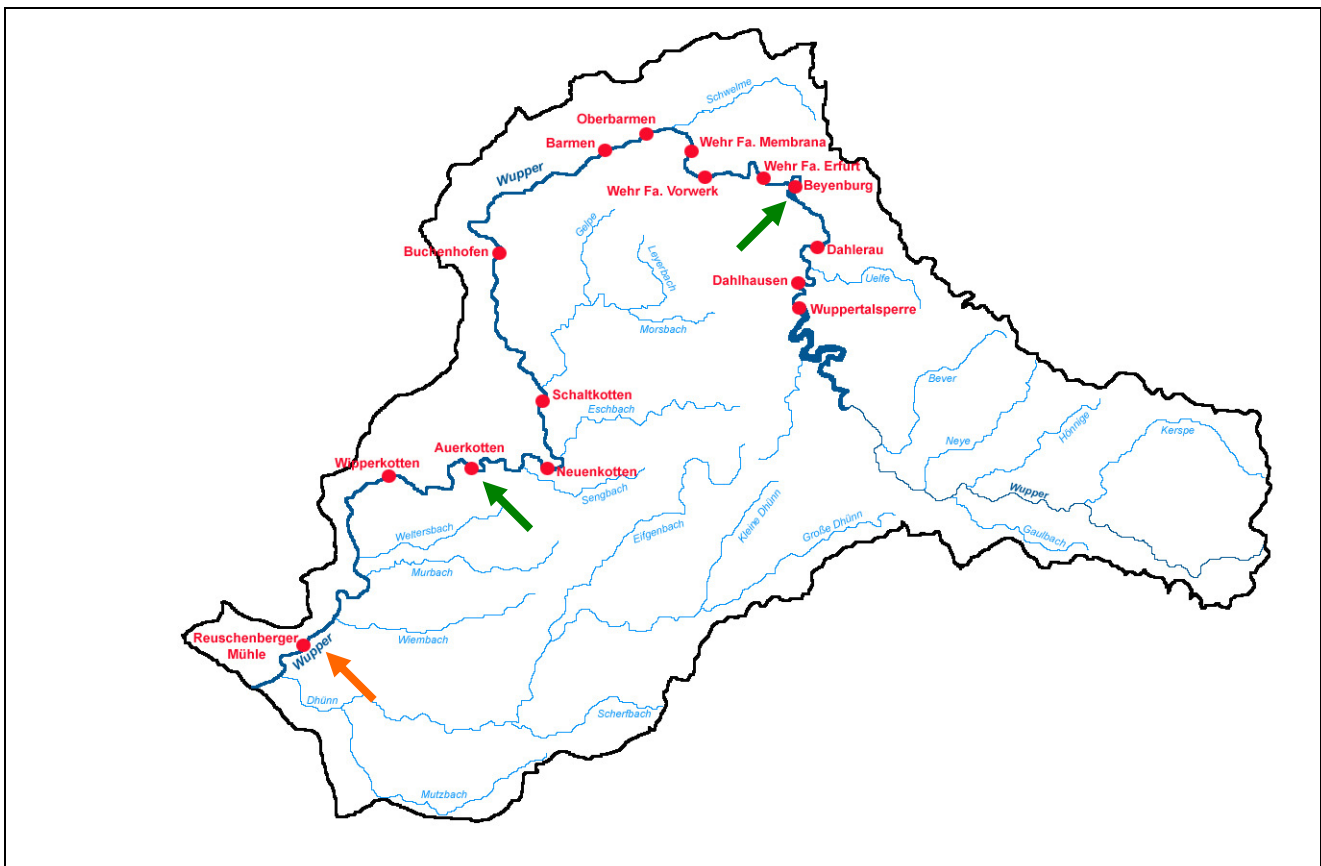


Abb. 2: Wuppereinzugsgebiet mit den drei Projektarealen; HDX-Standorte = grüne Pfeile, Ort des Fangs und der Markierung von Fischen = oranger Pfeil

3.2 PROJEKTGEBIET AUER KOTTEN

Beim Auer Kotten handelt es sich um eine seit Jahrhunderten zur Erzeugung von Energie aus Wasserkraft genutzte Anlage. Im Jahr 1965 wurde an diesem Ausleitungsstandort das Kleinwasserkraftwerk „Widdert“ in Betrieb genommen. Die gesamte Anlage besteht aus dem Ausleitungswehr, einem langen Oberwassergraben zum Krafthaus und einem kurzen Unterwassergraben sowie dem parallel verlaufenden Mutterbett (Abb. 3).



Abb. 3: Ausleitungsstandort Auer Kotten mit dem Wasserkraftwerk Widdert (aus: Google Earth, Oktober 2014)

Am rechten Ufer des ca. 70 m langen, unbeweglichen Wehres mit Klappenaufsätzen schließt der ca. 350 m lange und 10 bis 15 m breite Oberwassergraben an, der mit einer 6-feldrigen Schützanlage abgesperrt werden kann (Abb. 4 und 5).

Die Wehranlage besteht aus folgenden Teilen:

- Am linken Ufer des Einlaufs in den Obergraben ist ein Leerschuss vorhanden, der bedarfsweise zwecks Stauraumpülung zum Mutterbett hin geöffnet werden kann (Abb. 4).
- Es folgt die Wehrkrone, deren Oberkante auf 78,21 bis 78,29 mNN liegt. Das Wehr besteht auf einer Länge von ca. 27 m aus einer Spundwand.
- Es schließt sich ein weiterer unbeweglicher Wehrabschnitt von etwa 36 m Breite an, der vor einigen Jahren mit Stauklappenaufsätzen versehen wurde, um das Stauziel auf 77,32 mNN zu erhöhen (Abb. 6). Die Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser beträgt bei Mittelwasser ca. 1,85 m, reduziert sich jedoch bei erhöhten Abflüssen mit zunehmender Überströmung des Wehres.
- Den Übergang zum linken Ufer der Wupper bildet ein ca. 7 m breiter Zwickel. Der hier ursprünglich eingebaute und vollkommen funktionsuntüchtige Beckenpass wurde im Jahr 2010 durch einen Raugerinne-Beckenpass ersetzt (Abb. 6 und 7). Seine aus 13 unregelmäßigen, aus Wasserbausteinen gesetzten Becken mit etwa 0,4 m breiten Durchlässen hat eine Gesamtlänge von ca. 40 m, wobei etwa die Hälfte der Länge ins Unterwasser vorgebaut ist. Die Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken ist auf 0,135 m ausgelegt.

Stromab des Wehrkörpers schließt sich das ca. 450 m lange Mutterbett an, dessen Breite zwischen 25 und 40 m variiert (Abb. 8). Als Mindestabfluss im Mutterbett wurden 1.200 l/s festgelegt (STADT SOLINGEN 2009), die sich wie folgt zusammensetzen:

- 500 l/s über den Raugerinne-Beckenpass,
- 450 l/s über eine der Stautafeln des Wehres,
- ca. 250 l/s aufgrund von Undichtigkeiten des Wehrkörpers

Im Krafthaus ist eine vertikale Kaplan-Turbine der Firma Voith aus dem Jahr 1965 installiert (Abb. 9). Der Ausbaudurchfluss beträgt 14 m³/s, die Ausbaufallhöhe ca. 3 m (DUMONT & BAUERFEIND 2006). An das Kraftwerk schließt sich der ca. 60 m lange Unterwassergraben an, über den der Abfluss zurück in die Wupper geleitet wird (Abb. 10).



Abb. 4: Schützbauwerk zur Absperrung des Einlaufs in den Oberwassergraben zum Kraftwerk mit seitlich angeordnetem Leerschuss



Abb. 5: Trapezprofil des Oberwassergrabens in gelenztem Zustand



Abb. 6: Raugrinne-Beckenpass am Ausleitungswehr

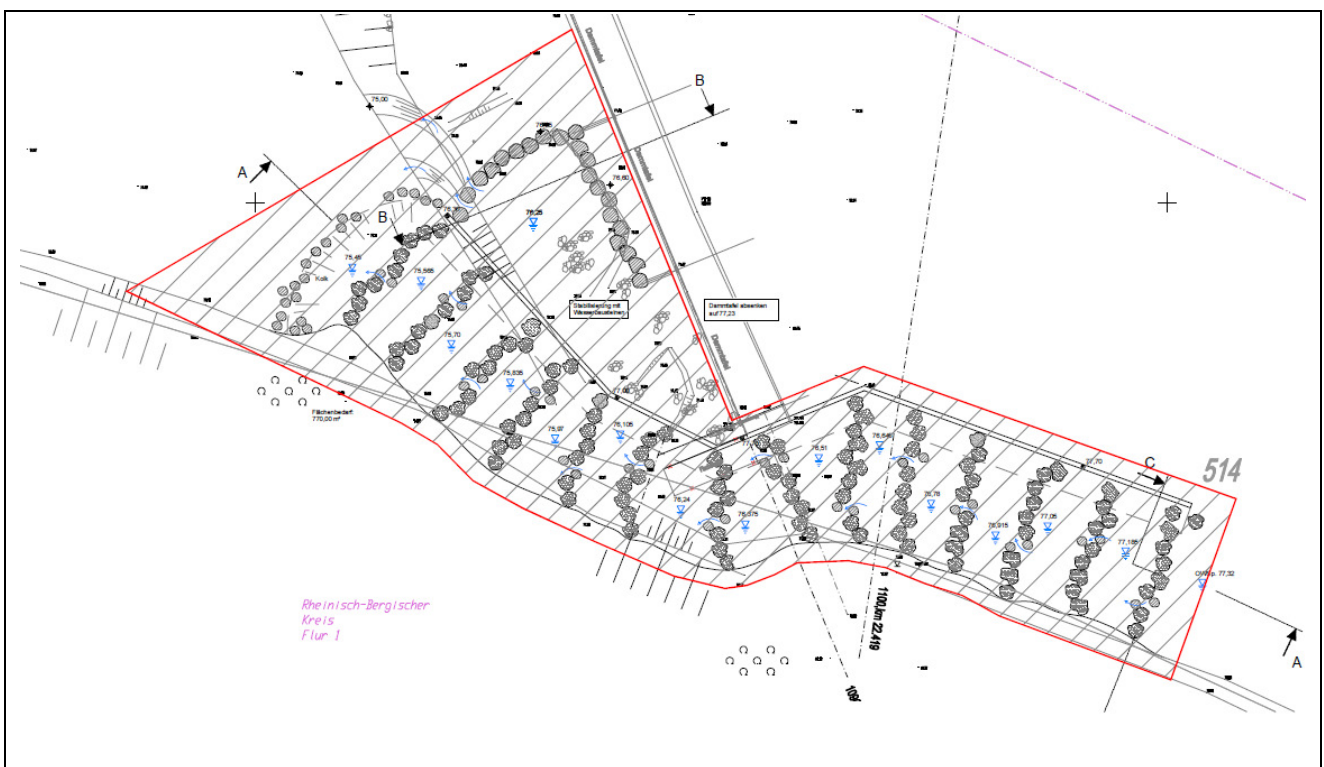


Abb. 7: Planzeichnung des Raugrinne-Beckenpasses am Ausleitungswehr (Zeichnung: Ingenieurbüro Floecksmühle)



Abb. 8: Mutterbett des Auer Kotten



Abb. 9: Die vertikale Kaplan-Turbine des Wasserkraftwerks Widdert (Photo: DUMONT & BAUERFEIND 2006)



Abb. 10: Unterwassergraben des Kraftwerks mit daneben liegendem Einstieg in den neu erbauten Schlitzpass

Auf Basis des Planfeststellungsbeschlusses der STADT SOLINGEN (2009) wurden an dem Wasserkraftwerk Widdert (Abb. 11) im Jahr 2012 umfangreiche Baumaßnahmen zum Schutz von Fischen vor einem Eindringen in die Turbine sowie zur Gewährleistung der auf- und abwärts gerichteten Durchgängigkeit durchgeführt:

- Der Turbineneinlauf wurde mit einem völlig neuen Einlaufbauwerk ausgestattet. Anstelle des ehemaligen 35 mm-Rechens wurde ein 12 mm-Rechen mit horizontalen Rechenstäben eingebaut. Dieser Rechen ist schräg in einem Winkel von 30° zur Anströmung angeordnet (Abb. 12). Er wird durch einen automatischen, waagrecht verfahrenen Rechenreiniger von Treibgut befreit. An seinem stromabwärtigen Ende ist ein Leerschuss angeordnet, dessen Schwallklappe zum Zweck der Rechenreinigung gelegt wird, um so Treibgut und Geschwemmsel ins Mutterbett abzuführen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, ein sohlennahes Schütz zu ziehen, um Getreibsel und Sedimente weiterzugeben.
- Am stromabwärtigen Ende des Rechens wurde ein bodennaher Bypass angeordnet (Abb. 12). Dessen quadratische Öffnung ist 0,3 m hoch und breit. Er führt über eine Rohrleitung in ein Kontrollbecken, das mit einem Überlauf in das Mutterbett ausgestattet ist.

- Ein zweiter Bypass befindet sich an der Wasseroberfläche, oberhalb des bodennahen Bypasses (Abb. 12). Die Bypassöffnung hat Dimensionen von 0,3 x 0,6 m. Von dieser Öffnung führt die Bypassleitung in ein Kontrollbecken, das über einen Schlitz mit der Fischaufstiegsanlage in Verbindung steht.
- Schließlich wurde oberhalb des Einlaufrechens eine 12 m breite und etwa 0,6 m hohe Öffnung angeordnet (Abb. 12), die in den oberflächennahen Bypass einmündet. Zum Schutz gegen Verkläuerung ist diese Öffnung mit einem Horizontalrechen von 35 mm lichter Weite versehen, der gemeinsam mit dem Einlaufrechen vom selben Rechenreiniger gereinigt wird. Dieser Abwanderweg wird nachfolgend als „Smoltbypass“ bezeichnet.
- Zur Gewährleistung des Fischaufstiegs wurde am Wasserkraftwerk ein Schlitzpass errichtet (Abb. 13). Der Einstieg im Unterwasser befindet sich unmittelbar neben dem Saugschlauch (Abb. 10). Von hier aus wendet das Gerinne zunächst Richtung Unterwasser, vollzieht dann eine 180°-Kehre und verläuft parallel zum Kraftwerksgebäude stromauf, quert in einem Kanal das Einlaufbauwerk und mündet schließlich seitlich neben dem oberstromigen Ende des Rechens in den Oberwassergraben (Abb. 14). Diese Fischaufstiegsanlage besteht aus 25 Becken, die im Regelfall 2,95 m lang und 1,8 m breit sind. Die Höhendifferenz zwischen den einzelnen Becken beträgt 0,15 m, die Schlitz haben eine lichte Weite von 0,3 m. Der Abfluss erreicht ca. 400 l/s.



Abb. 11: Oberwasseransicht des Wasserkraftwerks Widdert (Photo: Ingenieurbüro Floecksmühle)

Abb. 12: Einlaufbauwerk des Wasserkraftwerks mit Horizontalrechen und Smoltbypass darüber, oberflächen- und bodennaher Bypassöffnung sowie Leererschuss mit Spülschütz bei gelenztem Oberwasser (Photo: Ingenieurbüro Floecksmühle)

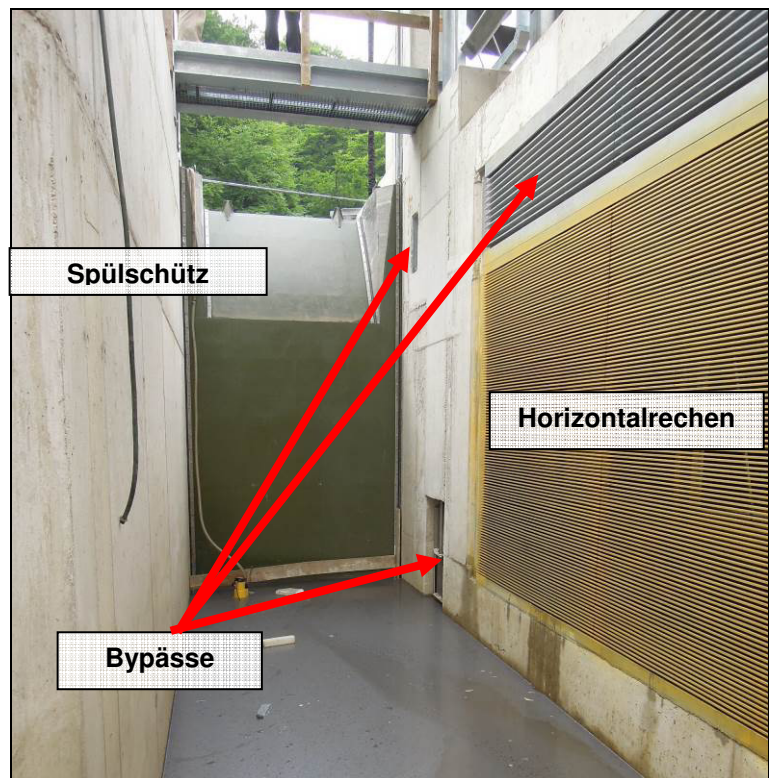


Abb. 13: Schlitzpass neben dem Krafthaus

Abb. 14: Ausstieg aus dem Schlitzpass, seitlich neben dem Horizontalrechen im Oberwasser (Photo: Ingenieurbüro Floecksmühle)



Für den Besatz markierter Blankaale und Lachssmolts wurden oberhalb des Auer Kotten zwei Besatzpunkte ausgewiesen (Abb. 15):

- Besatzpunkt 1 befindet sich im Oberwassergraben, wenige Meter unterhalb des Einlaufbauwerks und damit ca. 300 m stromauf von der Wasserkraftanlage.
- Als Besatzpunkt 2 wurde eine gut zugängliche Stelle am linken Ufer kurz oberhalb der Straßenbrücke in Glüder festgelegt. Die Entfernung zum Auer Kotten beträgt ca. 3 km.

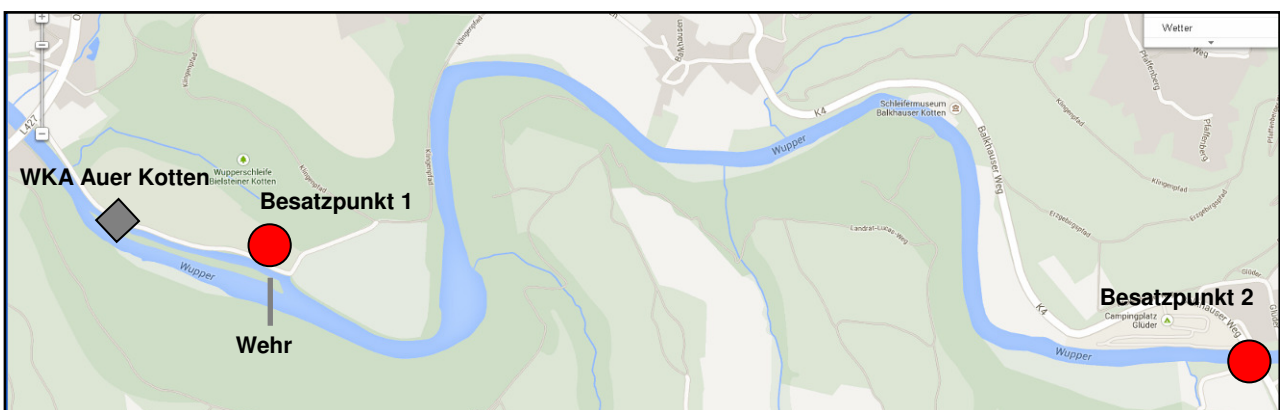


Abb. 15: Besatzpunkte 1 und 2 stromauf des Auer Kotten

3.3 PROJEKTGEBIET BEYENBURGER STAUSEE

Der Beyenburger Stausees (Abb. 16) wurde in den 1950er Jahren stromauf einer Schlinge der Wupper errichtet. Er ist mehr als 60 km von der Mündung der Wupper in den Rhein entfernt und sein ca. 6 m hoher Staudamm bildet das 9. Wanderhindernis für Fische stromauf des Auer Kotten. Zur Hochwasserentlastung wurde eine Fischbauchklappe in die Dammkrone integriert. Der Staudamm bildet das Ausleitungswehr eines am linken Ufer gelegenen Stollenkraftwerks, das den gesamten Höhenunterschied zwischen dem Oberwasser des Stausees und dem Zusammenfluss des Mutterbettes mit dem Unterwassergraben nutzt. Am rechten Ufer des Staubauewerks wurde im Jahr 2011 im Zuge von Sanierungsarbeiten ein etwa 190 m langes, weitläufiges Umgehungsgerinne in Riegelbauweise errichtet, dessen Einstieg unmittelbar am Fuße des neben dem Krafthaus anschließenden beweglichen Wehrabschnittes liegt (Abb. 17).

Am Ein- und am Auslauf dieser Fischaufstiegsanlage wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes jeweils eine HDX-Antenne installiert. Anders als am Auer Kotten wurden allerdings im Bereich des Beyenburger Stausees keine mit HDX-Transpondern markierten Fische in der Wupper besetzt. An diesem Standort konnten im Laufe der Untersuchung folglich nur solche Fische detektiert werden, die erfolgreich aus dem Unterlauf der Wupper bis hierher aufgewandert waren.



Abb. 16: Wehr des Beyenburger Stausees
(Foto: www.wz-newsline vom 02. 05. 2004)

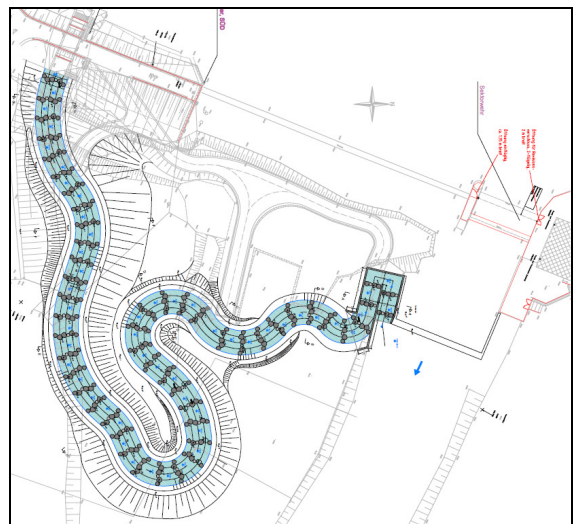


Abb. 17: Planzeichnung des Umgehungsgerinnes

3.4 PROJEKTGEBIET REUSCHENBERGER MÜHLE

Der Wasserkraftstandort der Reuschenberger Mühle liegt nur etwa 5 km stromauf der Mündung der Wupper in den Rhein. An dem Ausleitungswehr war bereits im Jahr 1999 eine 20 m breite Fischrampe in Riegelbauweise errichtet worden, die etwa 2/3 der Wehrbreite einnimmt und deren Einstieg unmittelbar auf Höhe der Tosbeckenendschwelle liegt. (Abb. 18). Zudem war am Zusammenfluss des Unterwassergrabens zum Mutterbett eine Aufwandersperre installiert worden, um aufwanderwilligen Fischen den Weg in den Unterwassergraben zu verwehren und sie stattdessen zur Fischaufstiegsanlage am Wehr zu zwingen. Die Aufwandersperre besteht aus einem in Fließrichtung leicht ansteigenden Tiroler Rechen, der einen unterwasserseitigen, etwa 1 m tiefen Kolk überkragt. Auf diese Weise wird ein etwa 0,4 m hoher Überfall erzeugt, der für Fische nicht überwindbar sein sollte (Abb. 19), ohne die stromauf gelegene Wasserkraftanlage durch Rückstau zu beeinträchtigen.



Abb. 18: Fischrampe am Ausleitungswehr der Reuschenberger Mühle



Abb. 19: Gefällesprung an der Aufwandersperre im Unterwassergraben der Reuschenberger Mühle

Zum Fang von Aufwanderern anadromer und potamodromer Arten wurde eine Garnreuse im Oberwasser der Fischaufstiegsanlage am Ausleitungswehr installiert und es wurde eine Elektrofischerei in dem ca. 750 m langen Unterwassergraben durchgeführt. Nach der Markierung wurden die Tiere im Oberwasser des Wehres an Besatzpunkt 3 wieder freigelassen (Abb. 20). Von hier müssen sie etwa 17 Gewässerkilometer bis zum Auer Kotten zurücklegen und dabei das als passierbar eingeschätzte Wehr des Wipperkotten überwinden (Abb. 21).

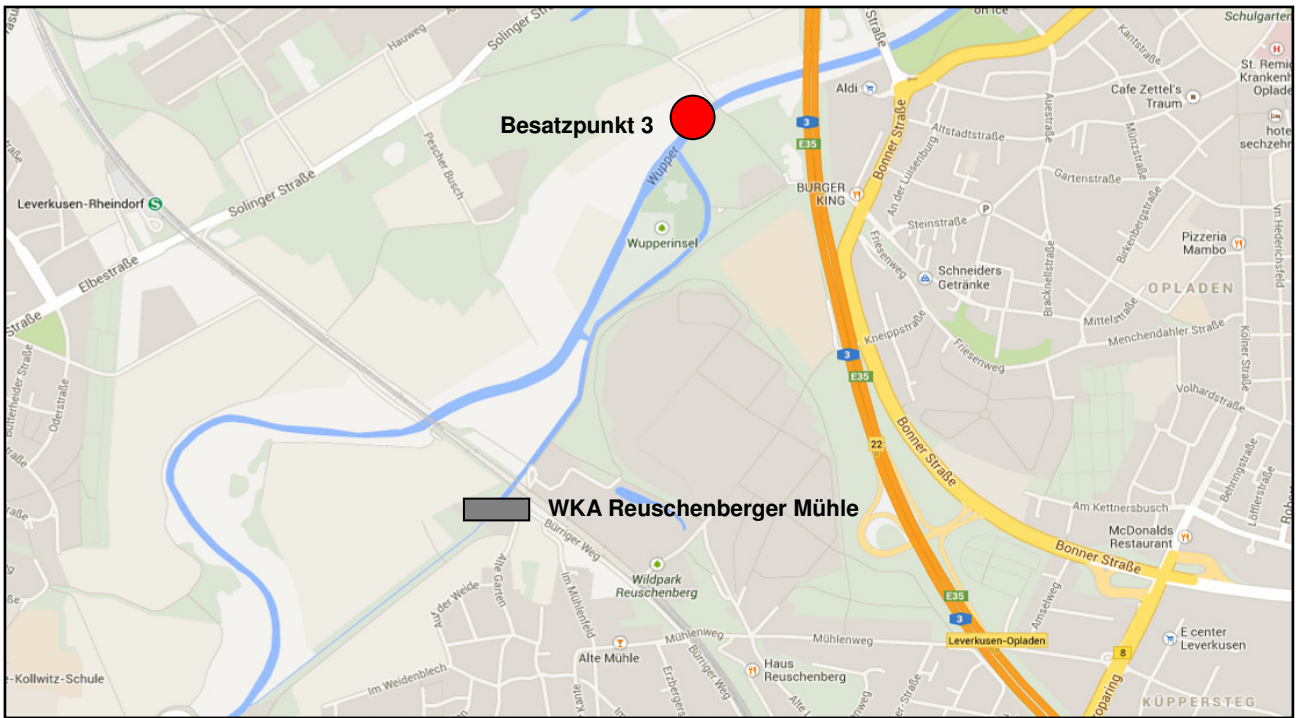


Abb. 20: Besatzpunkt 3 oberhalb des Ausleitungswehres der Reuschenberger Mühle



Abb. 21: Wehr des Wipperkotten mit Fischrampe im Vordergrund

4 MATERIAL UND METHODE

Die HDX-Transpondertechnik wird seit den 1990er Jahren weltweit zur Erforschung des Wanderverhaltens von Fischen eingesetzt. In Europa und vor allem in Deutschland kam sie bislang allerdings nur selten zum Einsatz. So bildet die vorliegende Untersuchung gemeinsam mit einem langfristigen, groß angelegten Monitoringprogramm an der Elbe-Staustufe in Geesthacht europaweit das größte derartige Projekt (MAST et al. 2013). Nachfolgend werden das Funktionsprinzip, die grundlegenden Bestandteile sowie die methodischen Vorzüge und Grenzen der HDX-Technologie näher erläutert. Außerdem werden Herkunft, Markierung und Besatz der gekennzeichneten Fische beschrieben und der zeitliche Ablauf der bisherigen Untersuchungen skizziert.

4.1 HDX-TECHNOLOGIE

4.1.1 Technische Grundlagen

Bei der vorliegenden Untersuchung werden so genannte „Half-Duplex“-Transponder (kurz: HDX) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein glasummanteltes Implantat mit einem Ferritkern und einer Kupferspule im Inneren (Abb. 22). HDX-Transponder sind in unterschiedlichen Größen erhältlich. An der Wupper kommen sie in Längen von 23 und 32 mm sowie mit einem Durchmesser von jeweils 3,9 mm zum Einsatz.

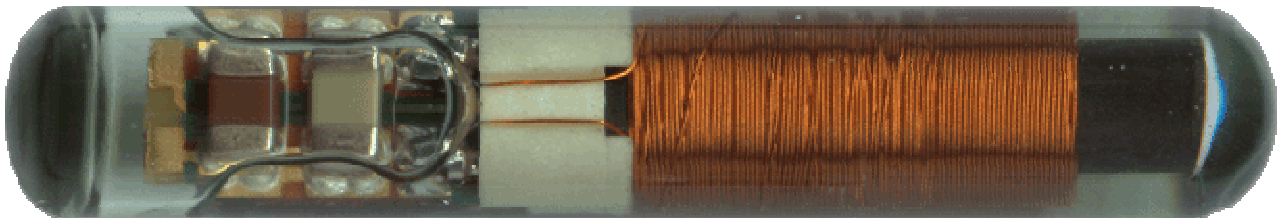


Abb. 22: HDX-Transponder (vergrößert)

Daneben sind HDX-Antennen zur Registrierung der Transponder erforderlich. Gelangt ein Transponder in den Schwingkreis einer solchen HDX-Antenne, wird er energetisch aufgeladen und damit aktiviert, d. h. er sendet seinen Identifikationscode (kurz: ID-Code) als Signal auf einer Frequenz von 134,2 kHz aus. Die HDX-Antenne empfängt dieses Signal und leitet es an ein Lesegerät weiter, das den ID-Code entschlüsselt. Auf einem PC wird dieser Code dann zusammen mit der Adresse der Antenne (Antennennummer) sowie dem Datum und der Uhrzeit des Leseereignisses in einer Datei gespeichert (Abb. 23).

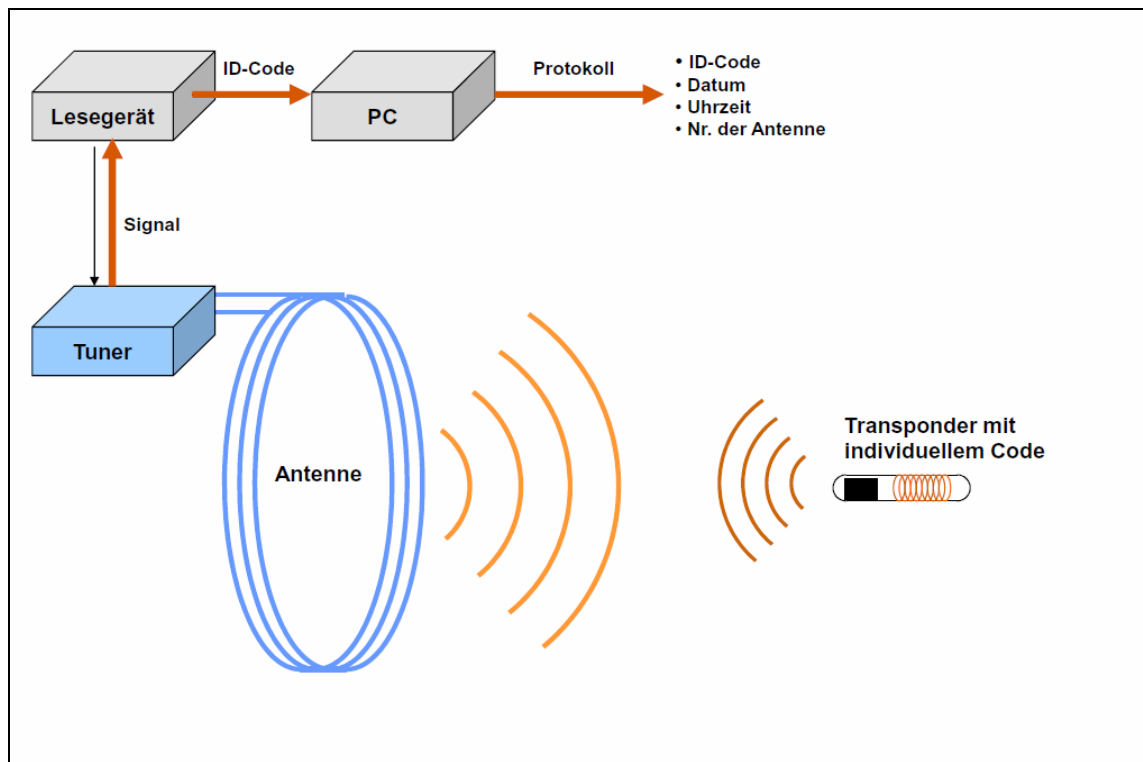


Abb. 23: Funktionsprinzip der HDX-Technologie

Bei einer HDX-Antenne handelt es sich grundsätzlich um ein spulenartig in eine bis mehrere Windungen gelegtes Kabel. Nur wenn der Schwingkreis des mittels dieser Spule erzeugten elektromagnetischen Feldes exakt mit der Frequenz des Transponders übereinstimmt, ist sowohl die energetische Kopplung der Antenne zur Aktivierung eines Transponders, als auch der Empfang des ID-Codes des Transponders möglich. Die Erzeugung dieses elektromagnetischen Schwingkreises wird mit Hilfe eines Tuners bewerkstelligt, der stets in unmittelbarer Nähe zur Antenne wasser- und auch feuchtigkeitsgeschützt montiert werden muss (Abb. 24).

Der Transformator für die Energieversorgung der Antennenanlage, die Lesegeräte einer jeden Antenne sowie ein PC zur Steuerung der Antennenanlage und Datenaufzeichnung sind in einem belüfteten und beheizbaren Schaltschrank untergebracht (Abb. 25). Da die zulässige Kabellänge zwischen einem Tuner und seinem Lesegerät begrenzt ist, mussten am Auer Kotten sowohl am Wasserkraftwerk als auch an dem weit entfernten Ausleitungswehr zwei separate Schaltschränke aufgestellt werden. Am Beyenburger Stausee hingegen reichte die Installation eines einzigen Schaltschranks aus.



Abb. 24: Hochwassersicher aufgeständerte Tunerboxen; links mit geöffnetem Deckel



Abb. 25: Schaltschrank am Auer Kotten mit Transformator, Sicherungen, einem PC und den Lesegeräten in einem separat abgeschirmten Gehäuse (oben rechts)

Für das Monitoring wurden zwei verschiedene Antennentypen verwendet:

- Bei so genannten „schwimm durch“-Antennen durchschwimmen die transpondierten Fische den Schwingkreis der Antenne. Solche Antennen werden in der Regel als feste Rahmen aus Kunststoff oder Holz gefertigt (Abb. 26). Auch werden verschiedentlich flexible Seilantennen ohne einen stabilisierenden Rahmen installiert, deren Kabel gegen äußere Beanspruchungen weitgehend ungeschützt ist (Abb. 27).
- An für Rahmenantennen zu breiten, aber flach überströmten Gewässerstellen können am Gewässergrund fixierte „schwimm drüber“-Antennen eingesetzt werden (Abb. 28). Von solchen Antennen wird ein Transponder gelesen, wenn sein Träger über die Antenne hinweg schwimmt.

Alle im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eingesetzten HDX-Antennen wurden vom Institut für angewandte Ökologie selbst entwickelt und getunt. Die Anfertigung von Rahmenantennen aus Polyethylen (kurz: PE) oder Holz wurde bei Drittfirmen in Auftrag gegeben.



Abb. 26: Aus Holz gefertigte Rahmenantenne Nr. 3 am Turbinenauslauf des Kraftwerks



Abb. 27: Als Seilantenne konstruierte „schwimm durch“-Antenne Nr. 14 am Ausstieg des Raugerinnes am Ausleitungswehr



Abb. 28: Auf dem Gewässergrund des Mutterbettes am Auer Kotten fixierte „schwimm drüber“-Antenne Nr. 10

Grundsätzlich bietet die HDX-Technologie folgende Vorteile für die Markierung von aquatischen Organismen sowie für die Verfolgung ihrer klein- und großräumigen Wanderbewegungen:

- Die Markierung ist individuell und unverwechselbar.
- Der Transponder benötigt keine eigene Energiequelle, d. h. keine Batterie, weshalb einmal markierte Individuen ihr gesamtes Leben lang redetektiert werden können.
- Die geringe Größe der HDX-Transponder minimiert den operativen Eingriff, der zur Markierung der Tiere notwendig ist, so dass deren Mortalität äußerst gering ist.
- Eine zeit- und positionsgenaue Registrierung transpondierter Tiere ist sowohl mittels tragbarer Handlesegeräte, als auch automatisch durch stationäre Antennen möglich.
- Im Vergleich mit telemetrischen Sendern sind HDX-Transponder wesentlich kostengünstiger, so dass bei gleichem Budget eine weitaus größere Anzahl von Individuen markiert werden kann.

Allerdings ergeben sich aus den Eigenschaften der HDX-Technologie auch Restriktionen, die insbesondere bei fischökologischen Freilandprojekten zu berücksichtigen sind:

- Der Leseabstand zwischen HDX-Transponder und zugehöriger HDX-Antenne ist auf etwa 1,5 m begrenzt. Entsprechend lassen sich Gewässerquerschnitte nur bis zu einer maximalen Fläche von ca. 25 m² überwachen.
- Die Wahrscheinlichkeit, mit der die Passage eines Transponders erfasst wird, hängt von den jeweiligen Rahmenbedingungen. Aus folgenden Gründen liegt sie in der Regel unter 100 %:
 - Je kleiner der verwendete HDX-Transponder, desto geringer ist seine Reichweite.
 - Lokale Störeinflüsse, wie elektromagnetische Felder oder Funk können die Reichweite und Lesewahrscheinlichkeit stationärer HDX-Antennen reduzieren.
 - Bei gleichzeitiger Passage mehrerer markierter Tiere kann eine Antenne jeweils nur einen HDX-Transponder erfassen.
 - Auch die Ausrichtung des Transponders im Feld der HDX-Antenne beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, mit der die Lesung des Identifikationscodes erfolgt.

4.1.2 Installation der HDX-Anlagen

4.1.2.1 Auer Kotten

Am Standort Auer Kotten waren nach Abschluss der Installations- und Tuningarbeiten insgesamt 16 Antennen an den in Abb. 29 dargestellten Positionen betriebsbereit. Die Antennen Nr. 11 bis 13 am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens wurden aufgrund ihrer Größe als Haupt- mit Resonanzantenne gefertigt. An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass sich im Laufe der Untersuchung eine stabile Montage von Antennen an zwei der ursprünglich vorgesehenen Positionen aufgrund der hier herrschenden Strömungs- und Turbulenzbedingungen als undurchführbar erwies, nämlich etwa 10 m abstrom von Antenne 3 im Unterwassergraben sowie etwa 3 m abstrom von Antenne Nr. 5 im Leerschuss. Nach mehrfach vergeblichen Befestigungsbemühungen an diesen Stellen wurden deshalb am 06. März 2014 ersatzweise die Antenne Nr. 10 stromauf von Antenne Nr. 1 im Mutterbett sowie Antenne Nr. 9 im Übergang von Monitoringbecken des oberflächennahen Bypasses in den Schlitzpass eingebaut, um den Smoltbypass besser überwachen zu können.

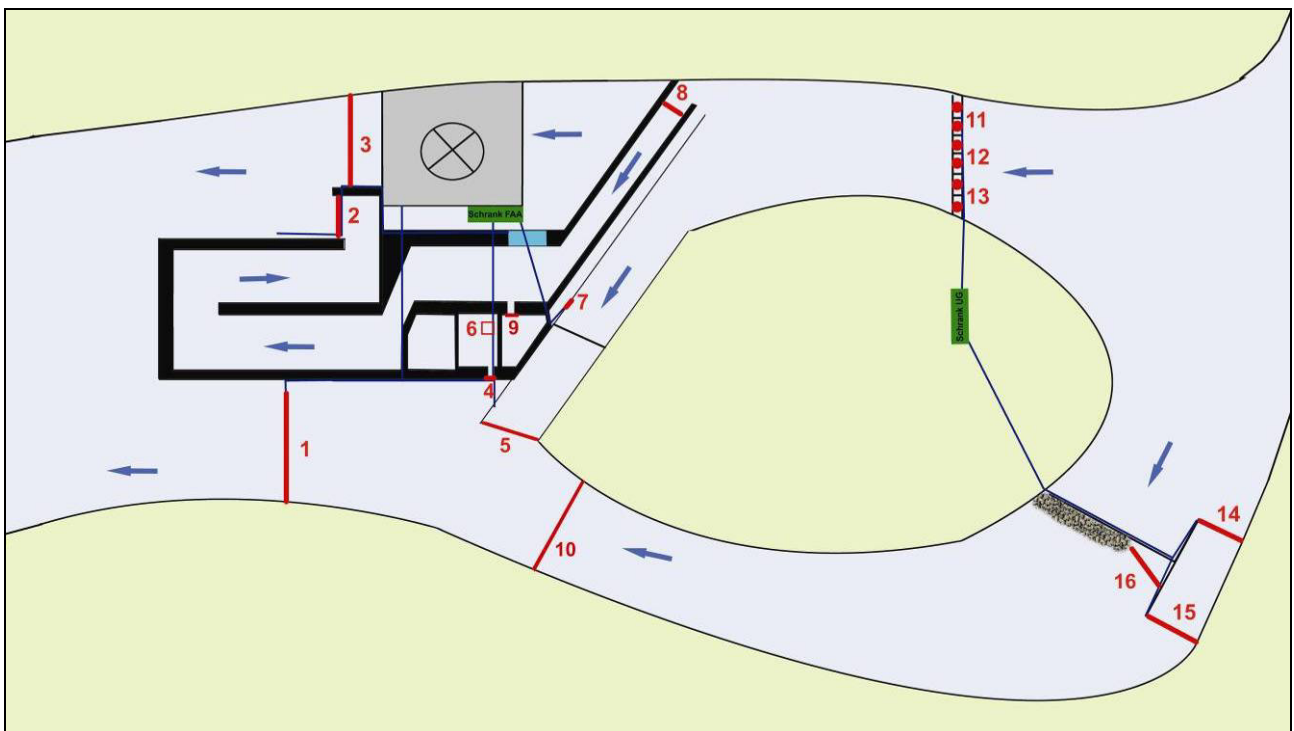


Abb. 29: Übersicht über den Standort Auer Kotten mit den HDX-Antennen Nr. 1 bis 16

Verdrahtungstechnisch sind die Antennen zu zwei Rudeln zusammen gefasst, deren Lesegeräte jeweils gemeinsam in einem Schaltschrank untergebracht und mit einem eigenen PC verbunden sind. Während das Antennenrudel „Krafthaus“ 10 Antennen umfasst, sind die übrigen 6 Antennen des Rudels „Wehr“ im Schaltschrank am Ausleitungswehr untergebracht. Die Adresse und jeweilige Bauart der Antennen einschließlich ihrer Abmessungen sowie die erzielte Reichweite sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Die Antennenanlage am Auer Kotten wurde am 31. Oktober 2013 in Betrieb genommen und läuft seither permanent. Dem vorliegenden Bericht liegen die vom 31. Oktober 2013 bis zum 31. Mai 2014 aufgezeichneten Daten zugrunde.

Tab. 2: Bauart und Dimensionierung der HDX-Antennen am Auer Kotten

Adr. Nr.	überwachte Position	Antennentyp	Fertigung	Maße (L x B)	Reichweite
1	Mutterbett abstrom	schwimm drüber	Seilantenne	20,00 x 0,30 m	0,30 m
2	Auslauf Schlitzpass	schwimm durch	PE-Rahmen	1,30 x 0,50 m	1,20 m
3	Turbinenauslauf	schwimm durch	Holzrahmen	6,46 x 2,70 m	1,30 m
4	Einlauf bodennaher Bypass	schwimm durch	PE-Rahmen	0,40 x 0,40 m	1,10 m
5	Leerschuss	schwimm durch	PE-Rahmen	3,50 x 1,00 m	1,40 m
6	Einlauf bodennaher Bypass	schwimm durch	PE-Rahmen	0,40 x 0,40 m	1,00 m
7	Einlauf oberflächennaher Bypass	schwimm durch	PE-Rahmen	0,27 x 0,57 m	1,00 m
8	Einlauf Schlitzpass	schwimm durch	PE-Rahmen	1,10 x 0,55 m	1,20 m
9	Smoltbypass	schwimm durch	PE-Rahmen	1,00 x 0,36 m	1,00 m
10	Mutterbett oberstrom	schwimm drüber	Seilantenne	16,50 x 0,40 m	0,20 m
11a	Einlauf Oberwassergraben rechts	schwimm durch	PE-Rahmen	1,90 x 2,60 m	0,05 m
11b		schwimm durch	PE-Rahmen	2,10 x 2,60 m	
12a	Einlauf Oberwassergraben Mitte	schwimm durch	PE-Rahmen	2,15 x 2,60 m	1,20 m
12b		schwimm durch	PE-Rahmen	2,15 x 2,60 m	
13a	Einlauf Oberwassergraben links	schwimm durch	PE-Rahmen	2,15 x 2,60 m	1,20 m
13b		schwimm durch	PE-Rahmen	1,75 x 2,60 m	
14	Einlauf Raugerinne	schwimm durch	Seilantenne	5,50 x 1,00 m	1,60 m
15	Auslauf Raugerinne	schwimm durch	Seilantenne	8,00 x 1,00 m	1,20 m
16	Fuß Ausleitungswehr	schwimm drüber	Seilantenne	9,00 x 0,30 m	0,25 m

In Abb. 30 sind die verschiedenen Wanderkorridore, die am Auer Kotten mittels HDX-Antennen überwacht werden, dargestellt.

Wanderkorridore	HDX-Antennen Nr.
Oberwassergraben	11, 12, 13
Turbine	3
Mutterbett	1, 10
Ausleitungswehr	16
Raugerinne	14 ↔ 15
Leerschuss	5
oberflächennaher Bypass	7 ↔ 9
bodennaher Bypass	6 ↔ 4
Smoltbypass	9 ↔ 2
Schlitzpass	2 ↔ 8

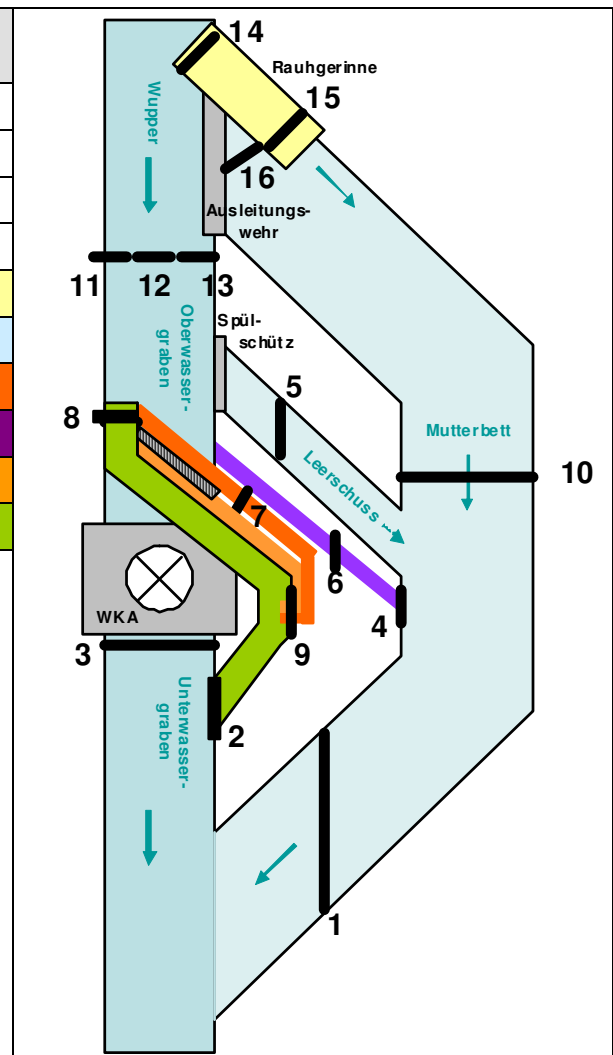


Abb. 30:

Schema der mit HDX-Antennen überwachten Wanderkorridore am Auer Kotten. Die in der Graphik zur Differenzierung der verschiedenen Wanderkorridore verwendeten Farben werden im vorliegenden Bericht für alle Graphiken und Tabellen beibehalten.

4.1.2.2 Beyenburger Stausee

Am Beyenburger Stausee wurde auf der Dammkrone ein Schaltschrank aufgestellt, in dem sich die Lesegeräte der beiden in der Fischaufstiegsanlage installierten Rahmenantennen befinden. Den Antennen wurden mit Blick auf eine zukünftige geplante Ausstattung weiterer Wehrstandorte an der Wupper mit HDX-Antennen die Adressen Nr. 50 und 51 gegeben (Abb. 31 und 32, Tab. 3).

Die Antennenanlage am Beyenburger Stausee ging am 22. November 2013 in Betrieb und arbeitet seither kontinuierlich.

Tab. 3: Bauart und Dimensionierung der HDX-Antennen im Umgehungsgerinne am Wehr des Beyenburger Stausees

Adr. Nr.	zur Überwachung von	Antennentyp	Fertigung	Maße (L x B)	Reichweite
50	Ausstieg Umgehungsgerinne	schwimm durch	PE-Rahmen	2,98 x 1,30 m	1,40 m
51	Einstieg Umgehungsgerinne	schwimm durch	PE-Rahmen	2,47 x 1,30 m	1,40 m

Abb. 31: Schematische Übersicht über das Umgehungsgerinne am Beyenburger Stausee mit den HDX-Antennen Nr. 50 und 51

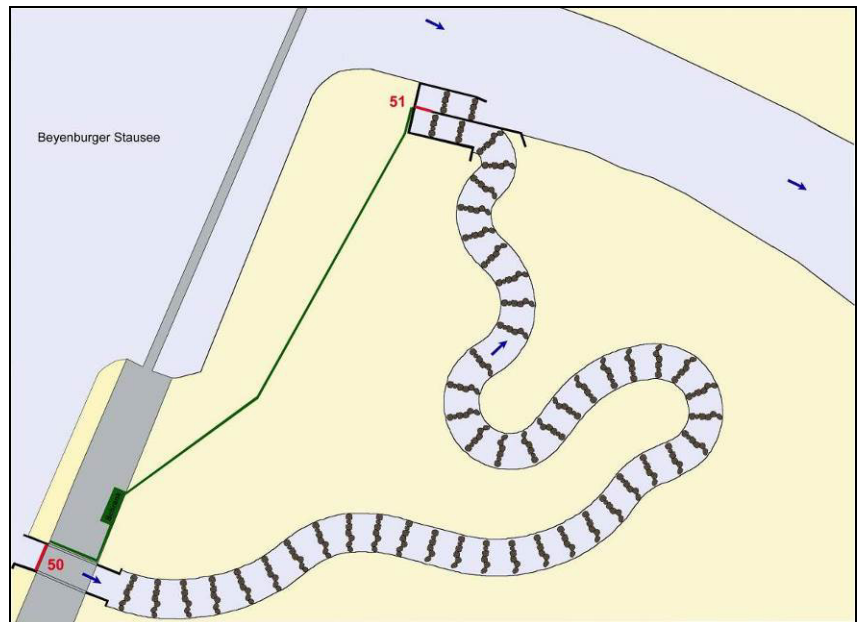


Abb. 32: Rahmenantenne Nr. 51 am Auslauf des Umgehungsgerinnes

4.1.3 Markierung von Fischen mit HDX-Transpondern

Die intraabdominale Markierung der Fische und Neunaugen mit einem HDX-Transponder wurde unter Beachtung einschlägiger Empfehlungen am betäubten Tier durchgeführt (ADAM et al. 2012). Für Lachssmolts wurden Transponder von 23 mm Länge verwendet, während Blankaale, anadrome und potamodrome Aufwanderer mit 32 cm langen Transpondern gekennzeichnet wurden (Abb. 33).



Setzen eines minimal invasiven Schnittes ...



und Einführen eines HDX-Transponders in die Bauchhöhle.



Die Schnittwunde schließt sich durch die Elastizität des Bindegewebes von selbst.

Abb. 33: Intraabdominale Transpondierung eines Aals

4.1.4 Datenverarbeitung und -auswertung

Jeder von einer HDX-Antenne registrierte ID-Code wird auf die 100stel-Sekunde zeitgenau und anhand der Antennenadresse auch positionsgenau vom PC des jeweiligen Antennenrudels aufgezeichnet. Die hierfür erforderliche Software, die auch die zahlreichen Antennen steuert, ist eine Eigenentwicklung des Instituts für angewandte Ökologie. Das Programm legt für jeden Tag eine Protokolldatei an, die sämtliche Leseereignisse chronologisch von 0.00 bis 24.00 Uhr dokumentiert (Abb. 34). Die Protokolldateien beider Antennenrudel am Auer Kotten sowie vom Beyenburger Stausee wurden im Verlauf des Monitorings alle ein bis zwei Wochen gesichert.

Abb. 34: Ausschnitt aus der Protokolldatei des Antennenrudels „Wehr“ vom 13. April 2014

1	begonnen	0	0:00:00.02	1	2014	
2	ID-Code	11	180316249	00:49:28.01	13.04.2014	
3	ID-Code	11	180316117	03:13:19.67	13.04.2014	
4	ID-Code	12	180316117	03:13:19.96	13.04.2014	
5	ID-Code	11	180316117	03:21:38.65	13.04.2014	
6	ID-Code	11	180316117	03:59:32.41	13.04.2014	
7	ID-Code	12	180316117	03:59:33.51	13.04.2014	
8	ID-Code	11	180316117	04:12:42.44	13.04.2014	
9	ID-Code	12	180316117	04:13:25.35	13.04.2014	
10	ID-Code	11	180316117	04:14:44.04	13.04.2014	
11	ID-Code	11	180316117	04:16:43.85	13.04.2014	
12	ID-Code	12	180316249	04:18:26.17	13.04.2014	
13	ID-Code	13	180316249	04:18:56.45	13.04.2014	
14	ID-Code	11	180316249	05:13:53.86	13.04.2014	
15	ID-Code	12	180316249	05:13:56.16	13.04.2014	
16	ID-Code	12	180316392	05:58:58.72	13.04.2014	
17	ID-Code	13	180316392	05:58:59.85	13.04.2014	
18	ID-Code	11	180316392	06:01:52.44	13.04.2014	
19	ID-Code	12	183590437	13:00:51.13	13.04.2014	
20	ID-Code	11	180655083	21:19:20.83	13.04.2014	
21	ID-Code	12	180655083	21:19:21.12	13.04.2014	
22	ID-Code	13	183596470	22:22:04.02	13.04.2014	
23	ID-Code	12	180316249	22:43:55.14	13.04.2014	
24	ID-Code	11	180316249	22:43:57.83	13.04.2014	
25	ID-Code	12	183596426	23:10:29.32	13.04.2014	
26	ID-Code	13	183596290	23:51:31.27	13.04.2014	
27	ID-Code	12	183596290	23:51:33.52	13.04.2014	
28	beendet	0	0:00:00.06	1	2014	
29						

Der Umfang der von den Antennen registrierten Rohdaten war beträchtlich: So wurden im Untersuchungszeitraum am Auer Kotten vom Antennenrudel „Wehr“ ca. 7.300 Leseereignisse und vom Antennenrudel „Krafthaus“ weitere 24.600 Detektionen aufgezeichnet. In diesen Datensätzen sind allerdings noch Mehrfachlesungen von Individuen enthalten, die eine Antenne mehrfach oder zögerlich passiert haben, oder gar längere Zeit in deren Lesebereich verweilten. Um die Bewegungsmuster der Individuen auswerten zu können, müssen die Datensätze aufwändig von solchen redundanten Lesungen bereinigt werden. Schließlich werden den bereinigten Datensätzen anhand der ID-Codes die bei der Transpondierung und beim Besatz protokollierten Informationen hinzu gefügt, d. h. Art und Größe des Fisches sowie Ort, Datum und Uhrzeit seines Besatzes. Auf diese Weise konnten am Standort Auer Kotten insgesamt 5.169 Datensätze Blankaaalen, 24.731 Datensätze Lachssmolts und 191 Datensätze anadromen und potamodromen Aufsteigern zugeordnet werden.

4.2 PROBANDEN

4.2.1 Blankaale

Zur Untersuchung der Abwanderung von Blankaalen in der Wupper wurden vom Land NRW für das Monitoring insgesamt 269 Aale (*Anguilla anguilla*) zur Verfügung gestellt, die im Rahmen eines „Abfischungs- & Transport“-Projekts von der Aalschutzinitiative Rheinland-Pfalz in der Mosel gefangen worden waren (<http://www.wasser.rlp.de/servlet/is/7832/>).

Die erste Charge von 196 Exemplaren wurde am 28. Oktober 2013 an den Fachbereich 26 „Fischereiökologie“ des LANUV in Albaum geliefert. Diese Fische wurden am Folgetag vom Institut für angewandte Ökologie mit HDX-Transpondern der Größe 32 x 3,9 mm markiert und am 31. Oktober 2013 von Mitarbeitern des LANUV an den beiden vereinbarten Besatzpunkten im Oberwasser des Auer Kotten besetzt (Kap. 3.2, Abb. 15). Eine zweite Charge von 73 Blankaalen folgte am 08. November 2013. Diese Fische wurden am 11. November 2013 markiert und am 14. November 2013 an den beiden o. g. Besatzpunkten in der Wupper frei gelassen. Die Aale wiesen Totallängen von mindestens 50 cm und maximal 110 cm auf (Abb. 35).

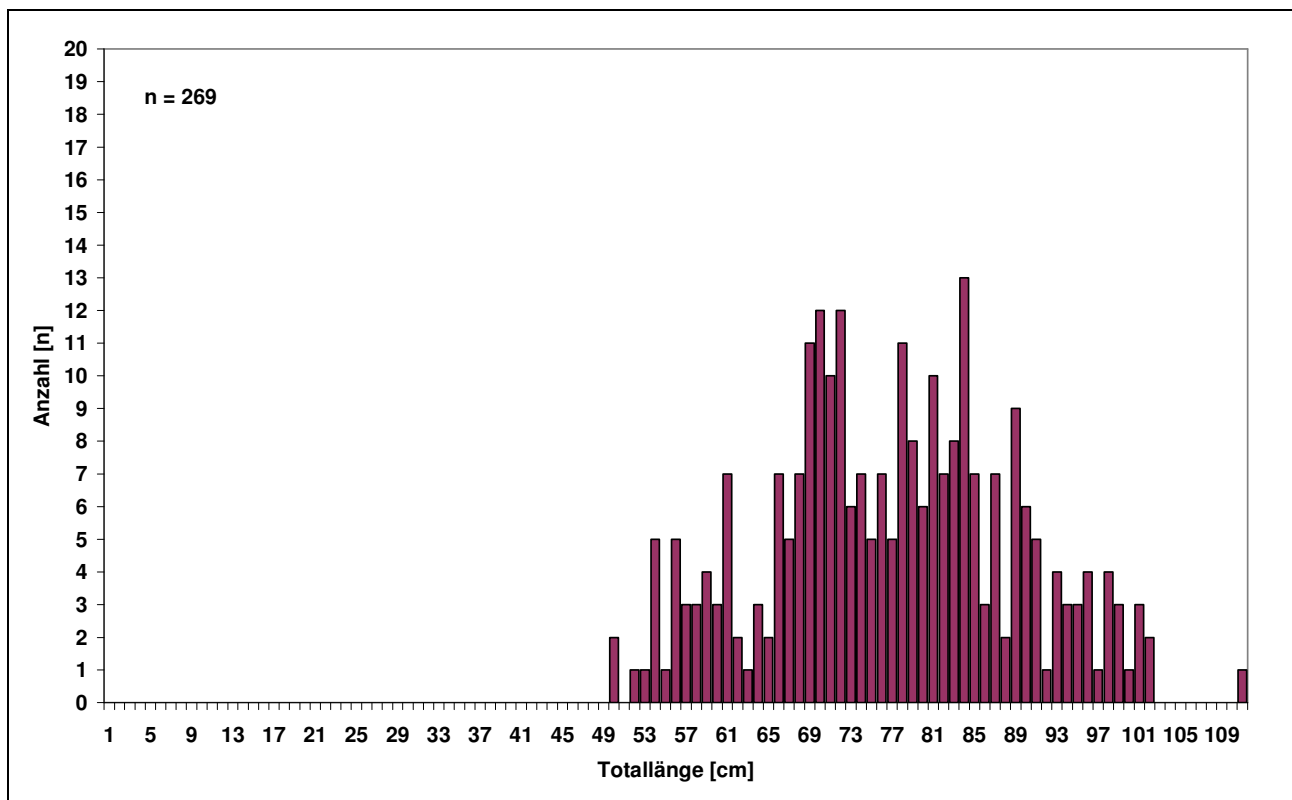


Abb. 35: Längenfrequenz der transpondierten Aale

4.2.2 Lachssmolts

Bei den für das Monitoring eingesetzten Lachssmolts (*Salmo salar*) handelte es sich nicht um Wildfische, sondern um in der Teichanlage des LANUV in Albaum aufgezogene Nachkommen von Lachsrückkehrern aus dem Wanderfischprogramm NRW (Abb. 36). Um die einschlägigen Regeln bezüglich der Größe und des Gewichts von Markierungen in Relation zum Probanden (ADAM et al. 2012) einzuhalten, wurden grundsätzlich nur Smolts ab einer Totallänge von 13,5 cm mit einem HDX-Transponder der Größe 23 x 3,9 mm gekennzeichnet (Abb. 37).

Die Markierung wurde vom Institut für angewandte Ökologie am 12. März 2014 am LANUV in Albaum vorgenommen (Kap. Abb. 36). Nach anschließender Hälterung wurden, verteilt auf zwei Besatztermine am 14. und 17. März 2014, insgesamt 999 markierte Smolts von Mitarbeitern des LANUV an den beiden Besatzpunkten oberhalb des Auer Kotten in der Wupper besetzt (Kap. 3.2, Abb. 15 und Abb. 38).

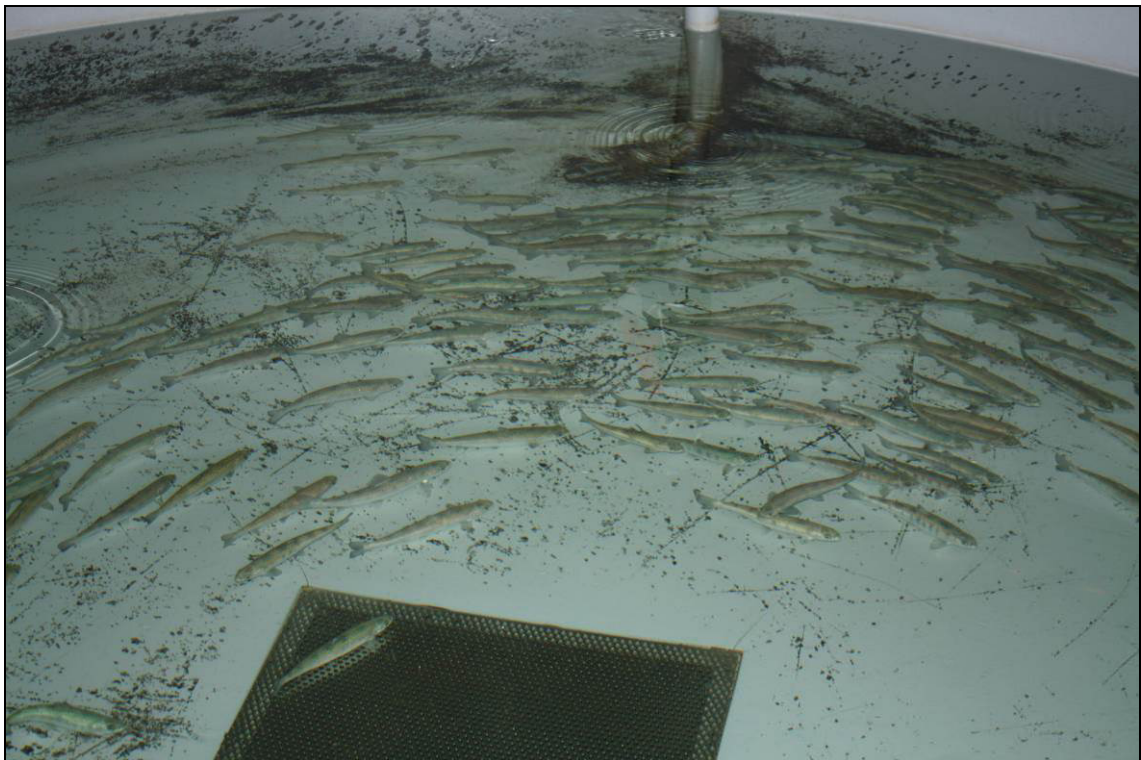


Abb. 36: Lachssmolts in der Hälterung beim LANUV in Albaum

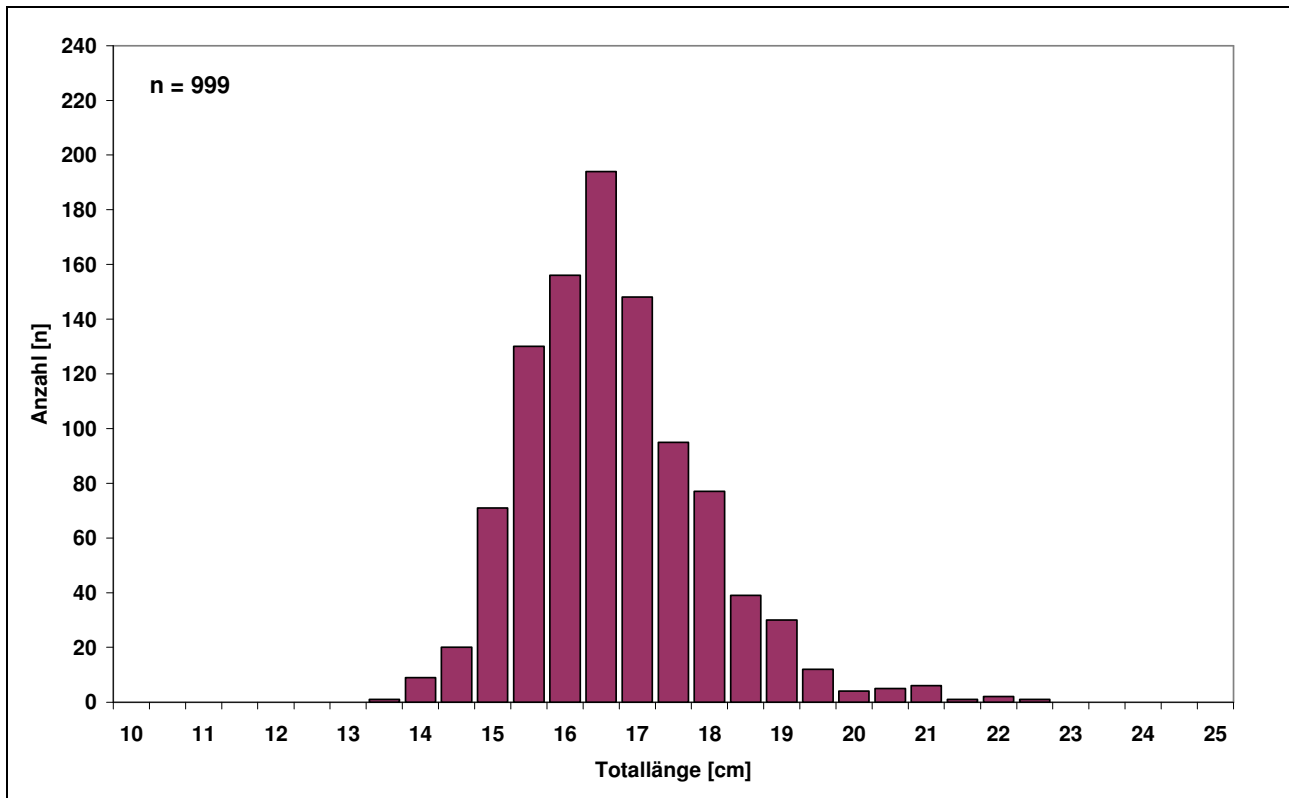


Abb. 37: Längenfrequenz der markierten Lachssmolts



Abb. 38: Besatz markierter Smolts in der Wupper (Foto: LANUV, Albaum)

4.2.3 Anadrome und potamodrome Aufsteiger

Um aufwandernde Neunaugen und Fische anadromer und potamodromer Arten für die Transpondierung zu beschaffen, wurde im November 2013 am mündungsnahen Wasserkraftstandort der Reuschenberger Mühle eine Fang- und Markierungskampagne durchgeführt.

Geplant war ursprünglich, die Fische hauptsächlich mit Hilfe einer direkt oberhalb der Fischaufstiegsanlage am Ausleitungswehr exponierten Garnreuse zu fangen. Eine erste Fangkampagne in der ersten Novemberwoche 2013 musste allerdings aufgrund von Hochwasser und hohem Treibgutaukommen abgebrochen werden (Abb. 39). In dieser Woche konnte lediglich ein einziger gefangener Fisch markiert werden: eine Barbe. Auch eine zweite Fangkampagne mit der Reuse (Abb. 40) vom 17. bis 22. November 2013 brachte trotz guter Fangbedingungen lediglich eine geringe Ausbeute: Mit Ausnahme einer präadulten Nase waren alle gefangenen Fische zu klein für eine Markierung.



Abb. 39: Abbruch der ersten Fangkampagne mit einer Reuse am Ausleitungswehr der Reuschenberger Mühle aufgrund von Hochwasser mit hohem Treibgutaukommen



Abb. 40: Exponierte Garnreuse im Oberwasser der Fischaufstiegsanlage am Wehr der Reuschenberger Mühle während der zweiten Fangkampagne

Zwischenzeitlich wurde am 07. November 2013 der etwa 750 m lange Unterwassergraben der Wasserkraftanlage Reuschenberger Mühle mit zwei tragbaren Elektrofangeräten abgefischt (Kap. 3.4). Die Wasserkraftanlage wurde hierfür außer Betrieb genommen, so dass bei abgesenktem Wasserstand optimale Bedingungen für den Fang von Fischen herrschten (Abb. 41). Insgesamt wurden bei dieser Aktion gut 50 Exemplare anadromer und potamodromer Arten gefangen, die aufgrund einer Gesamtlänge von mindestens 30 cm für eine Transpondierung geeignet waren. Die Fische wurden in einem belüfteten Transportbehälter zum Ausleitungswehr der Reuschenberger Mühle gefahren. Dort wurden schließlich 49 Tiere mit einem HDX-Transponder der Größe 32 x 3,9 mm markiert (Abb. 42). Lediglich bei einzelnen weiblichen Großsalmoniden wurde aufgrund der bereits fortgeschrittenen Laichreife auf eine Markierung verzichtet.

Zwischen dem 06. und 22. November 2013 wurden insgesamt 51 anadrome und potamodrome Wildfische aus 9 Arten markiert und im Oberwasser der Reuschenberger Mühle in der Wupper besetzt (Tab. 3). Den größten Anteil stellen Barbe und Flussneunauge, gefolgt vom Lachs. Mit Ausnahme einer Nase von 27 cm Totallänge, wurden Fische ab einer Größe von 30 cm markiert (Abb. 43). Bei den größten Exemplaren handelte es sich um adulte Lachse von bis zu 69 cm Länge.



Abb. 41: Elektrofischung im Unterwassergraben der Reuschenberger Mühle bei abgestellter Wasserkraftanlage



Abb. 42: Transpondierung der gefangenen Wildfische aus der Wupper

Tab. 3: An der Reuschenberger Mühle markierte anadrome und potamodrome Wildfische

Art	Anzahl	Besatztermin
Barbe (<i>Barbus barbus</i>)	1	06. 11. 2013
Barbe (<i>Barbus barbus</i>)	15	07. 11. 2013
Äsche (<i>Thymallus thymallus</i>)	1	
Bachforelle (<i>Salmo trutta f. fario</i>)	3	
Döbel (<i>Squalius cephalus</i>)	3	
Flussneunauge (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	15	
Lachs (<i>Salmo salar</i>)	8	
Meerforelle (<i>Salmo trutta f. trutta</i>)	3	
Regenbogenforelle (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1	
Nase (<i>Chondrostoma nasus</i>)	1	22. 11. 2013
GESAMT	51	

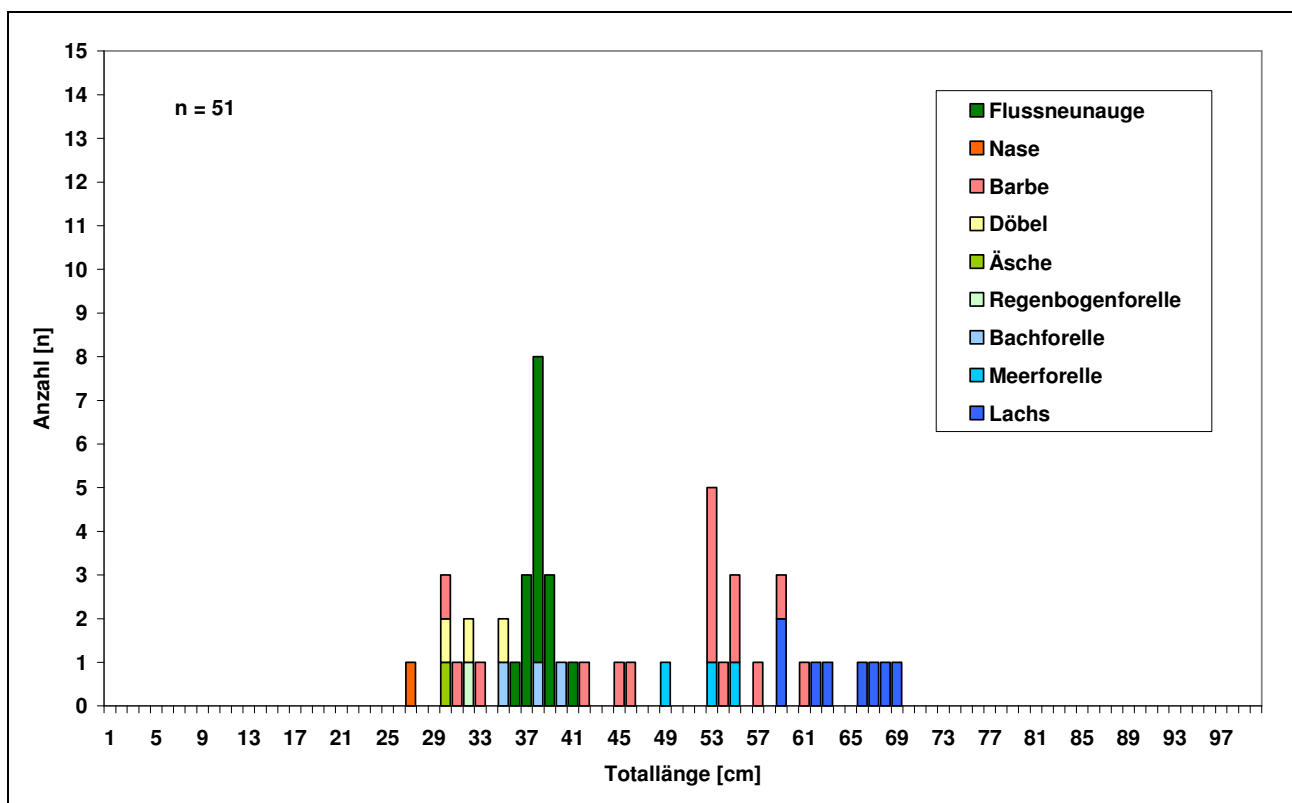


Abb. 43: Längenfrequenz der transpondierten Fische und Neunaugen

Weitere Details zum methodischen Vorgehen sowie zum Gesamtergebnis der Elektrofischung sind einem separaten Kurzbericht für die Bezirksregierung Köln zu entnehmen (ENGLER & ADAM 2013).

4.3 EXTERNE DATEN

4.3.1 Gewässerkundliche Daten

Für den Untersuchungszeitraum verfügbare gewässerkundliche Daten wurden aus dem Internet abgerufen (luadb.lids.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?karte=nrw). Vom ca. 3 km stromauf des Auer Kotten gelegenen Pegel Glüder (Wupper-km 24,68) sind ungeprüfte Rohdaten des Wasserstandes in [cm] abrufbar. Der Wasserstand bei Mittelwasser (MW) wird mit knapp 70 cm angegeben.

Die nächste Messstelle, für die Wassertemperaturdaten verfügbar sind, ist der Pegel Opladen (Wupper-km 5,47), der stromauf der Reuschenberger Mühle gelegen ist.

4.3.2 Betriebsdaten des Wasserkraftwerks Widdert am Auer Kotten

Von den Betreibern des Kraftwerks Widdert wurden freundlicherweise für folgende Tage bzw. Zeiträume die Aufzeichnungen der Betriebsdaten als Graphen zur Verfügung gestellt (Abb. 44): 31. Oktober bis 04. November 2013, 14. November 2013, 21. November bis 12. Dezember 2013, 26. Dezember 2013, 24. und 25. Januar 2014 sowie 14. März bis 13. April 2014.

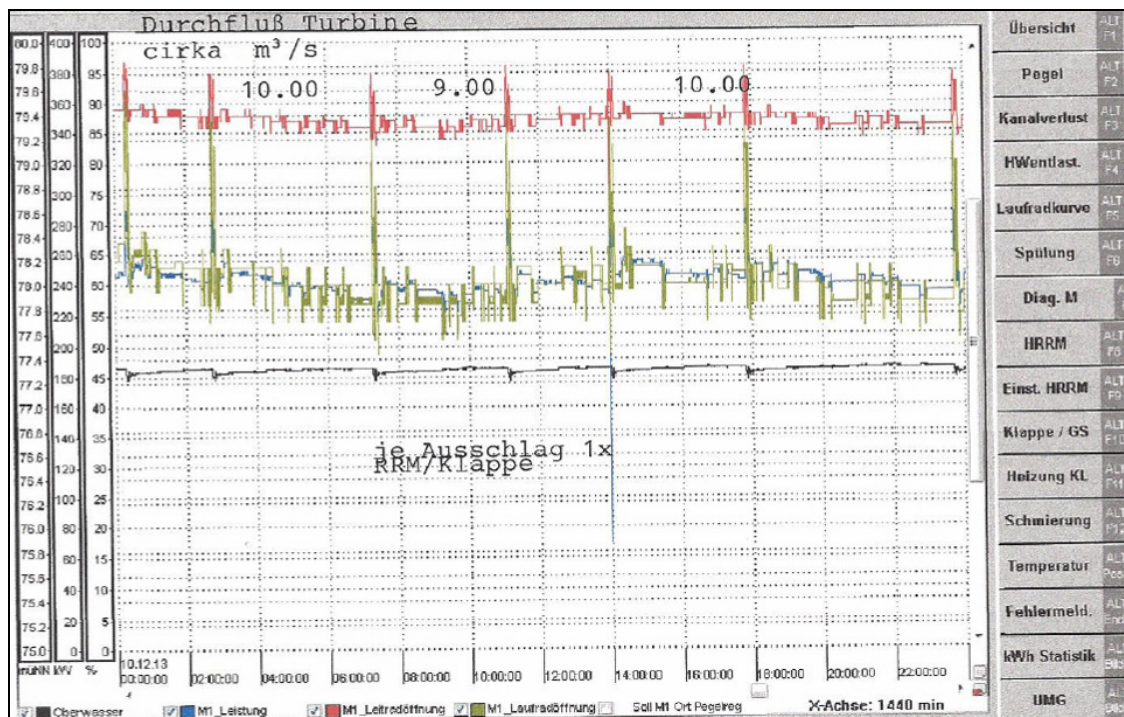


Abb. 44: Ausschnitt aus dem Betriebsprotokoll des Wasserkraftwerks Widdert vom 10. Dezember 2013

In den Protokollgraphen ist von links nach rechts fortlaufend der Tagesverlauf dargestellt, der in 2-Stunden-Intervalle unterteilt ist. Folgende Informationen sind den Aufzeichnungen zu entnehmen:

- Als rote und grüne Linie sind die Öffnungswinkel der Leit- und Laufradschaufeln dargestellt. Hieraus lässt sich der ungefähre Durchfluss der Turbine [m^3/s] abschätzen, der auf den Ausdrucken vom Betreiber per Schreibmaschine nachgetragen wurde.
- Die Ausschläge der schwarzen Linie stellen die Rechenreinigungsvorgänge mit der damit verbundenen Spülung über die Schwallklappe dar. Am 10. Dezember 2013 waren dies insgesamt 7. Grundsätzlich werden auch Grundspülungen auf den Mitschriften dargestellt, eine solche wurde an diesem Tag jedoch nicht vorgenommen.

4.4 CHRONOLOGIE DES PROJEKTVERLAUFS

Tab. 4 gibt eine Übersicht über die wichtigsten Aktivitäten während des im vorliegenden Berichtszeitraum erfolgten Monitorings. Darin nicht aufgeführt sind die durchschnittlich etwa wöchentlichen Fahrten zwecks Kontrolle und Wartung der HDX-Anlagen und Abholung der aufgezeichneten Daten am Auer Kotten und am Beyenburger Stausee sowie mehrere Besprechungstermine zur Präsentation der Zwischenergebnisse.

Tab. 4: Übersicht über den zeitlichen Projektablauf

Datum / Zeitraum	Tätigkeit
November 2012	Auftragsvergabe
1. Halbjahr 2013	Einholen der erforderlichen Genehmigungen
	Information von Angelfischern und Behörden über das Projekt
	Materialbeschaffung und Entwicklung der HDX-Antennen
	Test der Antennenprototypen am Auer Kotten und Beyenburger Stausee, Schaffung der Installationsvoraussetzungen an beiden Standorten
	Anfertigung der HDX-Antennen
August 2013	Vorbereitung der Installationsarbeiten
September 2013	Einbau der HDX-Antennen am Auer Kotten
Oktober 2013	Installation der HDX-Anlage am Auer Kotten und Inbetriebnahme der HDX-Antennen

29. Oktober 2013	Transpondierung von Blankaalen in Albaum
31. Oktober 2013	1. Besatz von Blankaalen und Beginn der Datenaufzeichnung
11. November 2013	Transpondierung von Blankaalen in Albaum
14. November 2013	2. Besatz von Blankaalen und Reparatur von Hochwasserschäden an den HDX-Antennen am Auer Kotten
03. bis 08. November 2013	1. Fang von aufsteigenden Wildfischen mit Reuse am Wehr der Reuschenberger Mühle, Abbruch wegen Hochwasser
07. November 2013	Elektrobefischung im Unterwassergraben der Reuschenberger Mühle zwecks Transpondierung und Besatz ana- und potamodromer Wildfische
17. bis 22. November 2013	2. Fang von aufsteigenden Wildfischen mit Reuse am Wehr der Reuschenberger Mühle
21. November 2013	Installation der HDX-Anlage am Beyenburger Stausee in Zusammenarbeit mit dem Wupperverband
22. November 2013	Installation der HDX-Anlage am Beyenburger Stausee und Beginn der Datenaufzeichnung
05. und 06. März 2014	Einbau von zwei zusätzlichen HDX-Antennen am Auer Kotten
12. März 2014	Transpondierung von Lachssmolts in Albaum
14. März 2014	1. Smoltbesatz
17. März 2014	2. Smoltbesatz
31. Mai 2014	Abschluss der 1. Monitoringphase (Stand der Datenauswertung des vorliegenden Berichts)

5 BEFUNDE

5.1 HYDROLOGISCHE UND CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSWERTE

5.1.1 Wasserstand

Die Wasserstände der Wupper im Verlauf des vorliegenden Berichtszeitraumes sind in Abb. 45 dargestellt. Der Zeitraum von Beginn des Monitorings im Oktober 2013 bis Mitte Februar 2014 war tendenziell durch Wasserstände deutlich über dem Mittelwasserstand von 70 cm und damit durch relativ hohe Abflüsse charakterisiert. So trat Anfang November 2013 ein erstes mehrtägiges Hochwasserereignis ein, das mit 140 cm den höchsten Pegelstand während des gesamten Untersuchungszeitraumes erreichte. Eine zweite, allerdings kürzere Hochwasserwelle ereignete sich in der 3. Dezemberwoche 2013. Danach pendelten die Werte um den mittleren Wasserstand, bevor in der zweiten Februarhälfte ein deutlicher Rückgang des Abflusses einsetzte. Bis Mitte April herrschten Abflüsse im Bereich des mittleren Niedrigwassers von ca. 50 cm. Von Ende April bis Ende Mai war der Abfluss in der Wupper schließlich infolge einiger Starkregenereignisse durch kurze Anstiege des Pegels bis deutlich über Mittelwasserniveau gekennzeichnet.

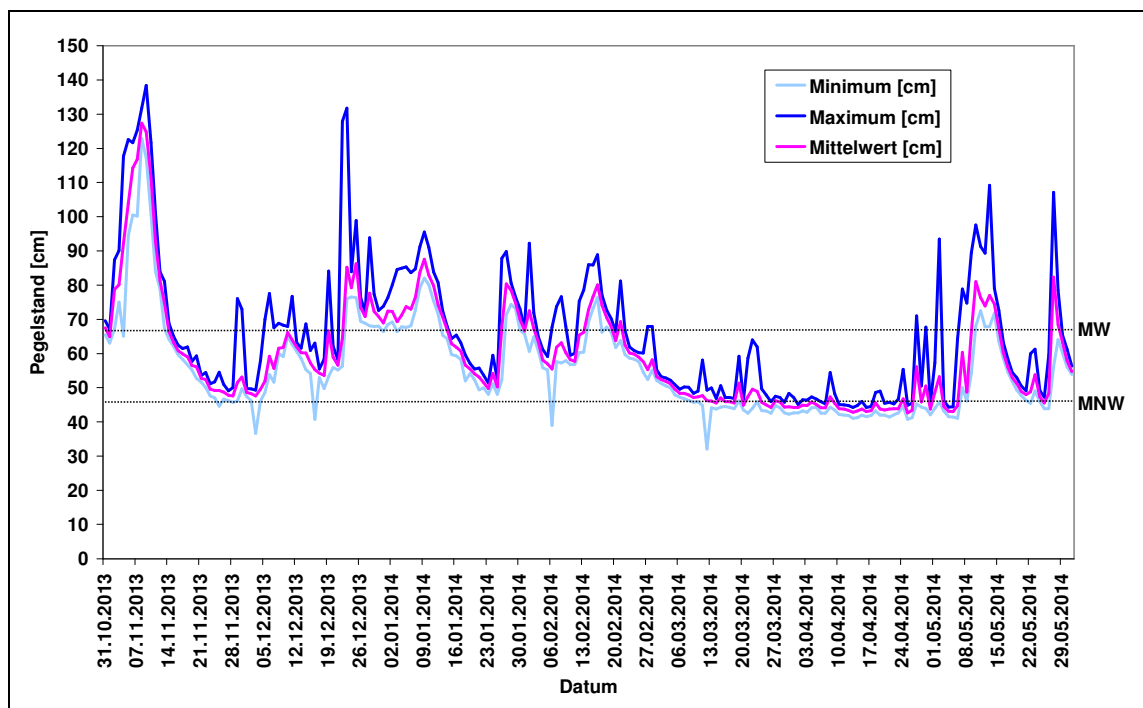


Abb. 45: Ganglinie des Wasserstandes [cm] am Pegel Glüder während des Untersuchungszeitraumes (ungeprüfte Rohdaten)

5.1.2 Wassertemperatur

Die Wassertemperatur der Wupper am Pegel Opladen im Verlauf des Untersuchungszeitraumes ist in Abb. 46 dargestellt. Ausgehend von Wassertemperaturen um 11 °C zu Beginn des Monitorings Ende Oktober 2013 zeigt die Ganglinie einen kontinuierlichen Rückgang, bis Ende Januar 2014 Minimalwerte zwischen ca. 5 und 6 °C erreicht wurden. Aufgrund des außergewöhnlich milden Winters 2013/14 stieg die Temperatur bereits ab Anfang Februar wieder an und erreichte in der zweiten Maihälfte 2014 Maximaltemperaturen von fast 20 °C. Dieser Temperaturanstieg erfolgte allerdings nicht kontinuierlich, sondern wurde durch Schlechtwettereinbrüche Ende März, Mitte April und Mitte Mai 2014 wiederholt unterbrochen.

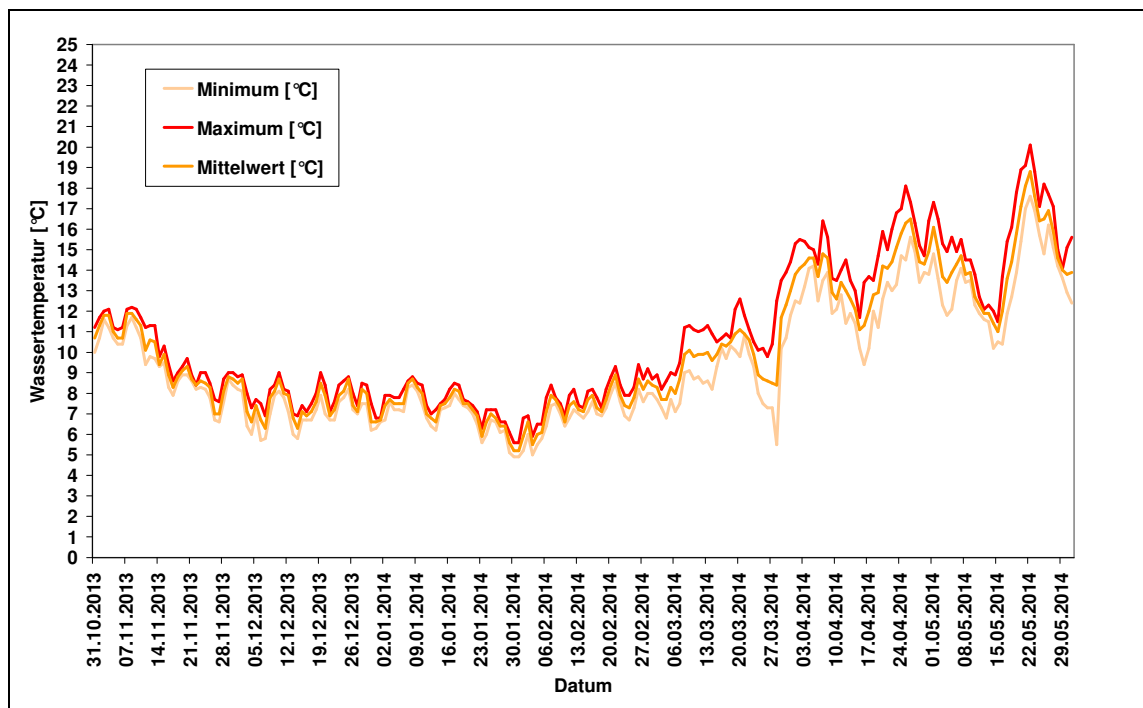


Abb. 46: Ganglinie der Wassertemperatur [°C] am Pegel Opladen im Wupperunterlauf

5.2 TECHNISCHE BEFUNDE

5.2.1 Betrieb des Wasserkraftwerks Widdert am Auer Kotten

Die Betriebsdaten des Wasserkraftwerks Widdert sind, soweit vom Betreiber zur Verfügung gestellt, Abb. 46 zu entnehmen. Hierbei zeigt sich, dass der Turbinendurchfluss in etwa dem Wasserstand der Wupper folgt (Kap. 5.5.1, Abb. 45). Allerdings wurde im

Berichtszeitraum an keinem Tag, für den Daten vorliegen, der Ausbaudurchfluss von 14 m³/s erreicht.

Die Anzahl der automatischen Spülvorgänge über das Leerschütz ist äußerst unterschiedlich. So wurde die Schwallklappe in der getreibselarmen Zeit im März und April 2014 nur ein bis zwei Mal täglich geöffnet. Für die Zeit des höchsten Treibgutaufkommens Ende Oktober bis Anfang November hingegen verzeichnen die Mitschriften mehr als 100 Spülvorgänge pro Tag. Auch im weiteren Verlauf des Winters wurde die Schwallklappe häufiger betätigt, beispielsweise ca. 70 Mal allein am 26. Dezember 2013.

Neben dem Leerschuss verfügt das Wasserkraftwerk über einen Grundablass, um bodennahes Treibgut abzuführen. Im Gegensatz zum Leerschütz werden Grundspülungen jedoch nicht automatisch ausgelöst, sondern der Grundablass muss manuell vor Ort bedient werden. In der Zeit hohen Treibgutansfalls während des Winters erfolgte dies fast täglich; gelegentlich sogar zwei Mal am Tag.

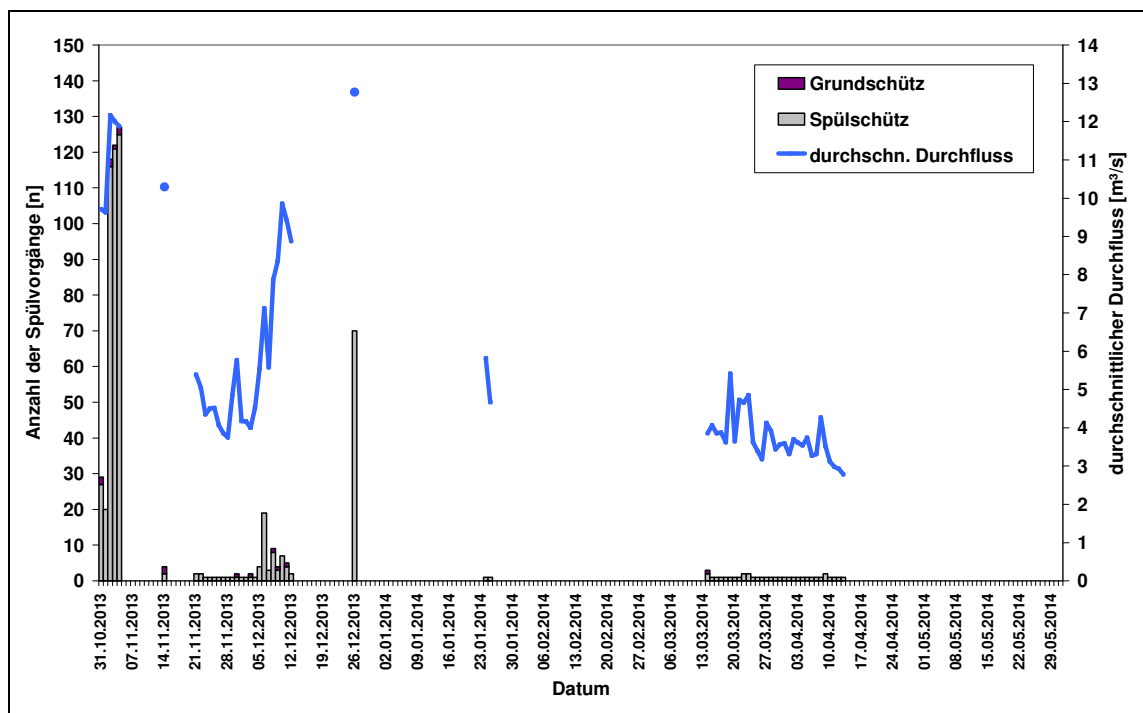


Abb. 47: Verfügbare Daten über die Anzahl der Öffnungen von Spül- und Grundschütz sowie der durchschnittliche tägliche Durchfluss der Turbine

5.2.2 Technische Funktion der Bypässe

Die Wasserkraftanlage Widdert am Auer Kotten ist mit drei Bypässen zur Gewährleistung des Fischabstiegs ausgestattet (Abb. 30): Eine rechteckige oberflächennahe Bypassöffnung für oberflächennah abwandernde Fische, eine bodennahe Bypassöffnung für die Zielart Aal sowie einen 12 m langen sogenannten Smoltbypass speziell für die in der Wupper im Rahmen des Wanderfischprogramms NRW besetzten Lachssmolts. Der Einstieg in den Smoltbypass erstreckt sich entlang der Oberkante des Horizontalrechens vor dem Turbineneinlauf (Kap. 3.2).

Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung hat sich herausgestellt, dass beide Bypassöffnungen rasch und nachhaltig durch Treibgut verlegt werden, was eine gravierende Einschränkung der Funktionsfähigkeit zur Folge hat. Begünstigt wird die Verlegung der beiden Bypässe dadurch, dass die Öffnungen unmittelbar vor dem Leerschuss in der rechtsufrigen Betonwand neben dem Turbineneinlauf liegen. In dieser strömungsberuhigten Ecke sammelt sich das gesamte Treibgut (Abb. 48) und wird von der Strömung in die Bypassöffnungen hinein gesogen. Öffnet sich das Spülschütz während des Rechenreinigungsvorganges, wird nicht nur das vom Rechen abgebürstete Treibgut ins Unterwasser abgeführt, sondern auch ein Teil der Getreibselansammlung vor und in der Öffnung des oberflächennahen Bypasses. In der Bypassöffnung verklemmte Äste hingegen bewirken eine dauerhafte Verlegung, die nur manuell beseitigt werden kann.

Im Herbst/Winter 2013 wurde die oberflächennahe Bypassöffnung annähernd bei jeder Begehung des Standortes verlegt vorgefunden (Abb. 49). Auch löste sich die Treibgutansammlung nach dem Schwallbetrieb des Spülschützes keineswegs oder allenfalls ansatzweise auf und musste manuell beseitigt werden. Da diese Reinigung allerdings nur sporadisch erfolgte, war der oberflächennahe Bypass in den Monaten November und Dezember 2013, also während der höchsten Abstiegsaktivität der Blankaale, fast permanent blockiert und damit unpassierbar.

Mit dem Rückgang des Treibgutaufkommens reduzierte sich dieses Problem jedoch zunehmend und ab Januar 2014 war nur noch eine geringfügige Verlegung zu beobachten, die sich beim Öffnen des Spülschützes in der Regel zuverlässig auflöste. Zur Zeit der Smoltabwanderung war die technische Funktion des oberflächennahen Bypasses somit nicht nennenswert eingeschränkt.

Abb. 48: Treibgutansammlung vor dem Spülschütz im Bereich vor der seitlich liegenden Öffnung des oberflächennahen Bypass (Pfeil)



Abb. 49: Dauerhafte Verlegung der oberflächennahen Bypassöffnung durch Äste im Herbst 2013

Die bodennahe Bypassöffnung befindet sich ca. 4 m unter dem Wasserspiegel und ist daher weder einsehbar, noch für Wartungsarbeiten zugänglich. Bei regulärem Betrieb wird der Bypass durchströmt, so dass der Überlauf des nachgeschalteten Kontrollbeckens eingestaut ist und der Wasserstand in dem Becken demjenigen des Oberwassers entspricht. Im Falle einer Verlegung der Öffnung wird jedoch der Abfluss in der Bypassleitung reduziert und das anschließende Monitoringbecken läuft bis auf das Sohlenniveau seines Überlaufs leer (Abb. 50). Dieser Umstand wurde im Rahmen der Untersuchung für eine Sichtüberprüfung des Betriebszustandes des bodennahen Bypasses genutzt. Wird das sohlennahe Schütz für eine Grundspülung gezogen, löst sich in der Regel die Verlegung der Öffnung des bodennahen Bypasses auf und der Wasserstand im Monitoringbecken steigt entsprechend. Grundspülungen erfolgen allerdings nicht automatisch, sondern werden nur bei Bedarf vom Anlagenbetreiber manuell vor Ort ausgelöst.

Da in den ersten Wochen des Monitorings fast täglich Grundspülungen durchgeführt wurden, war der bodennahe Bypass zumindest in dieser Zeit durchflossen und damit funktionsfähig. Im Zeitraum von Mitte Dezember 2013 bis Mitte März 2014 hingegen wurde der bodennahe Bypass bei jeder Begehung verlegt vorgefunden und war auch in der Folgezeit bis Ende Mai 2014 die meiste Zeit nicht betriebsbereit.



Abb. 50: Infolge der Verlegung der Öffnung des bodennahen Bypasses abgesunkener Wasserstand im Monitoringbecken

Der 12 m langen Öffnung des Smoltbypasses ist zum Schutz vor Verlegung ein 35 mm-Horizontalrechen vorgesetzt, der bei jedem Reinigungsvorgang automatisch vom Rechenreiniger mit abgesteift wird (Abb. 12). Entsprechend wurde im gesamten betrachteten Untersuchungszeitraum keine dauerhafte Verlegung dieses Abwanderweges beobachtet. Die lichte Weite des Rechens vor dem Bypass hat jedoch per se eine Einschränkung der biologischen Funktionsfähigkeit zur Folge, da Fische, die physisch aufgrund ihrer Körperform und -maße nicht in der Lage sind die Rechenstäbe des Treibgutschutzes zu passieren, diesen Abwanderweg nicht nutzen können. Gegenüber kleineren Fischen entfalten derartige Rechen außerdem eine gewisse Wirkung als Verhaltensbarriere (DWA 2005).

5.2.3 Betriebssicherheit der HDX-Anlagen

Bei der HDX-Technologie handelt es sich um eine wenig störanfällige, robuste Technik, die auch für einen Dauerbetrieb im Freiland geeignet ist. Wenngleich sich dies auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung grundsätzlich bestätigt hat, indem die HDX-Anlage am Beyenburger Stausee und alle Rahmenantennen sowie die meisten Seilantenne am Auer Kotten kontinuierlich und fehlerfrei arbeiteten, traten am Auer Kotten vor allem zu Beginn des Monitorings technische Störungen auf (Tab. 5):

- Der PC des Antennenrudels „Wehr“ schalte sich in den ersten drei Wochen mehrfach selbsttätig aus, so dass die Datenaufzeichnung für vier Zeiträume von jeweils 2 bis 5 Tagen Dauer unterbrochen wurde. Dieses Problem des Betriebssystems konnte allerdings am 20. November 2013 endgültig behoben werden.
- An einigen Tagen Mitte Januar 2014 wurde den registrierten ID-Codes kein Zeitstempel zugeordnet. Der hierdurch entstandene Informationsverlust war allerdings minimal, da die transpondierten Fische zu dieser Zeit wenig aktiv waren. Der Softwarefehler wurde am 20. Januar 2014 behoben.

Während die Rahmenantennen keinerlei Probleme bereiteten, erwiesen sich die Seilantennen gegenüber äußeren Einflüssen, insbesondere bei Hochwasser mit hohem Treibgutaufkommen als empfindlich:

- Beim Hochwasser Anfang November 2013 wurde die Seilantenne Nr. 1 im Mutterbett des Auer Kotten aus ihrer Verankerung gerissen und so stark deformiert, dass das Lesefeld zusammenbrach. Nach Abklingen des Hochwassers wurde diese Antenne konstruktiv verstärkt und neu justiert. Daraufhin überstand sie das nächste Hochwasser

Mitte Dezember 2013 unbeschadet und arbeitete bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes zuverlässig.

- Besonders hohen Belastungen ist Seilantenne Nr. 5 ausgesetzt, die im Leerschuss stromab des Spülschützes installiert ist: Nach jedem Reinigungsvorgang wird das gesamte am Rechen anfallende Treibgut in einem Wasserschwall über eine Fallhöhe von gut 2 m in den Leerschuss abgeführt, wo Antenne Nr. 5 an eingemauerten großen Steinen angedübelt ist. Zusätzlich und nochmals deutlich höher ist die mechanische Beanspruchung dieser Antenne bei Grundspülungen. Entsprechend riss Antenne Nr. 5 bereits am 05. November 2013 ab, als sich die Schwallklappe infolge hohen Treibgutauftommens mehr als hundert Mal täglich öffnete und auch täglich Grundspülungen durchgeführt wurden. Danach versagte die Antenne, weil das Antennenkabel an den Halterungen durchgescheuert war (Abb. 51).

Nach Abklingen des Hochwassers wurde die Antenne umgehend am 14. November 2013 repariert. In der Folgezeit verfiel sich zwar gelegentlich Totholz, doch war die Funktion der HDX-Antenne hierdurch nicht beeinträchtigt. Erst Ende Mai 2014 nach mehreren kurzen Hochwasserereignissen infolge von Starkregen wurde Antenne Nr. 5 nochmals zerstört und für einige Tage außer Betrieb gesetzt.



Abb. 51: Durchtrenntes Kabel von Seilantenne Nr. 5 im Leerschuss des Kraftwerks Widdert

Tab. 5: Übersicht über die Betriebsstörungen und Ausfallzeiten im Untersuchungszeitraum

Komponente	Störung	Zeitraum
PC „Wehr“	Betriebssystem schaltet PC mehrfach selbstständig aus	01. bis 04. 11. 2013 05. bis 07. 11. 2013 08. bis 14. 11. 2013 17. bis 20. 11. 2013
Software	ID-Codes werden ohne Zeitstempel gespeichert	09. bis 20. 01. 2014
Antenne Nr. 1	Antenne durch Hochwasser verschoben, dadurch kein Lesefeld	31. 10. bis 14. 11. 2013
Antenne Nr. 5	Seilantenne durch häufige Spülvorgänge zerstört	05. bis 14. 11. 2013
	Seilantenne durch Totholz zerstört	20. 05. bis 01. 06. 2014

5.2.4 Lesequoten der HDX-Antennen

Ein wichtiges Maß für die Zuverlässigkeit der HDX-Technik ist die Lesequote resp. Zuverlässigkeit der HDX-Antennen, d. h. die Wahrscheinlichkeit, mit der ein transpondierter Fisch bei seiner Passage registriert wird. Die Lesequote lässt sich ermitteln, indem die Passagen markierter Fische durch mindestens zwei Antennen im Verlauf desselben Wanderwegs miteinander verglichen werden: Alle Fische, die die 2. Antenne erreichen, müssen zuvor die 1. Antenne passiert haben. Der Anteil der an der 2. Antenne registrierten Fische, die zuvor auch durch die 1. Antenne erfasst wurden, bildet somit die Lesequote der 1. Antenne; die 2. Antenne wird dementsprechend nachfolgend als „Kontrolle“ bezeichnet:

$$\text{Lesequote}_{\text{Antenne-1}} = \frac{\text{Detektionen}_{\text{Antenne-1}}}{\text{Detektionen}_{\text{Antenne-2}}}$$

Um die Lesequoten der einzelnen, am Auer Kotten und am Beyenburger Stausee installierten HDX-Antennen bestimmen zu können, wurden nach Möglichkeit jeweils immer mindestens zwei Antennen im Verlauf der verschiedenen Wanderkorridore angeordnet. Zur Kontrolle der Lesequote können passierende Fische in stromauf-, ebenso wie in stromabwärtiger Richtung genutzt werden, wobei die Lesequoten in Abhängigkeit von der Wanderrichtung durchaus unterschiedlich sein können, weil die Fische die Antennen dann z. B. mit unterschiedlicher Geschwindigkeit passieren.

Zwar reicht die Anzahl der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung transpondierten und redetektierten Wildfische noch nicht aus, um Lesequoten bei deren Aufwanderung zu ermitteln, doch kehrten erstaunlich viele Lachssmolts und vor allem Blankaale nach der stromabwärtigen Passage des Auer Kotten ihre Bewegungsrichtung um und schwammen wieder stromaufwärts. Dies ermöglicht es, die nachfolgende Auswertung nicht nur für die Abwanderung, sondern z. T. auch für die Aufwanderung von Blankaalen und Lachssmolts durchzuführen.

Bei Antenne Nr. 1 handelt es sich um die am weitesten stromabwärts gelegene Antenne im Mutterbett des Auer Kotten. Für aufwandernde Fische lässt sich die Leserate ermitteln, indem die Antennen Nr. 10, 15 und 16 als Kontrolle herangezogen werden. Hierbei zeigt sich, dass sämtliche 11 Blankaale, die aus dem Unterwasser durch das Mutterbett wieder aufgewandert sind, von Antenne Nr. 1 zuverlässig registriert worden waren. Während die Lesequote für aufwandernde Aale somit 100 % beträgt, erreicht sie im Falle der Lachssmolts lediglich 13 %, denn es wurde nur ein einziges von 8 Exemplaren bei seiner stromaufwärtigen Passage registriert.

Zur Ermittlung der Lesequote bei der Abwanderung steht keine nachgeschaltete Antenne zur Verfügung. Ersatzweise wurde die Lesequote deshalb durch Kontrollantennen bestimmt, die im Verlauf des Wanderweges vorgelagert sind. In das Mutterbett münden mit der Wehrüberströmung und dem Raugerinne am Ausleitungswehr, dem Leerschuss sowie dem Auslass des bodennahen Bypasses aus dem Monitoringbecken gleich mehrere potenzielle Abwanderkorridore ein. Entsprechend bilden die dort gelegenen Antennen Nr. 4, 5, 10, 15 und 16 gemeinsam die Kontrolle für die Abwanderung über Antenne Nr. 1. Die Kontrollantennen wurden insgesamt von 22 Blankaalen und 134 Lachssmolts stromabwärts passiert. An Antenne Nr. 1 wurden davon 15 bzw. 65 Exemplare detektiert. Hieraus ergibt sich für Blankaale eine Lesequote von 68 % und für die Lachssmolts von 49 %. Diese Werte sind vermutlich unterschätzt, weil nicht sicher ist, dass die Fische ihre Wanderung nach Passage der Kontrollantennen tatsächlich weiter stromabwärts fortgesetzt haben. Auch wird die Lesequote speziell bei den Blankaalen dadurch negativ beeinflusst, dass Antenne Nr. 1 in der Zeit vom 31. Oktober bis 14. November 2014 hochwasserbedingt ausgefallen war, also genau in jenem Zeitraum, als die maximale Abwanderaktivität der Aale zu verzeichnen war.

Antenne Nr. 2 befindet sich am Auslauf des Schlitzpasses neben dem Krafthaus. Auch hier existiert keine stromabwärts gelegene Kontrollantenne. Ersatzweise können jedoch die stromaufwärts im Schlitzpass bzw. an der Einmündung des oberflächennahen Bypasses gelegenen Antennen Nr. 8 und 9 zur Kontrolle der Lesequote bei der Abwanderung herangezogen werden. Von den dort registrierten 338 Lachssmolts wurden 327 auch von Antenne Nr. 2 registriert. Deren Lesequote bei Lachssmolts beträgt somit 97 %. Für Lachssmolts ist allerdings belegt, dass sie ihre Abwanderung z. T. unterbrechen, nachdem sie vom Oberwasser her in den Schlitzpass eingeschwommen sind. Anschließend wurden einige dieser Fische nämlich wieder am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens, an der Öffnung des oberflächennahen Bypasses oder nach der Passage des Spülschützes im Mutterbett an den Antennen Nr. 11 bis 12, 7, 5 und/oder Nr. 1 registriert. Diese Exemplare wurden nicht in die Auswertung zur Ermittlung der Lesequote einbezogen.

Bei Blankaalen sind derartige Unterbrechungen der Abwanderung so häufig und üblich, dass die Detektionen an den Antennen Nr. 8 und 9 keine geeignete Grundlage bieten, um die Lesequote von Antenne Nr. 2 für diese Art zu berechnen. Allerdings können hierzu Blankaale genutzt werden, die vom Unterwasser wieder über den Schlitzpass aufgewandert sind und ihn entweder über den Einlauf an Antenne Nr. 8 oder über den oberflächennahen Bypass mit Antenne Nr. 9 stromaufwärts verlassen haben. Dies waren insgesamt 4 Exemplare, die sämtlich zuvor auch an Antenne Nr. 2 registriert worden waren. Die Lesequote für Antenne Nr. 2 beträgt demnach für aufwandernde Blankaale 100 %.

Für Antenne Nr. 3 im Turbinenauslauf des Kraftwerks Widdert kann keine Lesequote angegeben werden, weil sie in einer Sackgasse positioniert ist und deshalb keine einzige Kontrollantenne zur Verfügung steht. Es lässt sich jedoch zumindest nachweisen, dass auch diese größte der verbauten HDX-Antennen technisch ausfallfrei arbeitet. Das Lese-feld ist vollabdeckend und erstreckt sich bis ca. 1,3 m vor und nach der Rahmenebene. Insofern sind die technischen Eigenschaften von Antenne Nr. 3 vergleichbar den Doppelantennen am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens (Antennen Nr. 11 bis 13) woraus auf eine ähnliche hohe Lesequote zu schließen ist.

HDX-Antenne Nr. 4 überwacht den Überlauf vom Monitoringbecken des bodennahen Bypasses ins Mutterbett. Als Kontrolle kann Antenne Nr. 6 herangezogen werden, die sich innerhalb desselben Monitoringbeckens befindet. An beiden Antennen wurde jeweils nur ein einziger Blankaal detektiert, so dass die rechnerische Lesequote 100 % beträgt. Dies

gilt gleichermaßen auch für Antenne Nr. 6. Allerdings ist es erforderlich, diesen Wert im Rahmen der Fortführung des Projektes anhand einer größeren Stichprobe zu überprüfen.

Unterwasserseitig des Spülschützes am Kraftwerk Widdert ist Antenne Nr. 5 im Leerschuss installiert um Fische nachzuweisen, die über diesen Abwanderkorridor ins Unterwasser gelangen. Als Kontrolle dient Antenne Nr. 1. Allerdings münden mehrere Wanderrouen ins Mutterbett, so dass Antenne Nr. 5 nicht separat betrachtet werden kann, sondern nur gemeinsam mit den Antennen Nr. 4, 10, 15 und 16. Von 10 Blankaalen, die an der Kontrollantenne Nr. 1 registriert worden waren, war nur ein einziges Exemplar nicht zuvor auch an einer der oberhalb gelegenen Antennen registriert worden. Die gemeinsame Lesequote der Antennen Nr. 4, 5, 10, 15 und 16 für Blankaale erreicht somit 90 %; für Lachssmolts hingegen lediglich 53 % (66 registrierte von 125 abgewanderten Exemplaren).

Für Antenne Nr. 7 am Einstieg des oberflächennahen Bypass kann die nachgeschaltete Antenne Nr. 9 zur Kontrolle genutzt werden. Von den 260 Lachssmolts, die an Antenne Nr. 9 registriert wurden, hatte Antenne Nr. 7 insgesamt 211 ebenfalls erfasst. Dies entspricht einer Quote von 81 %. Passagen von Blankaalen lassen sich erst ab dem 06. März 2014 auswerten, weil Antenne Nr. 9 nachträglich installiert worden war. In der Folgezeit wurden dort 7 Exemplare registriert, 6 davon waren zuvor auch an Antenne Nr. 7 registriert worden. Für Blankaale ergibt sich folglich mit 86 % eine ähnliche Quote wie für die Lachssmolts. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der oberflächennahe Bypass einen zweiten Einstieg besitzt, nämlich den Smoltbypass oberhalb des Kraftwerksrechens. Die nicht an Antenne Nr. 7 registrierten Exemplare können also auch über den Smoltbypass abgewandert sein, der nicht von einer separaten Antenne überwacht wird. Dieses Szenario ist sehr wahrscheinlich, denn Antenne Nr. 7 weist ähnliche Dimensionen und technische Eigenschaften auf, wie die Antennen Nr. 2, 4 und 6, an denen annähernd 100 % aller Passagen registriert wurden.

Antenne Nr. 8 befindet sich im oberwasserseitigen Einlauf des Schlitzpasses am Krafthaus. In diese Fischaufstiegsanlage mündet auch der oberflächennahe Bypass mit Antenne Nr. 9 ein. Für Fische, die zwar an der nach geschalteten Kontrollantenne Nr. 2 am Auslauf des Schlitzpasses, aber nicht an Antenne Nr. 8 oder Nr. 9 registriert worden waren, lässt sich nicht rekonstruieren, welche der beiden Antennen sie unerkant passiert haben. Im Falle der Lachssmolts ist dies allerdings unerheblich, denn lediglich ein einziges der 328 an der Kontrollantenne registrierten Exemplare wurde zuvor nicht an einer der

beiden Antennen Nr. 8 oder 9 registriert. Für diesen Smolt ist dokumentiert, dass er über das Mutterbett abgewandert und von dort in den Turbinenauslauf eingeschwommen ist, bevor er an Antenne Nr. 2 registriert wurde. Damit hat kein einziger Smolt Antenne Nr. 8 oder 9 unbemerkt passiert; die Lesequote beträgt somit für beide Antennen jeweils 100 %. Von den 80 an Antenne Nr. 2 registrierten Blankaalen wurden zuvor 68 auch von Antenne Nr. 8 oder 9 erfasst. Die Lesequote beträgt in diesem Falle somit 85 %. Hierbei handelt es sich allerdings um eine Unterschätzung, denn an Antenne Nr. 2 registrierte Blankaale können auch dorthin gelangt sein, indem sie z. B. über den Leerschuss und das Mutterbett abgewandert sind und dabei unbemerkt die Antennen Nr. 5 und 1 passiert haben.

Im Mutterbett des Auer Kotten wurde zusätzlich zu Antenne Nr. 1 im März 2014 Antenne Nr. 10 installiert, um über das Ausleitungswehr und das Mutterbett abwandernde Fische zuverlässiger zu detektieren. Bezüglich ihrer Lesequote ergibt sich ein uneinheitliches Bild: Von den 4 Blankaalen, die über das Ausleitungswehr bzw. den dortigen Raugerinne-Beckenpass abgewandert sind und an der Kontrollantenne Nr. 1 registriert wurden, hat Antenne Nr. 10 alle erfasst. Darüber hinaus wanderten im Untersuchungszeitraum 8 Aale über das Mutterbett stromaufwärts zurück in den Stauraum und auch sie wurden ausnahmslos detektiert. Die Lesequote von Antenne Nr. 10 gegenüber Blankaalen beträgt somit 100 %. Von den 12 über das Mutterbett abgewanderten Lachssmolts hingegen wurden nur 3, also 25 % registriert. Noch schlechter wurden aufsteigende Smolts erfasst: Kein einziges von den 8 Exemplaren, die nach einer Aufwanderung über das Mutterbett den Raugerinnebeckenpass am Ausleitungswehr passierten, wurde von Antenne Nr. 10 gemeldet.

Die Doppelantennen Nr. 11, 12 und 13 sind nebeneinander angeordnet und decken den Querschnitt des Einlaufbauwerks zum Oberwassergraben des Kraftwerks ab. Ihre Schwingkreise bilden funktionell eine Einheit, so dass sich die Leseraten nicht separat, sondern nur gemeinsam für alle drei Doppelantennen ermitteln lassen. Der Kontrolle dienen alle Antennen, die die Wanderkorridore am Kraftwerk überwachen, also Nr. 5 im Leerschuss, Nr. 6, 7 und 9 in den Bypässen sowie Nr. 8 im Einlauf des Schlitzpasses. In die Auswertung einbezogen wurden ausschließlich die an Besatzpunkt 2, also ca. 3 km oberhalb in Glüder besetzten Exemplare. Für Blankaale wurde eine Leseratenrate von 92 % ermittelt (22 registrierte von 24 passierenden Exemplaren), wobei der Zeitraum vom 01. bis zum 20. November 2013, als detektierte ID-Codes aufgrund eines PC-Fehlers nicht registriert worden waren, nicht in die Auswertung einbezogen wurde. Für Lachssmolts beträgt die Lesequote 84 % (215 registrierte von 256 passierenden Exemplaren).

Die Lesequote von Antenne Nr. 14 am Einlauf in das Raugerinnes wird von Antenne Nr. 15 kontrolliert, die sich am Auslauf des Fischweges befindet. Dort wurden im Untersuchungszeitraum jeweils 9 abwandernde Blankaale und Lachssmolts registriert, von denen Antenne Nr. 14 insgesamt 6 bzw. 7 ebenfalls erfasst hatte. Ihre Lesequote beträgt somit 67 bzw. 78 %.

Stromab von Antenne Nr. 15 befinden sich zwar die Antennen Nr. 10 und 1, doch sind diese nicht als Kontrolle zur Ermittlung der Lesequote abwandernder Fische geeignet. Über Antenne Nr. 1 führt nämlich auch der Abwanderpfad über den Leerschuss am Kraftwerk, der wesentlich intensiver von Lachssmolts und Blankaalen genutzt wird, als der Weg über das Ausleitungwehr bzw. den dortigen Raugerinnebeckenpass. Teilweise setzten die Fische ihre Abwanderung nicht unmittelbar nach der Passage des Spülschützes fort, sondern verblieben mehrere Stunden oder gar Tage im Mutterbett, wo sie dann häufig auch von Antenne Nr. 10 erfasst wurden. Bestimmen lässt sich die Lesequote hingegen für aufwandernde Fische, wobei Antenne Nr. 14 als Kontrolle dient. Von den 11 Aalen, deren Aufwanderung über das Mutterbett zurück in den Stauraum des Wehres durch Registrierung ihres ID-Codes an Antenne Nr. 14 dokumentiert ist, wurden 9 auch von Antenne Nr. 15 gelesen, deren Lesequote für Blankaale in dieser Richtung beträgt somit 82 %.

In Tab. 6 sind die Lesequoten der einzelnen Antennen im Überblick zusammengestellt, wobei einerseits zwischen Blankaalen und Lachssmolts sowie andererseits zwischen der Auf- und der Abwanderung differenziert wird. Darüber hinaus enthält die Tabelle die Anzahl der jeweiligen Passagen sowie Angaben dazu, welche Kontrollantennen eingesetzt wurden.

Generell zeigt sich hierbei eine bemerkenswert hohe Lesequote. Sie liegt in fast allen Fällen deutlich über 50 % und erreicht zum Teil sogar 100 %. In den meisten Fällen sind die Lesequoten bei Lachssmolts niedriger als bei Aalen. Dies ist darin begründet, dass Smolts mit den kleineren, nur 23 mm langen HDX-Transpondern markiert wurden, die Aale hingegen mit 32 mm langen, die eine größere Reichweite besitzen. Auffällig sind die extrem niedrigen Lesequoten der Smolts an den schwimm-drüber-Antennen Nr. 1 und 10 im Mutterbett des Auer Kotten. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Smolts, im Gegensatz zu Aalen, tendenziell oberflächenorientiert sind und die Antennen somit in größerer Entfernung, also außerhalb des Lesefeldes passieren. Eine weitere mögliche Ursache ist eine höhere Schwimmgeschwindigkeit.

Tab. 6: Lesequoten der einzelnen Antennen am Auer Kotten (Erläuterungen im Text)

Antenne Nr.	Richtung	Kontroll- antenne(n)	Art	registrierte ID-Codes		Quote
				Antenne	Kontrolle	
1	ab	4, 5, 10, 15, 16 (vorgesaltet)	Blankaal	15	22	68 %
			Lachssmolt	65	134	49 %
	auf	10, 15, 16	Blankaal	11	11	100 %
			Lachssmolt	1	8	13 %
2	auf	8, 9	Blankaal	4	4	100 %
	ab	(vorgesaltet)	Lachssmolt	327	338	97 %
3		-				-
4		6 (vorgesaltet)	Blankaal	1	1	100 %
	ab		Lachssmolt			-
4, 5, 10, 15, 16	ab	1	Blankaal	9	10	90 %
			Lachssmolt	125	66	53 %
6	ab	4	Blankaal	1	1	100 %
			Lachssmolt			-
7	ab	9	Blankaal	6	7	86 %
			Lachssmolt	211	260	81 %
8 und 9	ab	2	Blankaal	68	80	85 %
			Lachssmolt	327	327	100 %
10	ab	1	Blankaal	4	4	100 %
			Lachssmolt	3	12	25 %
	auf	14, 15, 16	Blankaal	8	8	100 %
			Lachssmolt	0	8	0 %
11, 12, 13	ab	4, 5, 6, 7, 8, 9	Blankaal	30	47	92 %
			Lachssmolt	215	256	84 %
14	ab	15	Blankaal	6	9	67 %
			Lachssmolt	7	9	78 %
15	auf	14	Blankaal	9	11	82 %
			Lachssmolt			-
16		-				-

5.3 BIOLOGISCHE BEFUNDE

5.3.1 Abwanderung von Aalen und Lachssmolts

5.3.1.1 Redetektion von Aalen

Es wurden insgesamt 269 transpondierte Blankaale besetzt; davon 196 Exemplare am 31. Oktober 2013 und 73 Exemplare am 14. November 2013. Die Fische wurden jeweils in etwa gleicher Anzahl auf die beiden ausgewiesenen Besatzpunkte verteilt: 135 an Besatzpunkt 1 im Oberwassergraben des Kraftwerks Widder unmittelbar stromab des Einlaufbauwerks und 134 an Besatzpunkt 2, ca. 3 km oberhalb an der Straßenbrücke in Glüder (Abb. 15, Kap. 4.2.1). Von diesen Aalen wurden bis zum 31. Mai 2014 insgesamt 207 Exemplare mindestens einmal an einer der HDX-Antennen registriert. Die durchschnittliche Redetektionsquote beträgt somit 77 %. Dabei ist die Redetektionsquote für an Besatzpunkt 1 entlassene Blankaale aufgrund der Nähe zu einer HDX-Antenne und der größeren Anzahl und Dichte von Antennen im Bereich des Oberwassergrabens bis zum Kraftwerks zwangsläufig höher, als für Fische, die am Besatzpunkt 2 gestartet sind. Eine Übersicht über die Redetektionsraten in Abhängigkeit vom Besatzort und -termin gibt Tab. 7, wobei die Quoten in Tendenz unterschätzt sind, da unmittelbar nach dem ersten Besatztermin aufgrund eines PC-Fehlers die Lesungen mehrerer Antenne nicht registriert wurden und Aalpassagen deshalb undokumentiert blieben.

Die Anzahl von Redetektionen von Blankaalen reduzierte sich in den ersten Wochen nach dem Besatz beträchtlich und Mitte Dezember wurden schließlich kaum noch Leseereignisse verzeichnet (Abb. 52). Bereits zwei Monate später erhöhte sich die Aktivität der Fische jedoch wieder, einhergehend mit stetig steigenden Wassertemperaturen infolge einer ungewöhnlich milden Witterung. Im weiteren Verlauf des Monitorings wurden täglich durchschnittlich 10 bis 20 Leseereignissen registriert, wobei Temperatureinbrüche stets eine Verringerung der Aktivität zur Folge hatten, während steigende Wassertemperaturen die Aale zu erhöhter Aktivität stimulierten.

Tab. 7: Besatz- und Redetektion der Blankaale bis zum 31. Mai 2014

Besatzpunkt	1. Besatz (31. 10. 2013)		2. Besatz (14. 11. 2013)		Gesamt
	1	2	1	2	
Besatz [n]	98	98	37	36	269
Redetektion [n]	86	70	33	18	207
Redetektionsquote	88 %	71 %	89 %	50 %	77 %

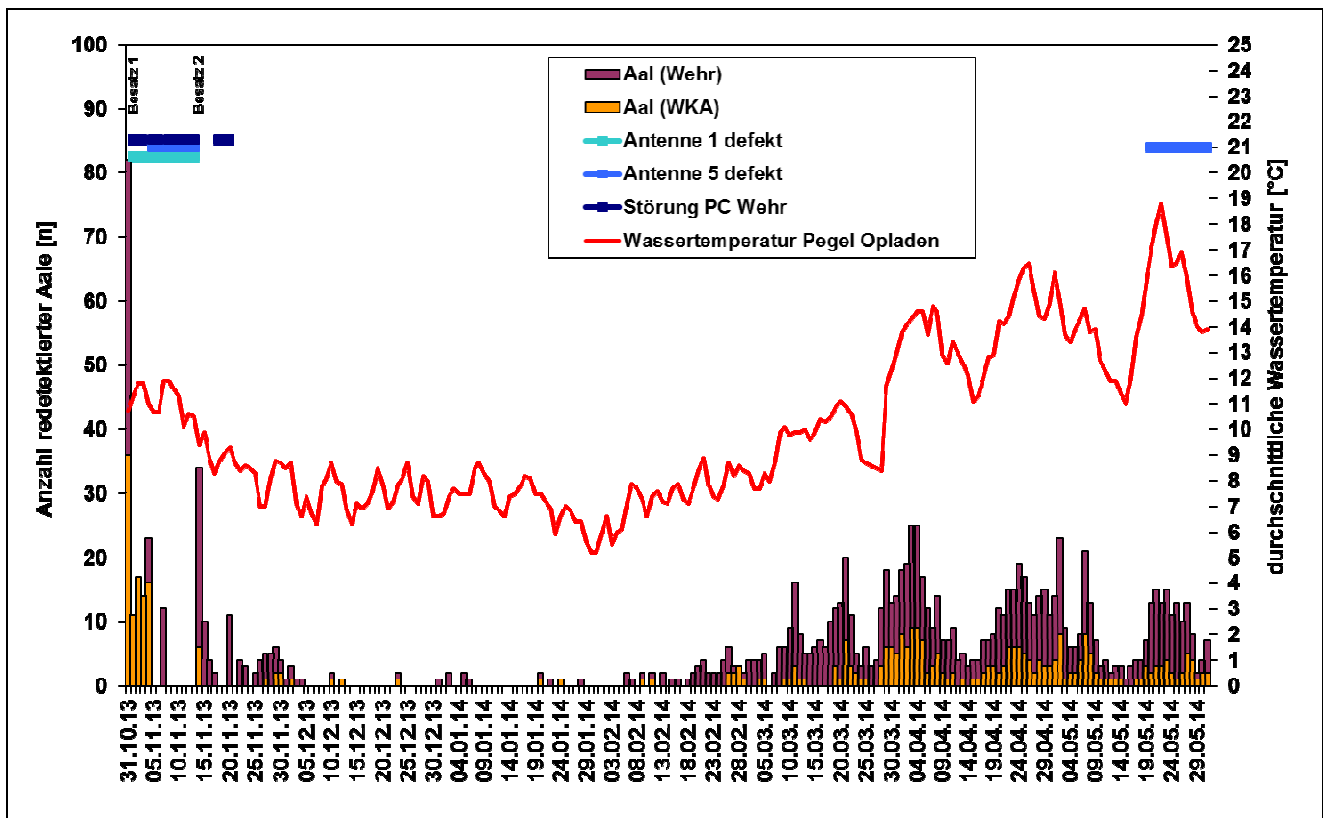


Abb. 52: Redetektion von Blankaalen im Untersuchungszeitraum im Vergleich mit der Ganglinie der Wassertemperatur in der Wupper

Auch nach Abschluss des Auswertungszeitraums hielten sich noch etliche der transponierten Blankaale im Bereich des Auer Kotten auf, so dass die HDX-Antennen auch künftig Redetektionen dieser Exemplare verzeichnen werden, wodurch sich die Redetektionsquote auch in Zukunft sukzessive weiter erhöhen wird.

5.3.1.2 Redetektion von Lachssmolts

Die Freilassung von insgesamt 999 transponierten Lachssmolts in der Wupper erfolgte am 14. und am 17. März 2014, wobei die Fische jeweils annähernd gleichmäßig auf die beiden Besatzpunkte aufgeteilt wurden (Abb. 15, Kap. 4.2.2). Von den Lachssmolts wurden 680 Individuen von mindestens einer HDX-Antenne registriert, was einer Redetektionsquote von 68 % entspricht. Im Gegensatz zu den Blankaalen zeigten die Lachssmolts im Verlauf des relativ engen Abwanderfensters eine gleichmäßigere Abwanderbereitschaft, was sich in einheitlicheren Redetektionsquoten für die beiden Besatztermine und vor allem für die beiden Besatzpunkte widerspiegelt (Tab. 8).

Tab. 8: Besatz- und Redetektion der Lachssmolts bis zum 31. Mai 2014

Besatzpunkt	1. Besatz (14. 03. 2014)		2. Besatz (17. 03. 2014)		Gesamt
	1	2	1	2	
Besatz [n]	251	249	251	248	999
Redetektion [n]	195	178	145	162	680
Redetektionsquote	78 %	71 %	58 %	65 %	68 %

Ebenso wie die Blankaale zeigten auch die Lachssmolts unmittelbar nach ihrem Besatz die größte Abwanderbereitschaft, die in den nachfolgen Wochen sukzessive abnahm, bis die Abwanderung Ende April 2014 offensichtlich vollständig zum Erliegen kam (Abb. 53). An dieser Stelle sei angemerkt, dass nach Ablauf des Untersuchungszeitraums in der Nacht des 09. Oktober 2014 zwischen 03:18 und 04:21 Uhr bei steigendem Abfluss ein kleines Abwanderereignis stattgefunden hat, bei dem fünf Lachssmolts offenbar direkt über das Wehr stromabwärts gewandert sind.

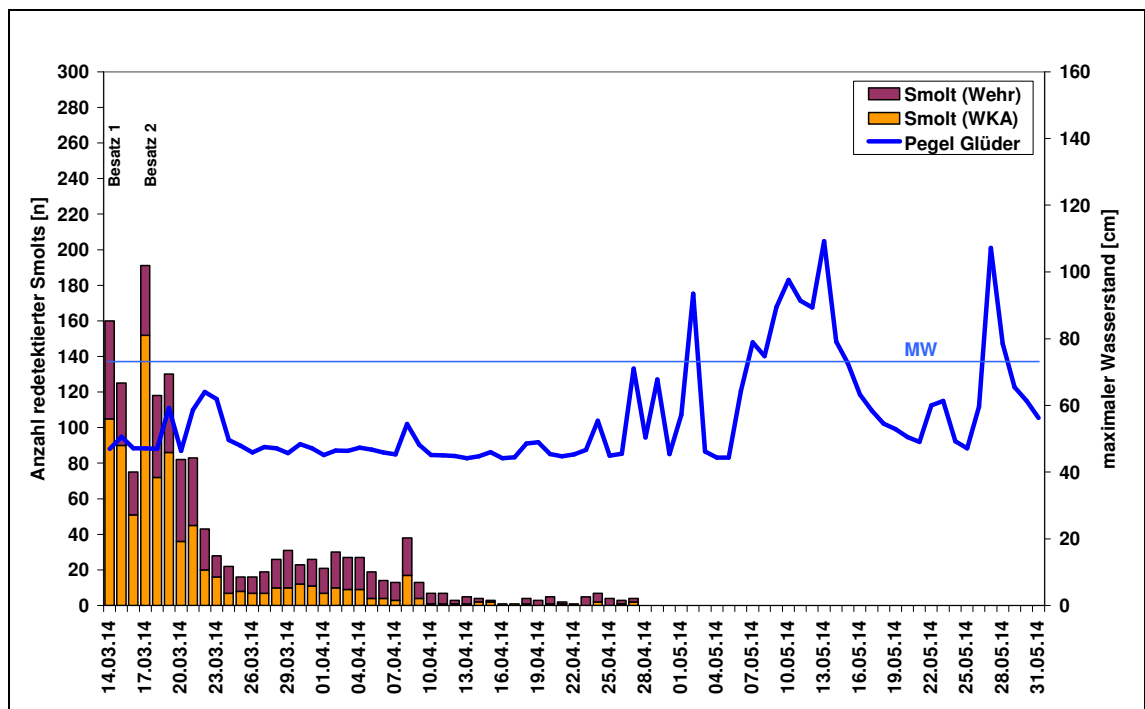


Abb. 53: Detektion von Smolts im Verlauf des Auswertungszeitraumes im Vergleich mit der Ganglinie des Wasserstandes am Pegel Glüder

Nachdem die erste Abwanderwelle ab dem 22. März deutlich abebbte, erhöhte sich die Anzahl der Redetektionen am 08. April 2014 wieder sprunghaft, offenbar in Folge eines Anstiegs der Wasserführung. Trotzdem erscheint die im Betrachtungszeitraum ermittelte Redetektionsquote von 68 % relativ gering, wofür folgende Ursachen verantwortlich sein können:

- Da Lachssmolts wesentlich kleiner sind als Blankaale wurden die Fische mit den kleineren, 23 mm langen HDX-Transpondern markiert, die eine deutlich geringere Detektionssicherheit aufweisen (Kap. 5.2.4, Tab. 6).
- Es ist bekannt und konnte im Rahmen der Untersuchung auch belegt werden, dass Lachssmolts im Schwarmverband abwandern, so dass die HDX-Antennen zur selben Zeit von mehreren Individuen passiert wurden. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Antennen werden derartig zeitgleich erfolgende Redetektionen nicht aufgezeichnet, sondern es wird nur ein einziges Individuum erfasst.
- Auch ist davon auszugehen, dass die kleinen Smolts wesentlich stärker durch Prädatoren wie fischfressende Vögel und Raubfische gefährdet sind, durch die der Ausgangsbestand reduziert worden sein könnte.
- Schließlich zeigt die Redetektion einiger Exemplare im Oktober 2014, dass sich ein Teil der markierten Lachse offensichtlich noch im Parr-Stadium befand, so dass sie erst im Frühjahr 2015 abwandern werden.

5.3.1.3 Abwanderquote

Ein Maß für die stromabwärts gerichtete Passierbarkeit eines Wehr- und Wasserkraftstandortes ist die Abwanderquote. Dies ist derjenige Anteil der abwandernden Fische, denen es gelingt, einen Wanderpfad zu finden, zu passieren und die stromabwärts gerichtete Wanderung fortzusetzen. Betrachtet wird hierbei jeweils die Gesamtsumme der Individuen, die tatsächlich bis zum Wasserkraftwerk bzw. bis zum Wehr abgewandert sind und dort an einer der HDX-Antennen registriert wurden. Nicht einbezogen in die Berechnung der Abwanderquote sind hingegen Tiere, die nur am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens registriert wurden oder von denen gar keine Redetektionen vorliegen.

Von den 269 besetzten Blankaalen wurden zwar insgesamt 207 redetekierte, davon jedoch 50 nur am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens, von denen 30 an Besatzpunkt 1 im Oberwassergraben und 20 an Besatzpunkt 2 in Glüder besetzt worden waren. 157

Exemplare suchten somit am Wasserkraftwerk oder am Wehr nach einer Abstiegsmöglichkeit und 140 Aale hiervon wurden später im Unterwasser nachgewiesen. Hieraus errechnet sich eine Abwanderquote von 89,2 % (Tab. 9). Bezogen auf die 207 redetekierte Aale wurde die Abwanderung für 67,6 % nachgewiesen und bezogen auf die insgesamt besetzten für 52,0 %. Diese Quoten sind für die beiden Besatzpunkte fast identisch. Sie sind sicherlich untertrieben, denn insbesondere in den ersten beiden Wochen nach dem Besatz, als die Aale zwar besonders aktiv, die Antennen Nr. 5 und 1 jedoch ausgefallen waren, dürfte es etlichen Exemplaren gelungen sein, unbemerkt abzuwandern.

Von den 999 besetzten Lachssmolts wurden insgesamt 680 Individuen redetektiert. Zieht man von dieser Anzahl 96 Exemplare ab (33 von Besatzpunkt 1 und 63 von Besatzpunkt 2), die ausschließlich im Bereich des Einlaufbauwerks in den Oberwassergraben registriert worden waren, verbleiben 584 Exemplare, die bis vor das Wasserkraftwerk bzw. das Wehr abgewandert sind. Von diesen wurden später 525 im Unterwasser nachgewiesen, was einer Abwanderquote von 89,9 % entspricht. Bezogen auf die 680 redetekierte Smolts wurde die Abwanderung für 77,2 % nachgewiesen und bezogen auf die insgesamt besetzten für 52,6 %. Diese Quoten sind für die beiden Besatzpunkte fast identisch. Sie dürften auch im Falle der Lachssmolts leicht unterschätzt sein, denn die Lesewahrscheinlichkeit ist bei ihnen aus den bereits dargelegten Gründen geringer als bei den Blankaalen. Einen Überblick über die Abwanderquoten beider Arten gibt Tab. 9.

Tab. 9: Abwanderquoten von Blankaalen und Lachssmolts bis zum 31. Mai 2014

Blankaal	Besatzpunkt 1 Oberwassergraben	Besatzpunkt 2 Glüder	Summe
Besatz [n]	135	134	269
Redetektion insgesamt [n]	120	87	207
davon vor Wehr und WKA [n]	90	67	157
davon danach im Unterwasser [n]	79	61	140
Abwanderquote	87,8 %	91,0 %	89,2 %
Lachssmolt	Besatzpunkt 1 Oberwassergraben	Besatzpunkt 2 Glüder	Summe
Besatz [n]	502	497	999
Redetektion insgesamt [n]	340	340	680
davon vor Wehr und WKA [n]	307	277	584
davon danach im Unterwasser [n]	276	249	525
Abwanderquote	89,9 %	89,9 %	89,9 %

5.3.1.4 Passagen der Turbine

Das Wasserkraftwerk Widdert am Auer Kotten ist speziell in Hinblick auf die Zielarten bzw. -stadien Aal und Lachssmolts mit einem Horizontalrechen von 12 mm lichter Weite ausgestattet, um deren Eindringen in das Kraftwerk und die Passage der Turbine zu verhindern. Um die Wirksamkeit dieses Rechens überprüfen zu können, wurde am Turbinenauslauf HDX-Antenne Nr. 3 installiert.

Von dieser Antenne wurden im Auswertungszeitraum insgesamt 46 transpondierte Abwanderer registriert, und zwar 29 Blankaale und 17 Lachssmolts. Allerdings bedeutet eine Registrierung der ID-Codes im Turbinenauslauf nicht zwangsläufig, dass diese Fische die Turbine passiert haben, denn sie können auch nach Nutzung eines anderen Abwanderkorridors zunächst gegen die Strömung anschwimmend für einige Zeit im Unterwassergraben im Redetektionsbereich von Antenne Nr. 3 verweilen, bevor sie ihre Weg fortsetzen. Dies ist besonders wahrscheinlich bei Exemplaren, die über den seitlich neben dem Wasserkraftwerk liegenden Schlitzpass oder über den oberflächennahen Bypass abgewandert sind, der sie ebenfalls dieser Fischaufstiegsanlage zuführt. In der Tat hatten 20 Blankaale und 15 Lachssmolts, die von Antenne Nr. 3 registriert wurden, zuvor einen dieser beiden Abwanderkorridore genutzt. Jeweils 2 Blankaale und Lachssmolts sind sogar aus dem Mutterbett in den Unterwassergraben des Kraftwerks eingeschwommen und wurden dann am Turbinenauslauf registriert. Diese Fische waren zum Teil über das Spülschütz ins Unterwasser gelangt, zum Teil über das Raugerinne am Ausleitungswehr. Von keinem einzigen Lachs, der am Turbinenauslauf registriert wurde, ist der Abwanderkorridor nicht eindeutig dokumentiert. Nach den vorliegenden Befunden kann damit eine Passage des 12 mm-Rechens für die markierten Lachssmolts sicher ausgeschlossen werden.

Bei den Blankaalen waren 7 Exemplare von HDX-Antenne Nr. 3 registriert worden, ohne dass ihr Wanderweg über einen der alternativen Abwanderkorridore registriert worden wäre. Insofern besteht zumindest die theoretische Möglichkeit, dass diese Exemplare tatsächlich den 12 mm-Rechen und danach die Turbine passiert haben. Um dies zu überprüfen, ist in Tab. 10 die Gesamtlänge dieser Fische aufgeführt. Gemäß DWA (2005) beträgt die Körperdicke von Aalen das 0,05-fache ihrer Körperlänge. Allerdings sind sie in der Lage, sich zwischen Rechenstäben aktiv hindurchzuzwängen, so dass ein Rechen erst dann physisch unpassierbar ist, wenn seine lichte Weite nicht mehr als dem 0,03-

fachen der Gesamtlänge des Aals entspricht. Alle 7 Blankaale, bei denen der Verdacht einer Turbinenpassage bestand, waren jedoch viel zu dick, um sich durch den 12 mm-Rechen hindurchzwängen zu können. Selbst den kleinsten Exemplaren von ihnen könnte eine Passage erst bei einer lichten Weite von mehr als 15 mm gelingen; die größten Exemplare würden selbst an einem 20 mm-Rechen scheitern. Insofern ist für keinen einzigen an Antenne Nr. 3 registrierten Aal anzunehmen, dass er die Turbine passiert hätte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass diese Exemplare andere Wanderkorridore genutzt haben um ins Unterwasser zu gelangen, ohne dabei registriert worden zu sein.

Tab. 10: Länge der 7 Blankaale, die im Unterwasser zuerst an Antenne Nr. 3 registriert wurden, die daraus gemäß DWA (2005) berechnete Körperdicke und die minimale lichte Weite für sie physikalisch passierbarer Rechen

ID-Code	Totallänge [cm]	Körperdicke [mm]	passierbare lichte Weite [mm]
180316125	83,0	41,5	24,9
180316204	71,0	35,5	21,3
180316215	66,0	33,0	19,8
180316238	63,0	31,5	18,9
180583272	54,5	27,3	16,4
180583338	52,5	26,3	15,8
180655097	68,0	34,0	20,4

5.3.1.5 Abwanderwege

Aufgrund der Anzahl, Verteilung und Detektionssicherheit der HDX-Antennen in den verschiedenen Abwanderkorridoren am Auer Kotten können die Wanderpfade abwandernder Fische zuverlässig ermittelt werden. Nur bei jeweils ca. 10 % der Blankaale und Lachsmolts reichen die vorliegenden Daten nicht aus, um deren Wanderpfade sicher zu rekonstruieren.

Die übrigen Fische verteilten sich sehr ungleichmäßig über die verschiedenen Korridore (Tab. 11). Blankaalen und Lachsmolts war dabei gemein, dass die Abwanderung über das Wehr und den Raugerinnebeckenpass mit 5 bzw. 2 % kaum eine Rolle spielte. Die abwandernden Fische folgten hingegen zu mehr als 90 % der Hauptströmung, die sie zum Einlauf in die Wasserkraftanlage führte. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Abflüsse in der Wupper vor allem während der Abwandersaison der Smolts im Frühjahr 2014

permanent geringer waren als der Ausbaudurchfluss des Wasserkraftwerks Widdert, so dass nur der Mindestabfluss über das Wehr abgegeben wurde. Ist der Gesamtabfluss der Wupper höher, verlagert sich die Hauptströmung zunehmend zum Wehr. Entsprechend ist in Jahren mit höheren Abflüssen während der Abwandersaison mit einer vermehrten Abwanderung über die Wanderpfade am Wehr zu rechnen.

Am Wasserkraftwerk stand den Fischen der bodennahe Bypass aufgrund permanenter Verlegung kaum als Abwandermöglichkeit zur Verfügung. Entsprechend wurde dort jeweils nur ein einziges Exemplar der beiden Arten nachgewiesen. Stattdessen verteilten sich die Blankaale zu je ca. 40 % fast gleichmäßig auf den Leerschuss im Anschluss an das Spülschütz und den Schlitzpass am Kraftwerk. Der oberflächennahe Bypass und der Smoltbypass wurden hingegen nur zu ca. 5 % für die Abwanderung genutzt.

Tab. 11: Aufteilung der abgewanderten Aale und Lachssmolts auf die einzelnen Wanderkorridore

Blankaal	Anzahl			Quote		
	BP 1	BP 2	Summe	BP 1	BP 2	Gesamt
Wanderkorridor unklar	11	4	15	13,9 %	6,6 %	10,7 %
Wehr	0	0	0	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Raugerinne	2	5	7	2,5 %	8,2 %	5,0 %
Leerschuss	21	33	54	26,6 %	54,1 %	38,6 %
bodennaher Bypass	1	0	1	1,3 %	0,0 %	0,7 %
oberflächennaher Bypass	2	3	5	2,5 %	4,9 %	3,6 %
Smoltbypass	1	1	2	1,3 %	1,6 %	1,4 %
Schlitzpass	41	15	56	51,9 %	24,6 %	40,0 %
Gesamt	79	61	140			
Lachssmolt	Anzahl			Quote		
	BP 1	BP 2	Summe	BP 1	BP 2	Gesamt
Wanderkorridor unklar	41	6	47	14,8 %	2,4 %	9,0 %
Wehr	0	1	1	0,0 %	0,4 %	0,2 %
Raugerinne	2	9	11	0,7 %	3,6 %	2,1 %
Leerschuss	106	29	135	38,3 %	11,7 %	25,7 %
bodennaher Bypass	1	0	1	0,4 %	0,0 %	0,2 %
oberflächennaher Bypass	83	122	205	30,0 %	49,2 %	39,0 %
Smoltbypass	15	31	46	5,4 %	12,5 %	8,8 %
Schlitzpass	29	50	79	10,5 %	20,2 %	15,0 %
Gesamt	277	248	525			

Deutlich anders stellt sich die Verteilung der oberflächenorientiert abwandernden Lachsmolts dar: Bei ihnen war der oberflächennahe Bypass mit einem Anteil von knapp 40 % der bevorzugte Wanderpfad. Aber auch das Spülschütz vor dem Leerschuss spielte für Lachsmolts eine wichtige Rolle, da 26 % der Passagen von der dort installierten HDX-Antenne Nr. 5 registriert wurden. 15 % der Molts wählten den Schlitzpass als Abwanderkorridor und nur etwa 10 % nutzten den speziell für sie konstruierten Moltbypass, wo sie seit dem 06. März 2014 von der neu installierten Antenne Nr. 9 in Kombination mit Antenne Nr. 2 registriert werden können.

5.3.1.6 Einfluss des Besatzpunktes auf die Wahl des Abwanderkorridors

Da jeweils etwa die Hälfte der Blankaale und Lachsmolts an Besatzpunkt 1 bereits stromab des Einlaufbauwerkes im Oberwassergraben quasi im unmittelbaren Anströmbereich des Wasserkraftwerks entlassen worden war, stellte sich die Frage, in wie weit die Lage des jeweiligen Startpunktes einen Einfluss auf die Auffindbarkeit der verschiedenen Abwanderkorridore am Auer Kotten hat.

Tatsächlich und damit erwartungsgemäß wanderten die an Besatzpunkt 2 und damit 3 km stromauf des Auer Kotten in Glüder besetzten Exemplare zu einem deutlich höheren Anteil über das Ausleitungswehr und den dortigen Raugerinne-Beckenpass ab als Exemplare, die direkt im Oberwassergraben besetzt worden waren. Bemerkenswert ist jedoch, dass sich auch die Verteilung der abwandernden Fische auf die verschiedenen Wanderpfade im Bereich des Wasserkraftwerks in Abhängigkeit vom Besatzpunkt unterscheidet. So nutzten die im Oberwassergraben besetzten Blankaale zu etwa 60 % den Schlitzpass zur Abwanderung, während die weiter stromauf an Besatzpunkt 2 gestarteten Aale deutlich den Leerschuss bevorzugten (Abb. 54). Dieser Unterschied war vor allem in den ersten Wochen des Untersuchungszeitraumes stark ausgeprägt, nivellierte sich jedoch im weiteren zeitlichen Verlauf zunehmend. Das Verhalten der beiden Besatzchargen hat sich folglich allmählich angeglichen: Die große Anzahl von Redetektionen am Einlaufbauwerk zeigt, dass sich die im Oberwassergraben entlassenen Aale zunehmend stromaufwärts orientiert hatten, wenn sie nicht unmittelbar nach dem Besatz abgewandert waren. Im Gegenzug wurden im Lauf der Zeit immer mehr an Besatzpunkt 2 besetzte Aale von den HDX-Antennen am Einlaufbauwerk erfasst. Diese Fische hatten sich also zwischenzeitlich stromabwärts bewegt.

Auch die Lachssmolts zeigten in Abhängigkeit vom Besatzpunkt deutliche Unterschiede in der Wahl ihres Abwanderkorridors (Abb. 55). So sind die im Oberwassergraben besetzten Fische mindestens zur Hälfte über das Spülschutz und den Leerschuss ins Unterwasser des Auer Kotten abgewandert, während nur 10 % der weiter stromauf in Glüder gestarteten Smolts diesen Weg gewählt haben.

Im Falle eines natürlich ausgelösten Abwanderereignisses wird die Mehrzahl der Fische sicherlich nicht aus dem unmittelbaren Umfeld des Auer Kotten starten, sondern sich aus größerer Entfernung annähern. Dementsprechend lassen sich aus dem Verhalten der an Besatzpunkt 2 entlassenen Tiere mit wesentlich höherer Zuverlässigkeit Erkenntnisse über die bevorzugten Wanderkorridore am Kraftwerk ableiten, als von dem Verhalten der Tiere, die in unmittelbarer Nähe der Bypässe an Besatzpunkt 1 entlassen wurden.

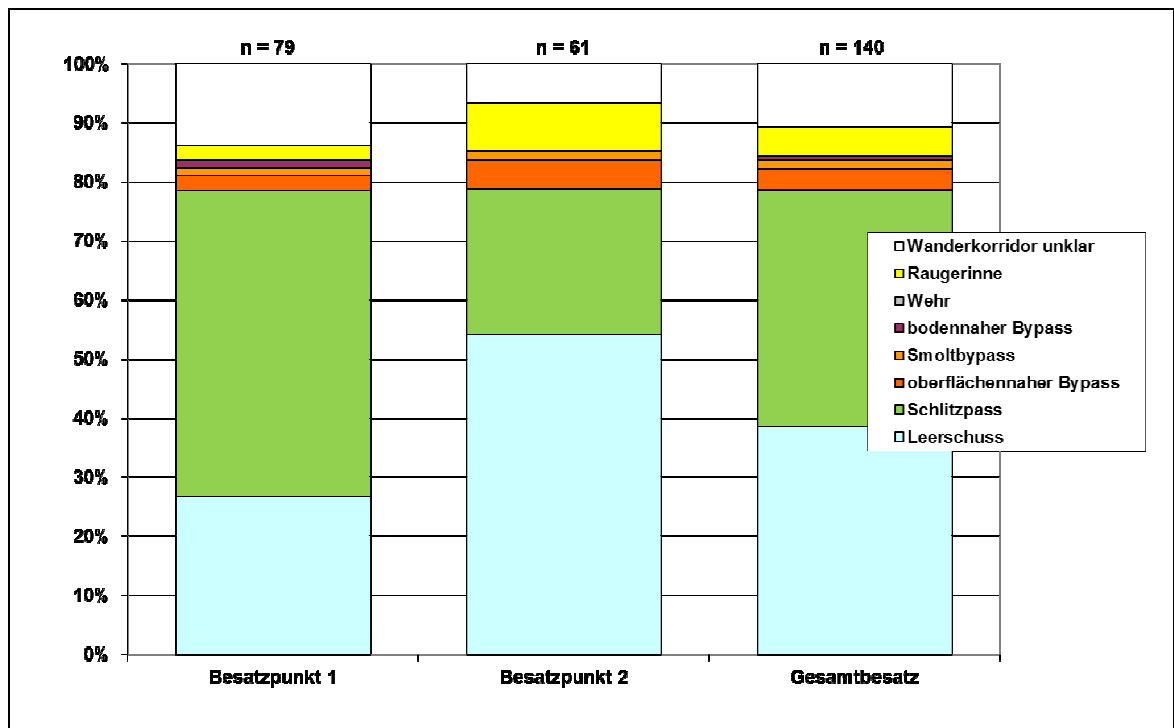


Abb. 54: Präferierte Wanderkorridore der Blankaale in Abhängigkeit vom Besatzpunkt

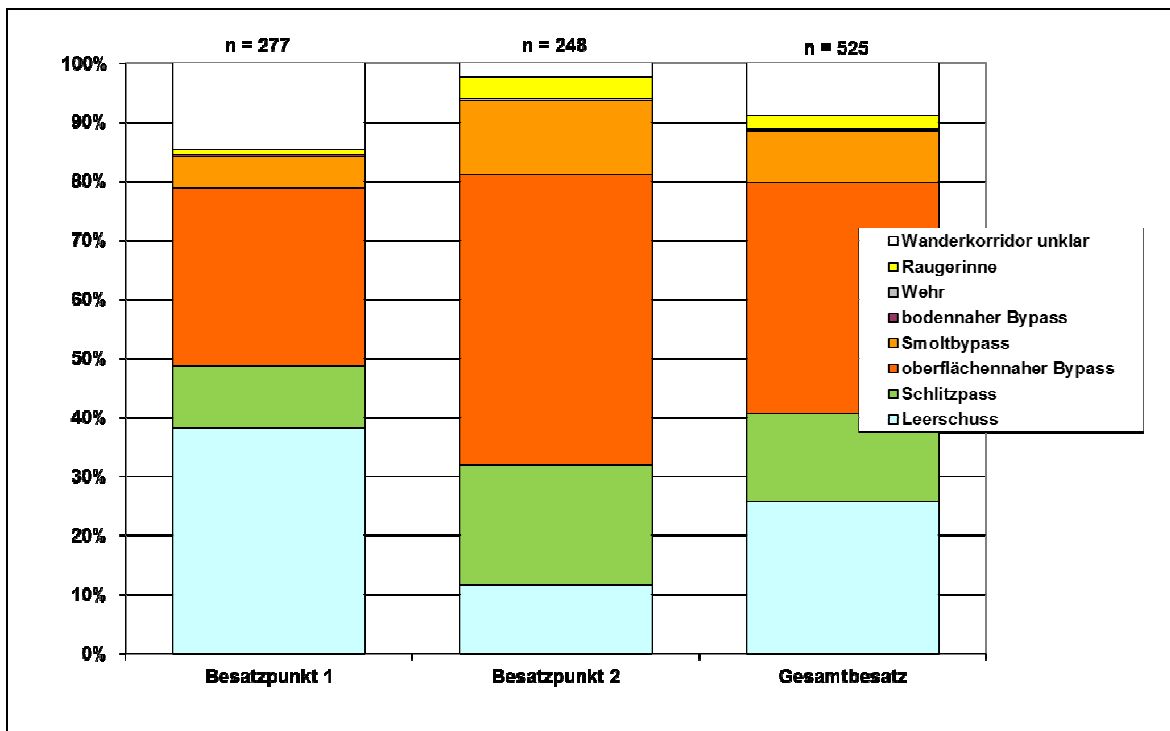


Abb. 55: Präferierte Wanderkorridore der Lachssmolts in Abhängigkeit vom Besatzpunkt

5.3.1.7 Einfluss der Betriebsführung des Wasserkraftwerks

Über die Betriebsführung des Wasserkraftwerks Widdert liegen zwar nur lückenhafte Informationen vor (Kap. 4.3.2), doch ist dokumentiert, dass das Spülschütz während des Hochwassers in den ersten Tagen des Untersuchungszeitraumes mehr als 100 mal geöffnet worden war, um Rechengut über den Leerschuss ins Unterwasser abzuführen (Kap. 5.2.1). Diese Gelegenheit nutzte offenbar eine große Anzahl von Blankaalen, um ins Unterwasser abzuwandern (Abb. 56). Das Spülschütz erwies sich also in diesen Tagen als bevorzugter Abwanderpfad. In der Folgezeit ging das Treibgutaufkommen stark zurück und das Schütz wurde häufig nur ein einziges Mal pro Tag geöffnet. Während dieser Zeit wurden Passagen von Aalen kaum dokumentiert.

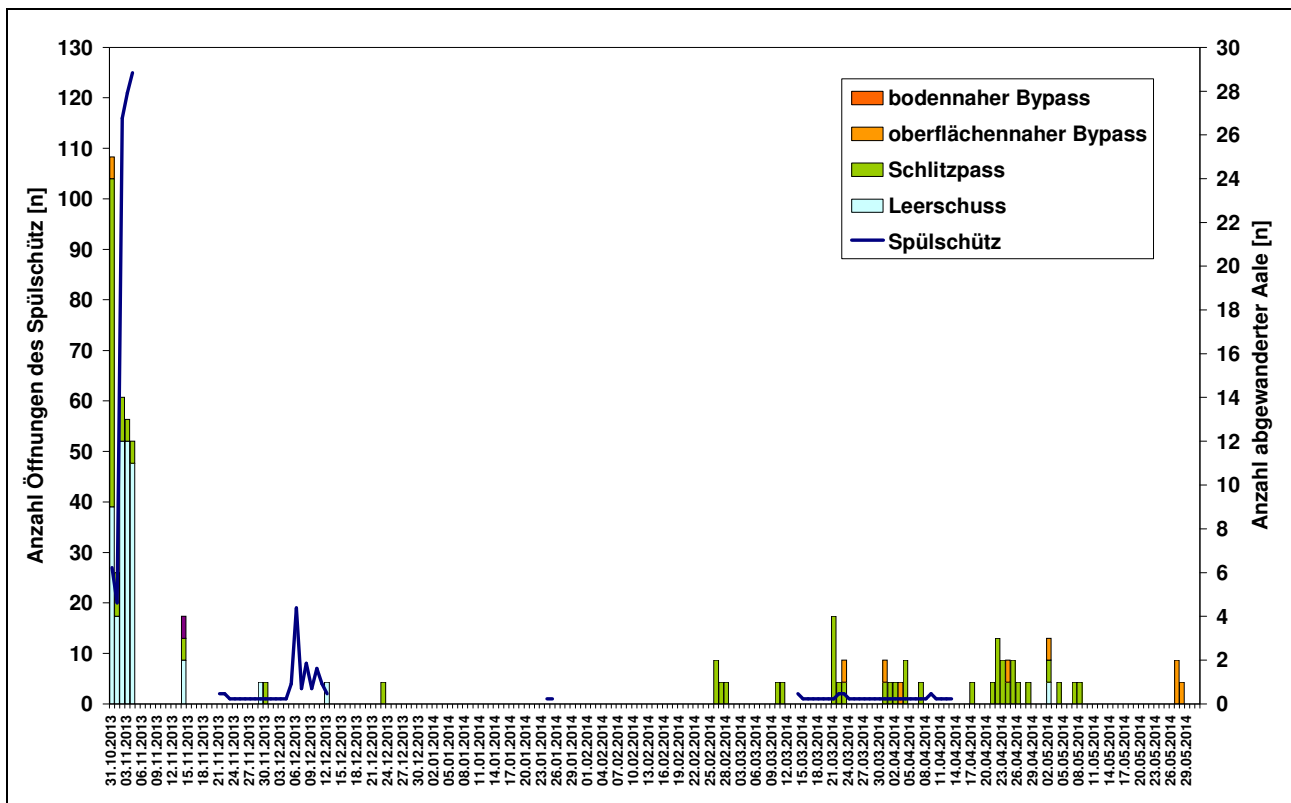


Abb. 56: Am Kraftwerk Widdert von den Blankaalen genutzte Abwandermöglichkeiten in Abhängigkeit vom Öffnungsturnus des Spülschützes

Während der Abwanderung der Lachssmolts wurde das Spülschütz regelmäßig nur ein bis zwei Mal täglich geöffnet. In dieser Zeit wurde diese diskontinuierlich offen stehende Abwandermöglichkeit nur von wenigen Fischen genutzt. Eine Ausnahme bildeten die beiden Besatztage, an denen von den HDX-Antennen eindeutig die meisten Abwanderer über den Leerschuss dokumentiert wurden, obwohl dieser nur sehr selten offen stand (Abb. 57): Von den im Oberwassergraben am 14. April 2014 besetzten Smolts passierten innerhalb weniger Minuten gegen 16.00 Uhr 33 Exemplare und von den am 17. April entlassenen Fischen sogar 57 während desselben Tages das Spülschütz. Zwei Drittel aller Passagen von Lachssmolts über das Spülschütz erfolgten damit am Tag des Besatzes und hier wiederum innerhalb des ca. 10-minütigen Zeitfensters, in denen die Schwallklappe betätigt wurde. Gemeinsam mit ihnen wanderten offensichtlich auch mindestens 38 weitere Lachssmolts ab, die allerdings nicht an Antenne 5, sondern nur an Antenne 1 redetektiert wurden. In den Folgetagen wurde der Leerschuss nur noch von einzelnen Lachssmolts genutzt. Von den weiter stromauf in Glüder besetzten Lachssmolts trafen die ersten erst 5 bis 6 Tage später im Kraftwerk ein und zeigten keine auffällige Bevorzugung des Abwanderweges über das Spülschütz.

Auch diese Befunde weisen sehr deutlich auf ein unterschiedliches Verhalten in Abhängigkeit vom Besatzpunkt hin. Die direkt im Oberwassergraben besetzten Smolts, die sich ganz offensichtlich nahe des Kraftwerkseinlaufs und des Spülschützes aufhielten, nutzten unverzüglich jede sich eröffnende Gelegenheit zur Abwanderung. Ein Besatz von Fischen so nah im Oberwasser des Kraftwerks führt somit zu artifiziellen Befunden, die nicht das normale Verhalten von Lachssmolts wider geben, die sich bereits über längere Zeit an die Gegebenheiten in einem Gewässer angepasst haben.

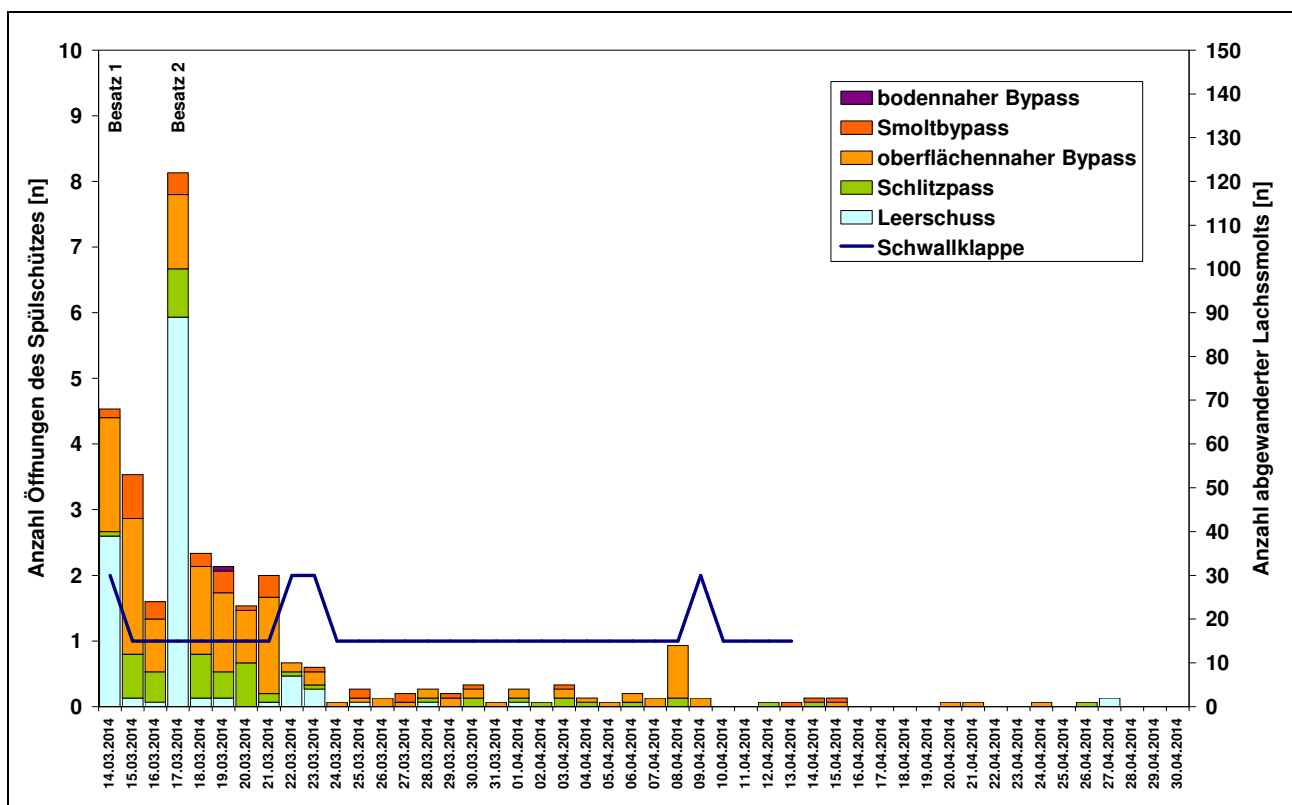


Abb. 57: Am Kraftwerk Widdert von den Lachssmolts genutzte Abwandermöglichkeiten in Abhängigkeit vom Öffnungsturnus des Spülschützes

5.3.1.8 Akzeptanz und Passage der Wanderkorridore

Der Schlitzpass am Wasserkraftwerk Widdert und der oberflächennahe Bypass sind jeweils an ihrer oberwasserseitigen Öffnung mit HDX-Antennen ausgestattet. Diese Antennen Nr. 8 und 7 registrieren nicht nur solche transpondierten Fische, die diese Öffnung passiert haben, sondern darüber hinaus auch solche, die sich oberstrom im Lesefeld aufhielten, ohne aber abzuwandern. Die von diesen Antennen aufgezeichneten Redetektionen erlauben also auch Analysen in Hinblick darauf, wie viele Fische sich zwar

den Bypassöffnungen näherten ohne sie anzunehmen und anschließend nach anderen Abwandermöglichkeiten zu suchen.

Es zeigte sich, dass Lachssmolts denjenigen Bypass bevorzugt nutzen, vor dessen Öffnung sie als erstes gelangten. Beispielsweise entschieden sich von den erstmalig vor dem oberflächennahen Bypass eintreffenden Smolts etwa zwei Drittel, diesen tatsächlich für ihre weitere Abwanderung anzunehmen. Lediglich knapp 10 % der Fische entschieden sich stattdessen für eine Abwanderung über den Schlitzpass oder das geöffnete Spülschütz. Allerdings brachen ca. 20 % der Lachssmolts trotz der Annäherung an den Einstieg in den oberflächennahen Bypass ihre Abwanderung ab und verblieben im Oberwasser (Abb. 58).

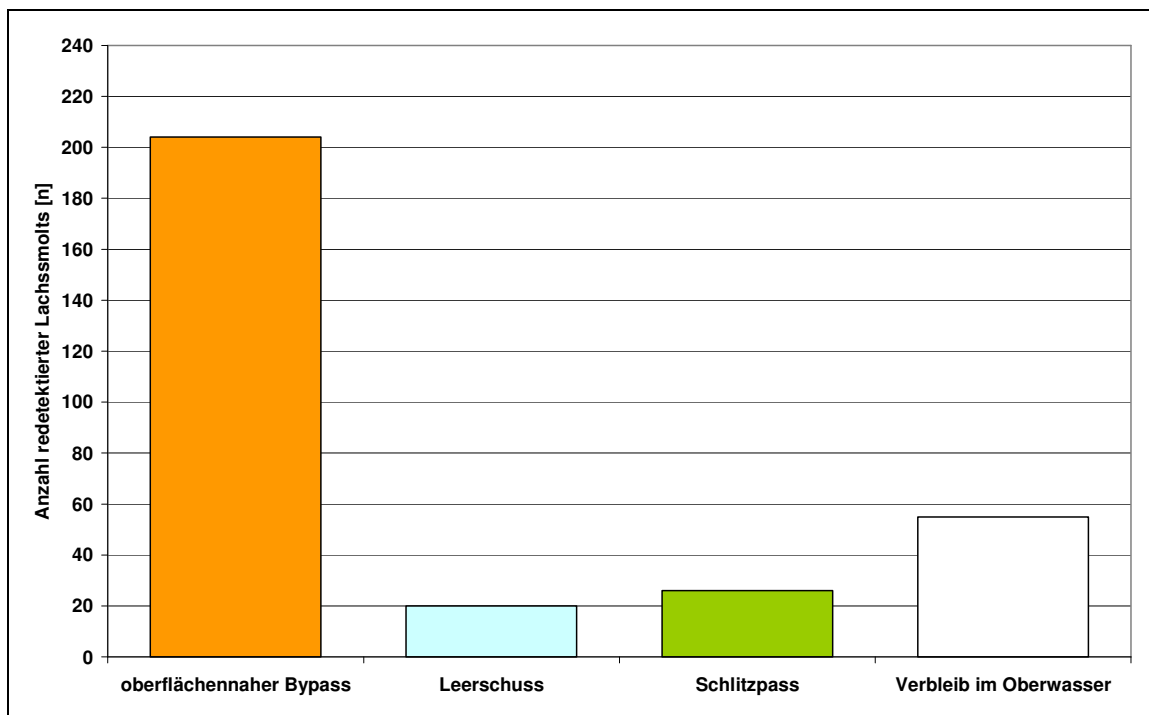


Abb. 58: Tatsächlich genutzter Wanderkorridor von Lachssmolts, die erstmalig von Antenne Nr. 7 am Einstieg des oberflächennahen Bypasses detektiert worden waren

Noch ausgeprägter ist dieses Verhalten der Lachssmolts gegenüber dem Schlitzpass (Abb. 59): Fast 90 % der hier erstmalig detektierten Smolts nahmen dieses Wanderpfad tatsächlich an, für ca. 10 % ist gar keine Passage belegt und eine anschließende Abwanderung über den oberflächennahen Bypass oder den Leerschuss erfolgte nur in

sehr wenigen Ausnahmefällen. Allerdings zögern Lachssmolts häufig, bevor sie sich tatsächlich von der Strömung in den Schlitzpass oder einen Bypass verdriften lassen. So wurden etliche Exemplare 2, 3 oder gar 6 Tage lang fast permanent an den Einstiegsöffnungen registriert, bevor sie endlich hinein schwammen. Vermutlich zeigten viele andere Fische ein ähnliches Verhalten, wurden dabei nicht detektiert, weil sie außerhalb des maximal 60 cm weit reichenden Detektionsfeldes der HDX- Antennen verharrten.

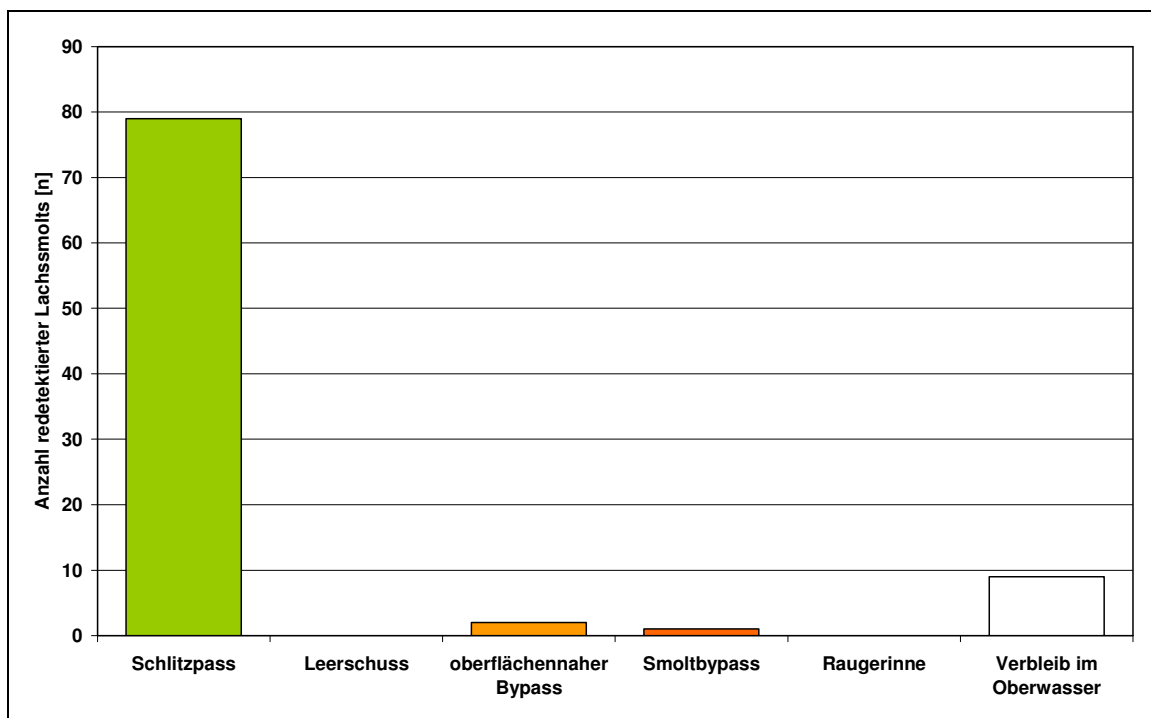


Abb. 59: Tatsächlich genutzter Wanderkorridor von Lachssmolts, die erstmalig von Antenne Nr. 8 am Einstieg des Schlitzpasses detektiert worden waren

Selbst wenn Lachssmolts die Öffnung eines Bypasses mit der Strömung passiert haben, ist keineswegs sicher, dass sie dem weiteren Abwanderkorridor tatsächlich zügig bis ins Unterwasser hinein folgen. So wurde ein Exemplar 18 Tage lang permanent im Einstiegsbereich des oberflächennahen Bypasses registriert, wo es wiederholt bis zur Antenne Nr. 9 im Monitoringbecken schwamm, um von dort wieder bis zu Antenne Nr. 7 vor der Öffnung des Bypasses aufzusteigen. Erst nach dem 10. Mal hin und her schwimmen kehrte der Lachssmolt nicht wieder nach oberstrom um, sondern setzte seinen Weg stromabwärts fort. Für die restliche Passage von Antenne Nr. 9 über den Schlitzpasses bis Antenne Nr. 2 am Auslauf ins Unterwasser benötigte er nur noch 4 Minuten.

Eine rasche Passage des Schlitzpasses ist nicht ungewöhnlich, denn viele der Lachsmolts benötigten nicht mehr als 10 Minuten, um von den Antennen Nr. 7 am Einlauf des oberflächennahen Bypasses oder Antenne Nr. 8 am Einlauf des Schlitzpasses bis zur unterwasserseitigen Antenne Nr. 2 abzuwandern. Allerdings benötigen viele Exemplare auch deutlich länger (Abb. 60), wie beispielsweise das o. a. Exemplar. Vereinzelt wurde eine Verweildauer von mehr als 5 Tagen ermittelt. Die Passagen von insgesamt 5 Lachsmolts über das Raugerinne am Ausleitungswehr dauern demgegenüber mindestens 21 Minuten bis maximal 2 Tage.

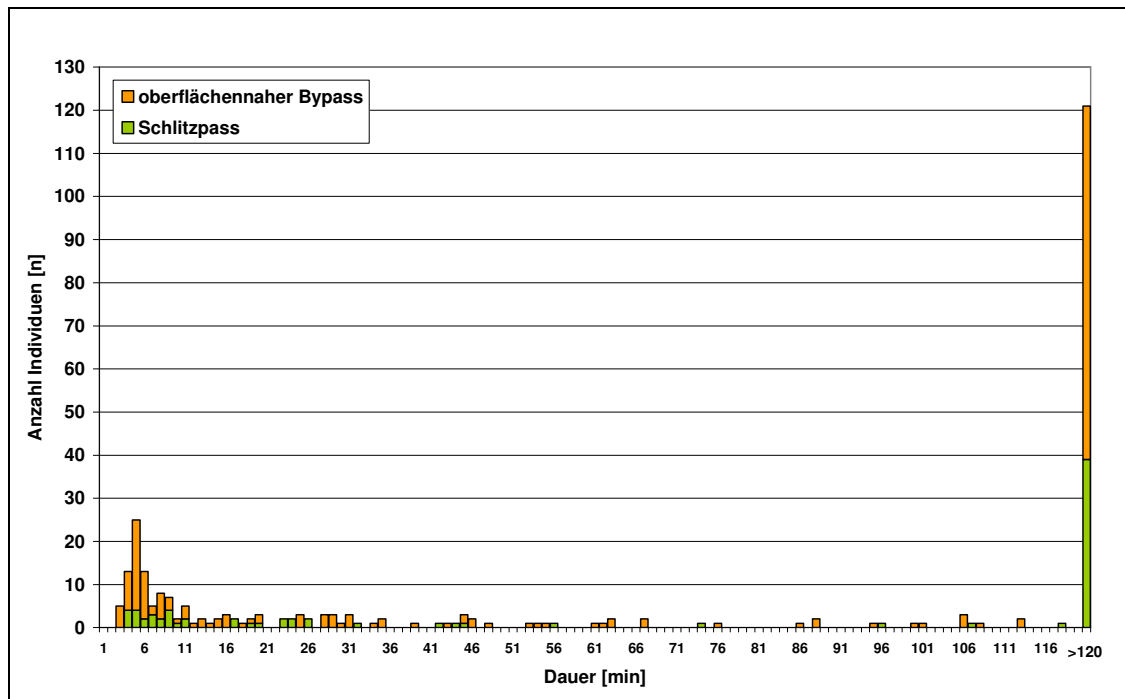


Abb. 60: Dauer der Abwanderung von Lachsmolts über oberflächennahen Bypass und Schlitzpass

Das Verhalten der Blankaale im Schlitzpass und im oberflächennahen Bypass unterscheidet sich eklatant von demjenigen der Lachsmolts. Auffällig ist, dass sich die Aale nicht stunden- oder sogar tagelang unmittelbar vor den Öffnungen der Bypässe aufhalten. Typisch für die Aale ist es stattdessen, dass sie sich immer wieder einem Einstieg annähern, dort nur wenige Male oder für kurze Zeit registriert werden, um dann wieder für Stunden, Tage oder Wochen aus dem Detektionsbereich der Antennen zu verschwinden. Dementsprechend ist auch derjenige Anteil an Blankaalen höher, der erstmalig an einem Einstieg in einen der Wanderkorridore erscheint, sich dann aber doch für die Nutzung eines anderen Abstiegspfades entscheidet. Im Falle des Schlitzpasses sind es immerhin

noch zwei Drittel, die dann tatsächlich hier abwandern (Abb. 61). Die Mehrzahl der Aale, die zunächst am oberflächennahen Bypass registriert werden, nutzen hingegen für den Abstieg andere Wege, insbesondere den Schlitzpass (Abb. 62).

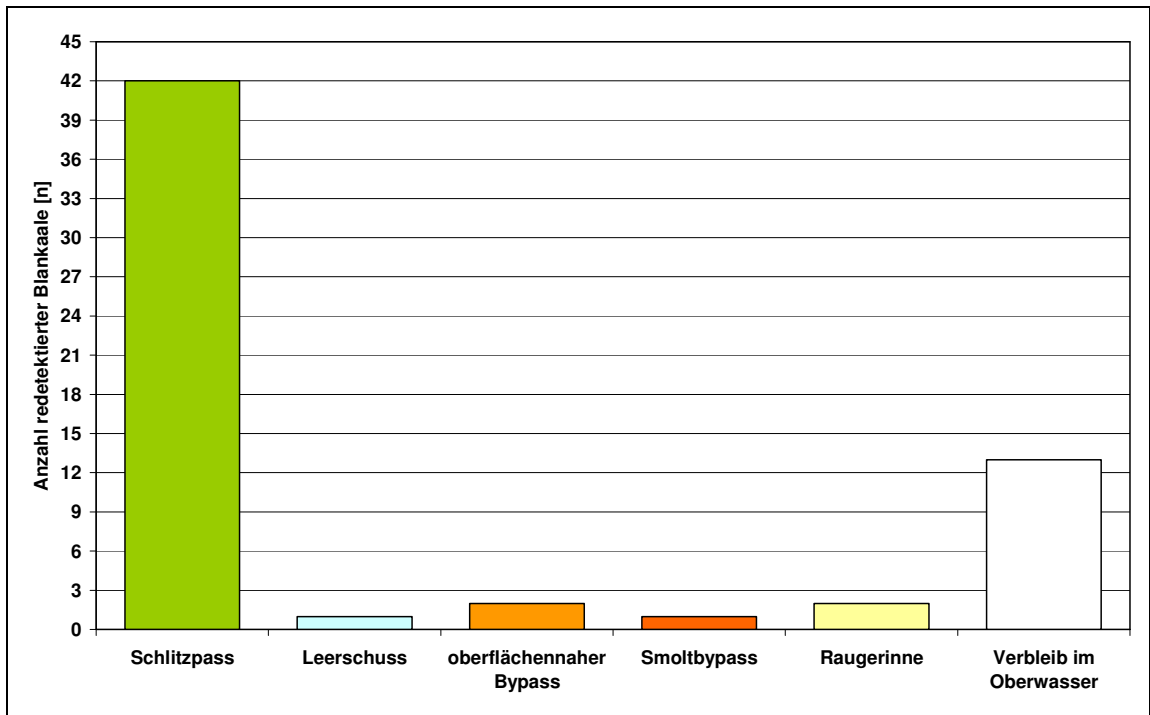


Abb. 61: Tatsächlich genutzte Wanderpfade von Blankaalen, die erstmalig von Antenne Nr. 8 am Einstieg des Schlitzpasses detektiert worden waren

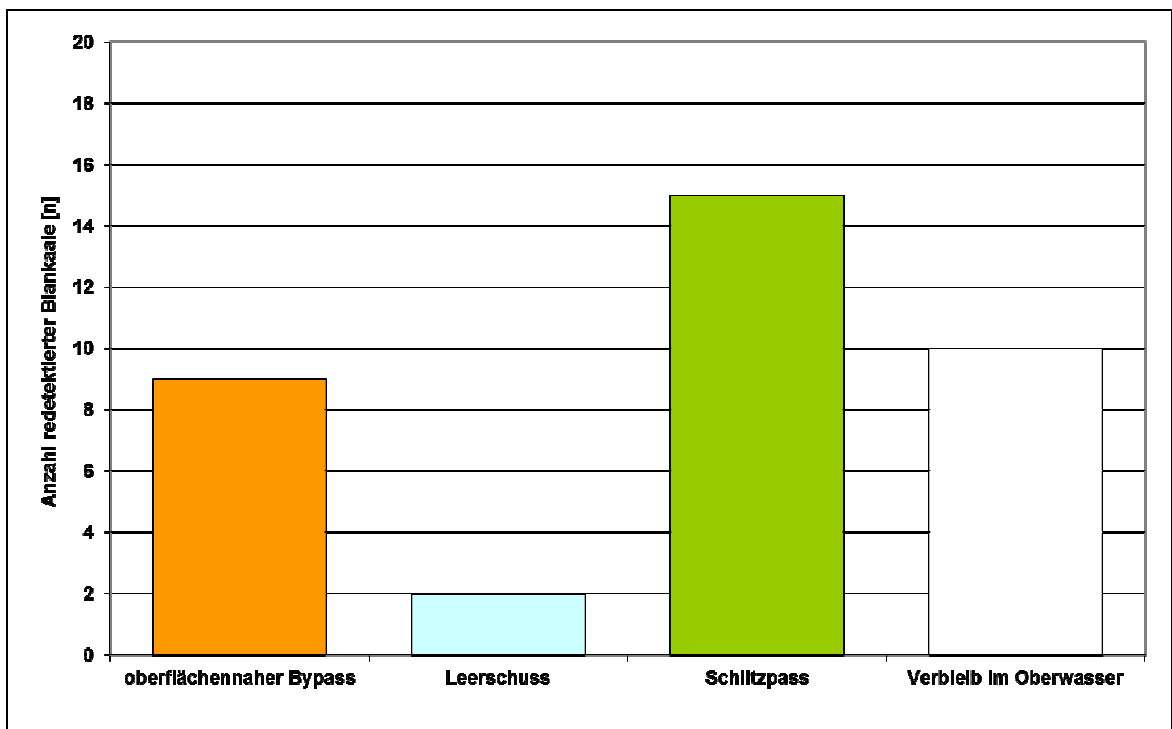


Abb. 62: Tatsächlich genutzte Wanderkorridore von Blankaalen, die erstmalig an Antenne Nr. 7 im Einstieg des oberflächennahen Bypasses detektiert wurden

Zudem zeigen die Redetektionen, dass bei den Blankaalen der Anteil an Exemplaren wesentlich größer als bei den Lachssmolts ist, für die gar keine Abwanderung dokumentiert wurde. Dies lässt darauf schließen, dass die Abwanderbereitschaft von Smolts stärker ausgeprägt ist, als bei Blankaalen. Wenn die Aale dann tatsächlich über einen der Wanderkorridore den Weg ins Unterwasser nahmen, waren sie wesentlich schneller als die Lachssmolts: Etwa zwei Drittel der Aale benötigen nicht mehr als eine viertel Stunde, drei Viertel passieren die verschiedenen Wanderpfade innerhalb einer halben Stunde und mehr als 2 Stunden benötigen nur einzelne Exemplare (Abb. 63).

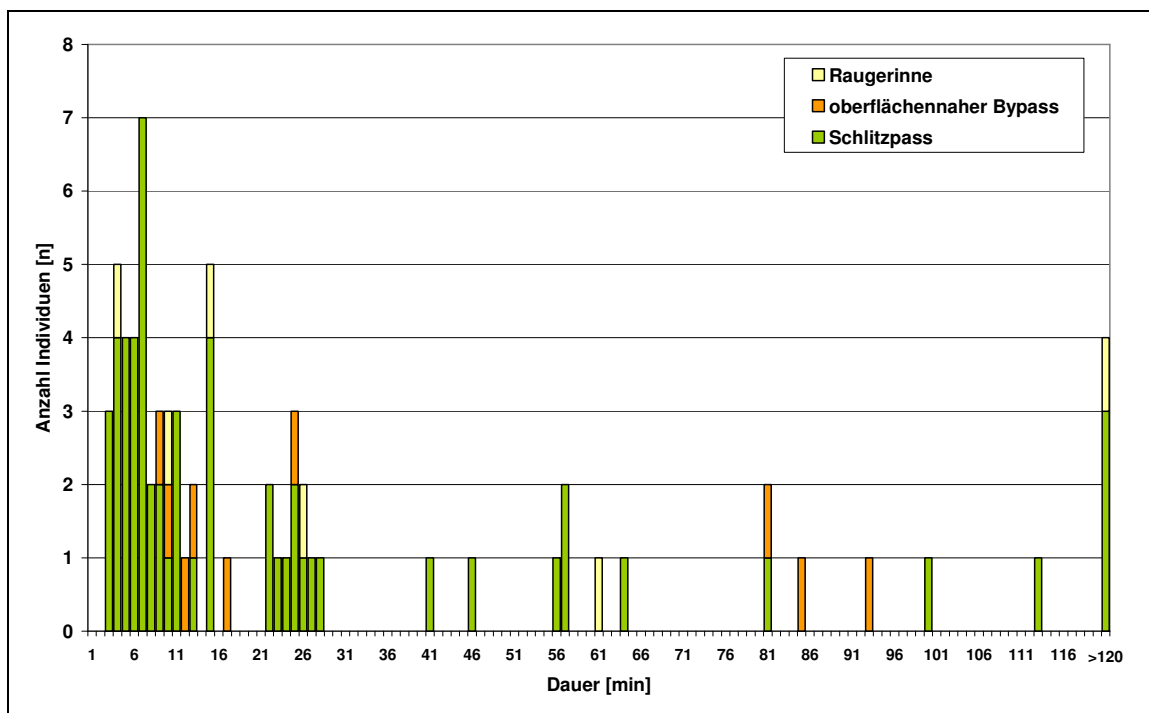


Abb. 63: Dauer der Abwanderung von Blankaalen über die verschiedenen Wanderkorridore

5.3.2 Aufwanderung anadromer und potamodromer Arten

5.3.2.1 Besatz und Redetektion

Im November 2013 wurden insgesamt 51 Exemplare anadromer und potamodromer Arten im Bereich der Reuschenberger Mühle gefangen (Kap. 4.2.3), mit HDX-Transpondern markiert und oberhalb des Wehres an Besatzpunkt 3 in die Wupper entlassen (Kap. 3.4). Um von dort aus den Auer Kotten zu erreichen, müssen aufsteigende Fische etwa 17 Gewässerkilometer zurücklegen und dabei das Wehr am Wipperkotten überwinden (Abb. 21).

Nachweislich durch Redetektionen an den HDX-Antennen am Auer Kotten belegt ist, dass insgesamt 10 Exemplare und damit knapp 20 % der Fische diese Distanz in der Zeit von November 2013 bis Ende Mai 2014 zurückgelegt haben (Tab. 11). Hierbei handelte es sich um Vertreter aller drei markierten anadromen Arten Flussneunauge, Lachs und Meerforelle sowie die potamodrome Barbe. Im Umgehungsgerinne an der Staumauer des Beyenburger Stausee hingegen, die etwa 60 km und 12 Wanderhindernisse stromauf vom Besatzpunkt liegt, wurde bis zum 31. Mai 2014 kein einziges transpondiertes Exemplar redetektiert.

Tab. 11: Besatzzahlen anadromer und potamodromer transpondierter Wupperfische und ihre Redetektion am Auer Kotten

Art	Anzahl Besatz [n]	Anzahl Redetektion [n]	Quote
Äsche	1	0	0 %
Bachforelle	3	0	0 %
Barbe	16	3	18,8 %
Döbel	3	0	0 %
Flussneunauge	15	2	13,3 %
Lachs	8	3	37,5 %
Meerforelle	3	2	66,7 %
Nase	1	0	0 %
Regenbogenforelle	1	0	0 %
Gesamt	51	10	19,6 %

Die höchste Redetektionsquote am Auer Kotten erreichte die Meerforelle, von der 2 von 3 markierten Fischen von den HDX-Antennen erfasst wurden.

Bezüglich der Zeitspanne zwischen Besatz und Redetektion lässt sich zwischen den Großsalmoniden einerseits, sowie Flussneunauge und Barbe andererseits unterscheiden: Lachse und Meerforellen wurden im November 2013 kurz vor ihrer Laichzeit markiert. Diese Fische setzten ihre Aufwanderung deshalb zügig fort und wurden nach 3 bis maximal 13 Tagen am Auer Kotten registriert, was einer Reisegeschwindigkeit von 1,3 bis 5,7 Kilometern pro Tag entspricht.

Die markierten Flussneunaugen und Barben hingegen überwinterten im Unterlauf der Wupper und wurden erst im Frühjahr 2014 am Auer Kotten redetektiert, und zwar die Flussneunaugen Mitte März und die Barben zwischen Anfang April und Mitte Mai.

Überraschender Weise wurden 19 weitere, mit HDX-Transpondern markierte Tiere beim Aufstieg redetektiert, wobei es sich um Aale handelte, die im Herbst 2013 an den Besatzpunkten 1 und 2 stromauf des Auer Kotten in die Wupper entlassen worden waren. Diese Aale sind ins Unterwasser des Auer Kotten abgewandert, um anschließend wieder stromauf in den Stauraum zurück zu kehren. Auch dieses Verhalten ist ein Beleg für die geringer ausgeprägte Abwanderbereitschaft von Aalen im Vergleich zu den stringent abwandernden Lachssmolts.

5.3.2.2 Aufwanderquote

Analog zur Abwanderquote der Blankaale und Lachssmolts kann für die Aufsteiger eine Aufwanderquote berechnet werden, also der Anteil der im Unterwasser des Auer Kotten redetektierten Exemplare, denen es gelungen ist, ins Oberwasser aufzuwandern. Hierzu konnten alle Aufsteiger mit Ausnahme eines Lachses und eines Flussneunauges gerechnet werden: Während der Lachs ausschließlich im Turbinenauslauf von Antenne Nr. 3 registriert worden war, stammen die Redetektionen des Flussneunauges ausschließlich von Antenne Nr. 1 im Mutterbett. Die Aufwanderquote, die anhand der übrigen Exemplare berechnet wurde, beträgt somit 80 %.

Die im Herbst besetzten und danach ins Unterwasser abgewanderten Aale erreichten eine überraschend hohe Aufwanderquote von 14 % (19 von 140 Exemplaren).

5.3.2.3 Aufwanderkorridore

Auf der Grundlage der bislang insgesamt am Auer Kotten nachgewiesenen 10 anadromen und potamodromen Aufsteiger lassen sich noch keine abschließenden Aussagen über das Aufwandergeschehen an diesem Standort ableiten. Doch sind zumindest erste Trends erkennbar: Die Arten Lachs, Meerforelle und Barbe sind nahezu ausschließlich zuerst an Antenne Nr. 3 am Turbinenauslauf registriert worden (Tab. 12), was zeigt, dass diese Tiere der Hauptströmung in den Unterwassergraben hinauf bis zum Krafthaus gefolgt sind. Lediglich die beiden Flussneunaugen sind ausschließlich im Mutterbett und nicht an der Wasserkraftanlage detektiert worden. Bei einer Meerforelle ist aufgrund fehlender Redetektionen unklar, ob sie zuerst in den Unterwassergraben oder ins Mutterbett hinein geschwommen ist.

Tab. 12: Ort der Erstdetektion anadromer und potamodromer Aufsteiger am Auer Kotten

Art	Unterwassergraben	Mutterbett	unklar
Barbe	3	0	0
Flussneunauge	0	2	0
Lachs	3	0	0
Meerforelle	1	0	1
Gesamt [n]	7	2	1
Anteil [%]	70 %	20 %	10 %

Definitiv das Oberwasser des Auer Kotten erreicht haben 8 der 10 anadromen und potamodromen Wupperfische (Tab. 13). Die Aufwanderung erfolgte bei 3 Exemplaren mit geringer Verzögerung und von der Position aus, wo die Fische erstmalig redetektiert wurden. So passierten 2 Barben nach ihrem Aufstieg zum Turbinenauslauf den Schlitzpass am Wasserkraftwerk binnen einer bzw. anderthalb Stunden. Ebenso schnell stieg ein Flussneunauge über das Raugerinne am Wehr auf; allerdings ist von diesem Exemplar nicht bekannt, wie lange es sich zuvor im Mutterbett aufgehalten hatte.

Komplexer sind die Bewegungsmuster von zwei weiteren Fischen: Ein Lachs wurde zunächst am Turbinenaufbau redetektiert und hielt sich dort 4 Tage lang auf, bevor er ins Mutterbett wechselte, um hier über das Raugerinne am Ausleitungswehr ins Oberwasser aufzusteigen. Auch eine Barbe wurde zunächst am Turbinenauslauf registriert, bevor sie ins Mutterbett hinein schwamm. Allerdings kehrte der Fisch wieder in den Unterwassergraben zurück, wo er schließlich den Schlitzpass neben dem Krafthaus zum Aufstieg ins Oberwasser nutzte. Insgesamt benötigte die Barbe zur Überwindung des Standortes Auer Kotten zwei Wochen.

Zwei Lachse und eine Meerforelle stiegen in der ersten Novemberhälfte ins Oberwasser auf, als die HDX-Antennen noch nicht zuverlässig arbeiteten, so dass der genaue Wanderkorridor nicht klar nachvollzogen werden kann. Vermutlich aber nahmen die Fische den Weg über den Schlitzpass. Zwischen ihrer erstmaligen Redetektion im Unterwasser und der Passage der Antennen am Einlaufbauwerk des Oberwassergrabens vergingen zwischen anderthalb und 4 Tage.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass von den 5 aufgestiegenen Großsalmoniden 3 auch beim späteren Abstieg detektiert wurden. Bereits Anfang Dezember 2013 ist ein Lachs abgewandert und 2 Meerforellen an den Weihnachtstagen bzw. Mitte Januar 2014. Alle 3 Fische haben hierzu den Wanderkorridor des Leerschuss bei Öffnung des Spülschützes genutzt.

Umgekehrt traten 19 der im Oberwasser besetzten Aale nach der Abwanderung wieder als Aufsteiger in Erscheinung. Hierbei wählten 11 Tiere der Weg über den Schlitzpass am Wasserkraftwerk und 8 das Raugerinne am Ausleitungswehr. Der Wiederaufstieg erfolgte hierbei nicht unmittelbar nach der Abwanderung, sondern frühestens einen Tag später: Bei einem Drittel der Aale innerhalb einer Woche, bei einem weiteren Drittel innerhalb eines Monats und bei den übrigen Fischen bis zu 7 Monate später. In 7 Fällen ist sogar eine abermalige Abwanderung und für zwei Aale ein zweiter Aufstieg dokumentiert.

Tab. 13: Von den Aufsteigern am Auer Kotten genutzte Wanderkorridore

Art	Schlitzpass	Raugerinne	unklar
Barbe	3	0	0
Flussneunauge	0	1	0
Lachs	0	0	2
Meerforelle	0	0	2
Aal	11	8	0
Gesamt [n]	14	9	4
Anteil [%]	52 %	33 %	15 %

6 FAZIT UND AUSBLICK

Die HDX-Technologie wird international seit mehr als 10 Jahren im Rahmen fischökologischer Studien eingesetzt. In Deutschland ist sie jedoch noch weitgehend unbekannt und so ist die vorliegende Studie erst das zweite Projekt, in dem diese Technologie zur Beantwortung fischökologischer Fragestellungen hierzulande in größerem Maßstab und unter Freilandbedingungen eingesetzt wird. Insofern ist es zunächst eine wesentliche Erkenntnis, dass die HDX-Antennenanlagen am Auer Kotten und am Beyenburger Stausee, abgesehen von anfänglichen technischen Problemen, zuverlässig und störungsfrei arbeiten. Einen gewissen Schwachpunkt bilden lediglich die Seilantennen, wenn sie als „schwimm drüber“-Antennen am Gewässergrund fixiert sind und vor allem, wenn sie Abflussquerschnitte als „schwimm durch“-Antennen überwachen: Es ist unvermeidlich, dass sie gelegentlich aufgrund mechanischer Beanspruchung bei Hochwasser und/oder durch Treibgut aus ihren Verankerungen gerissen bzw. zerstört werden. Wo immer möglich, ist deshalb den stabileren Rahmenantennen der Vorzug zu geben.

Elektrotechnisch arbeiteten sämtliche HDX-Antennen im Untersuchungszeitraum störungsfrei und mit hoher Lesezuverlässigkeit. So deckten die eingesetzten „schwimm durch“-Antennen alle Abflussquerschnitte vollständig ab und mit einer einzigen Ausnahme erreicht die Ausdehnung des Lesefeldes mehr als 1 m. Bei den „schwimm drüber“-Antennen ist die Ausdehnung des Lesefeldes konstruktionsbedingt deutlich geringer. Diese technischen Eigenschaften spiegeln sich in den Lesequoten der eingesetzten Antennen wider: Vor allem von den kleineren Antennen Nr. 2, 4, 6, 7, 8 und 9 werden transpondierte Fische mit einer Verlässlichkeit von 90 bis 100 % erfasst. Bemerkenswert ist, dass selbst die großen Doppelantennen Nr. 11 bis 13 am Einlaufbauwerk zum Oberwassergraben am Auer Kotten in ihrer Gesamtheit ähnlich hohe Quoten erreichen, obwohl die elektrotechnischen Eigenschaften einer Einzelantenne unbefriedigend sind. Etwas geringere Lesequoten erreichen die als Seilantennen konstruierten „schwimm durch“-Antennen, was auf die geringe Lagestabilität der Kabel zurückzuführen ist. Solche Seilantennen neigen zu Deformationen infolge der Strömung und durch Treibgut, wodurch der Aufbau des elektromagnetischen Feldes gestört wird. Infolge dessen reduziert sich die Lesequote beispielsweise von den Antennen Nr. 14 und 15 im Raugerinne am Ausleitungwehr des Auer Kotten auf 70 bis 80 %. Bei den „schwimm drüber“-Antennen Nr. 1 und Nr. 10 im Mutterbett des Auer Kotten ist das Bild artspezifisch uneinheitlich: Aale bewegen sich in dem ohnehin vergleichsweise flachen Gewässerabschnitt tendenziell sohlennah und passieren die auf dem Gewässergrund fixierten „schwimm drüber“-Antennen in unmittel-

barer Nähe; entsprechend hoch ist die Lesequote mit 68 bis 100 %. Die kleinen Lachsmolts hingegen wandern oberflächennah ab, so dass ihr Abstand zu den HDX-Antennen größer ist und die Lesequote nur 25 bis 49 % beträgt. Aufwandernde Smolts wurden sogar nur zu 13 % erfasst. Erschwerend wirkt sich bei den Lachssmolts aus, dass diese kleinen Fische mit den kleineren, 23 mm langen HDX-Transpondern markiert wurden, deren Reichweite ohnehin geringer ist, als bei den 32 mm langen Transpondern.

Für die Auswertung standen Daten von 207 redetektierten Blankaalen und 680 redetektierten Lachssmolts zur Verfügung. Dies entspricht einer Redetektrationsquote von 77 % der 269 besetzten Blankaale und 68 % der 999 Lachssmolts. Die Abwanderung ins Unterwasser wurde für 140 Blankaale und 525 Lachssmolts dokumentiert, entsprechend 52 bzw. 53 % der besetzten Exemplare. Die tatsächliche Abwanderquote ist sicherlich höher, denn vor allem zu Beginn des Untersuchungszeitraumes traten einige Defekte auf, die zu Datenverlusten führten. Technisch bedingt kann es zudem vorkommen, dass nicht alle Exemplare von in Schwärmen abwandernden Fischen detektiert werden.

Aufgrund der insgesamt sehr hohen Lesequoten sowie der großen Anzahl und des Verteilungsmusters der Antennen am Auer Kotten lassen sich dennoch die stromauf- und stromabwärts führenden Wanderwege von 90 % der Fische exakt nachvollziehen. Damit erweist sich die HDX-Technologie als hervorragend geeignet, um das Wanderverhalten von Fischen im Bereich von Querbauwerken und Wasserkraftanlagen zu untersuchen, zumindest so lange die Dimensionen des Gewässers und sein Abfluss diejenigen der Wupper nicht wesentlich überschreiten. Durch die räumlich und zeitlich exakte Rekonstruktion der individuellen Bewegungsmuster ergeben sich dabei wichtige Einblicke in das tatsächliche Geschehen, wie sie mit herkömmlichen Methoden, z. B. Reusenfängen nicht zu gewinnen sind. Ein besonderer Vorteil ist schließlich, dass quantitative Befunde die objektive Bewertung der Auffindbarkeit, Akzeptanz und Passierbarkeit von Wanderkorridoren ermöglichen.

Von großer Bedeutung ist zunächst der mit Hilfe der HDX-Technik erarbeitete Befund, dass abwandernde Aale und Lachssmolts am Auer Kotten nicht in die Turbine des Kraftwerks geraten sind. Gegenüber diesen speziellen Zielarten bzw. -stadien des Fischschutzes an der Wupper erweisen sich die im Jahr 2012 getroffenen Fischschutzmaßnahmen somit als wirksam. Bemerkenswert ist hierbei vor allem, dass auch Lachssmolts zuverlässig geschützt werden, obwohl der Rechen vor dem Turbineneinlauf eine lichte Weite von 12 mm aufweist und nicht von 10 mm, wie vom MUNLV (2009) gefordert. Diese etwas

größere lichte Weite war von der STADT SOLINGEN (2009) für einen Rechen mit horizontaler Anordnung der Stäbe genehmigt worden. Dieser wäre für Smolts z. T. passierbar, wenn sie sich auf der Seite liegend durch die Rechenstäbe hindurch zwängen würden. Die vorliegenden Befunde deuten jedoch darauf hin, dass dies nicht der Fall ist, so dass ein horizontaler 12 mm-Rechen eine vergleichbare Schutzwirkung erreichen kann wie ein vertikaler 10 mm-Rechen.

Eine weitere bedeutsame Erkenntnis ist, dass mindestens 90 % der abwandernden Lachssmolts und 89 % der abwandernden Aale, die die Wehranlage des Auer Kotten erreicht haben, dort tatsächlich einen Wanderkorridor aufgefunden haben und in das Unterwasser gelangen konnten. Unberücksichtigt sind bei dieser Betrachtung unbemerkte Passagen, wie sie aufgrund technischer Probleme vor allem in den ersten beiden Projektwochen bei Aalen vorgekommen sein dürften. Damit ist die tatsächliche Abwanderquote vermutlich höher, als die anhand der Redetektionen der Antennen ermittelten Werte.

Grundsätzlich ist in allen Teilabflüssen einer Stauanlage mit abwandernden Fischen zu rechnen und in der Tat gibt es mit Ausnahme der Turbinenpassage keinen einzigen potentiellen Wanderkorridor im Bereich des Auer Kotten, wo nicht wenigstens einzelne Fische bei der Abwanderung registriert wurden. Allerdings zeigt sich, dass die große Mehrzahl der Fische der Hauptströmung in Richtung zum Kraftwerk folgt. Hier nutzen sie nicht nur die speziell für die Abwanderung installierten Bypässe, sondern ebenso auch die Fischaufstiegsanlage sowie den Leerschuss, sofern das Spülschütz geöffnet wird. Insofern wurde zumindest teilweise der Missstand ausgeglichen, dass die Fischabstiegsanlagen, speziell der für die Abwanderung von Aalen installierte bodennahe Bypass, gerade während der Abwandersaison fast permanent blockiert war. So verwundert es nicht, dass nur ein Lachssmolt und ein Blankaal jeweils unmittelbar nach einer Grundspülung den bodennahen Bypass angenommen haben. Dies zeigt, dass die Funktion eines Bypasses nicht nur von dessen Positionierung und Hydraulik abhängig ist, sondern ebenso auch von seiner Anfälligkeit gegenüber Verklausungen und der Möglichkeit, ihn zu warten.

Bei der Aufteilung der Abwanderer auf die übrigen Abwanderkorridore zeigen sich deutliche artspezifische Unterschiede. Der oberflächennah angeordnete Smoltbypass erwies sich erwartungsgemäß als unattraktiv für Aale. Allerdings wurde dieser vergleichsweise aufwändig konstruierte Abwanderkorridor auch von den Smolts nur zu weniger als 10 % angenommen.

Vergleichsweise positiv stellte sich demgegenüber der oberflächennahe Bypass dar. Seine Auffindbarkeit wird offensichtlich dadurch begünstigt, dass er im stromabwärtigsten Winkel des Oberwassergrabens positioniert ist. Er wurde von 39 % der Smolts zur Abwanderung genutzt, sowie immerhin von 4 % der Aale.

Mit 39 % der Blankaal- und 26 % der Smoltpassagen stellte sich der Leerschuss überraschender Weise als der meist frequentierte Abwanderweg dar, obgleich er abwanderwilligen Fischen nur bei abgesenktem Spülschütz zur Verfügung steht. Begünstigt wird seine Auffindbarkeit offenbar durch die Anordnung am Ende des Oberwassergrabens in Kombination mit seinen im Vergleich zu den Bypässen großen Abmessungen und dem wesentlich höheren Abfluss. Bei der Interpretation der Befunde ist allerdings Vorsicht geboten: Während der größten Abwanderaktivität der Aale Anfang November 2013 war der Rechenreiniger aufgrund hohen Treibgutaufkommens mehr als 100 Mal am Tag in Betrieb, so dass der Leerschütz fast permanent offen stand. Bei den Smolts hingegen sind die zahlreichen Passagen des Leerschusses ganz offensichtlich nicht zuletzt Ausdruck eines unnatürlichen Verhaltens unmittelbar nach dem Besatz direkt im Oberwasser des Kraftwerks.

Auch der Schlitzpass stellte sich als wichtiger Abwanderkorridor heraus, der von 40 % der Blankaale und 15 % der Smolts genutzt wurde. Auch hier sind Dimensionen und Abfluss deutlich größer als im Fall der Bypässe, allerdings ist die Positionierung am stromaufwärtigen Ende des schräg zur Anströmung angeordneten Rechens für eine Abwanderung sicherlich nicht optimal. Wenn er vor allem von den Blankaalen dennoch zu einem großen Teil aufgefunden wurde, ist dies sicherlich auch Ausdruck der überschaubaren Dimensionen des Standortes. Eine Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf andere und vor allem größer dimensionierte Standorte ist deshalb vermutlich nicht gegeben.

Erstaunlich ist die Komplexität, Vielfältigkeit und Individualität der Verhaltensweisen der abwandernden Fische, wie sie mit Hilfe der HDX-Technologie dokumentiert werden konnten. So sind die als wenig intelligent geltenden Fische weit davon entfernt, quasi wie Automaten stereotyp Wanderbewegungen auszuführen. Vielmehr entscheidet jedes Tier in jedem Augenblick selbst über seine Reaktionen auf die komplexen und sich stets verändernden topographischen und hydraulischen Bedingungen in seinem Umfeld: So zögern Fische häufig, bevor sie in einen Bypass einschwimmen, verharren zum Teil lange

Zeit vor dem Einstieg, kehren wieder nach oberstrom um oder entscheiden sich für einen anderen Abwanderweg. Letztlich wanderte zwar der größte Teil der Aale und Lachssmolts tatsächlich ab, doch können aus dem dokumentierten zögerlichen Abwanderverhalten erhebliche Zeitverluste resultieren, die sich bereits an einem einzigen Abwanderhindernis zu mehreren Tagen oder gar Wochen aufsummieren. Dies ist sicherlich keine Besonderheit des Standortes Auer Kotten. Vielmehr werden sich solche Zeitverluste im Verlauf des Wanderweges mit der Anzahl der Hindernisse kumulieren. Die Auswirkungen auf die Population können dann ebenso gravierend sein, wie infolge einer erhöhten Mortalität während der Turbinenpassage oder wenn den Tieren mangels auffindbarer Fischabstiegsanlagen die stromabwärts gerichtete Wanderung gänzlich verwehrt bleibt. Insofern erweist sich die Qualität von Fischabstiegsanlagen nicht nur darin, ob die Wanderstadien sie grundsätzlich finden, sondern auch darin, wie viel Zeit sie für das Auffinden und die Passage benötigen. Allerdings fehlen bislang Vergleichsdaten von anderen Standorten, um die am Auer Kotten dokumentierten Verhaltensweisen und Zeitverluste einordnen zu können.

Während die Wandersaison der Lachssmolts Ende April 2014 weitgehend abgeschlossen war, waren zahlreiche Aale bis Ende Mai weiterhin im Bereich des Auer Kotten präsent. Die Anzahl der Redetektionen stieg im April und Mai sogar deutlich an und bis Ende Mai wurde für nicht weniger als 19 Aale nachgewiesen, dass sie aus dem Unterwasser des Auer Kotten wieder in den Stauraum aufgestiegen waren. Ein erheblicher Teil der als Blankaale gelieferten Fische ließ somit keineswegs einen unbedingten Willen zur Abwanderung erkennen. Dies lässt darauf schließen, dass es sich bei den in der Mosel gefangenen Exemplaren zum Teil gar nicht um abwanderbereite Blankaale, sondern noch um Gelbaale gehandelt hat. Insofern wäre im Falle einer Fortsetzung bzw. Wiederholung der Untersuchung anzuraten, bei der Beschaffung von Aalen auf Schokkerfänge zurückzugreifen, um Blankaale unmittelbar während ihrer Abwanderung zu fangen.

Sehr deutlich zeigen die ermittelten Bewegungsmuster auch, dass sich die kurz oberhalb des Kraftwerks direkt im Oberwassergraben besetzten Fische zum erheblichen Teil unmittelbar nach ihrer Freilassung stromabwärts orientieren und dabei ein völlig anderes Verhalten zeigen, als ihre später abwandernden Artgenossen, die sich länger an die Verhältnisse im Fluss anpassen konnten. So war der Schlitzpass mit mehr als 50 % der Passagen der wichtigste Abwanderpfad der Blankaale von Besatzpunkt 1, während die an

Besatzpunkt 2 besetzten Aale mehrheitlich über den Leerschuss abwanderten. Bei den im Oberwassergraben an Besatzpunkt 1 besetzten Lachssmolts hingegen war die Quote der Abwanderer über den Leerschuss mehr als drei Mal so hoch wie für die an Besatzpunkt 2 in Glüder besetzten Tiere, während vor allem die Bedeutung des oberflächennahen Bypasses deutlich reduziert war.

Die Befunde der Studie wurden damit alleine durch die Wahl des Besatzpunktes 1 im Oberwassergraben in erheblichem Umfang beeinflusst. Entsprechend ist dringend anzuraten, künftig Aale und Lachssmolts ausschließlich in größerem Abstand zum Untersuchungsareal, z. B. an Besatzpunkt 2 in Glüder zu besetzen, um die Gefahr falscher Rückschlüsse auf das natürliche Abwanderverhalten zu vermeiden.

Hierdurch ist eine gewisse Reduzierung der Redetektionsquoten zu erwarten, denn diese war in der Saison 2013/14 insbesondere für die an Besatzpunkt 2 besetzten Blankaalen deutlich geringer als für die an Besatzpunkt 1 besetzten. Zum erheblichen Teil wurden die im Oberwassergraben besetzten Exemplare allerdings ausschließlich am Einlaufbauwerk registriert, haben den Oberwassergraben also stromaufwärts verlassen und sind nicht abgewandert, so dass die Quote der auswertbaren Abwandermuster im Falle der an Besatzpunkt 2 besetzten Blankaale und Smolts gegenüber Besatzpunkt 1 lediglich um 23 bzw. 10 % reduziert war. Die Abwanderquote hingegen war bei den Lachssmolts für beide Besatzpunkte identisch, im Falle der Blankaale war sie für Besatzpunkt 2 in Glüder sogar geringfügig höher als für Besatzpunkt 1 im Oberwassergraben (Tab. 9).

Die Anzahl der bei der Aufwanderung redetektierten Fische ist derzeit noch so gering, dass die vorliegenden Daten keine abgesicherten Rückschlüsse irgendeiner Art zulassen, z. B. hinsichtlich der präferierten Aufwanderkorridore. Es deutet sich jedoch an, dass die Bewegungsmuster der Aufsteiger nicht weniger komplex und divergierend sind, als diejenigen von Abwanderern.

Bemerkenswert ist auch, dass die Mehrzahl der Großsalmoniden nicht nur beim Aufstieg, sondern später ein zweites Mal auch bei der Abwanderung registriert wurde. Vermutlich hatten sie oberhalb des Auer Kotten zumindest versucht abzulaichen und waren dabei nicht verendet. Insofern ist nicht auszuschließen, dass einige der markierten Großsalmoniden in kommenden Jahren abermals beim Aufstieg registriert werden.

Um die bisherigen Befunde zum Abwanderverhalten von Lachssmolts und Blankaalen zu verifizieren und die Datengrundlage über die Aufwanderung anadromer und potamodromer Arten zu verbessern, wird das vorliegende Projekt um weitere drei Jahre verlängert. Dabei sollen die in der Wupper stattfindenden Wanderbewegungen großräumig verfolgt werden, indem zusätzlich die Wasserkraftstandorte Glüder, Schaltkotten und Buchenhofen mit HDX-Antennen ausgestattet werden. Durch diese beträchtliche Ausdehnung des Untersuchungsgebietes, einen verlängerten Untersuchungszeitraum und eine größere Anzahl markierter Tiere werden sich vielfältige Einblicke in das Wanderverhalten der Wupperfische sowie die Wirksamkeit der an den verschiedenen Standorten installierten Fischschutz-, Fischauf- und Fischabstiegsanlagen ergeben. Durch den zusätzlich auch weiter stromaufwärts erfolgenden Besatz von anadromen und potamodromen Aufsteigern wird dann sicherlich auch die Antennenanlage am Beyenburger Stausee Daten von wandernden Fischen aufzeichnen und damit ebenfalls zum Erkenntnisgewinn beitragen.

7 LITERATUR

- ADAM, B., M. SCHÜRMAN & U. SCHWEVERS (2013): Zum Umgang mit aquatischen Organismen - Versuchstierkundliche Grundlagen. - Wiesbaden (Springer Spektrum), 188 S.
- DUMONT, U., P. ANDERER & U. SCHWEVERS (2005): Handbuch Querbauwerke. - Düsseldorf (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und ländlichen Raum NRW), 212 S.
- DUMONT, U. & C. BAUERFEIND (2006): Herstellung der Durchgängigkeit am Kraftwerk Widdert / Machbarkeitsstudie. Aachen (Ingenieurbüro Floecksmühle), im Auftrag der Kraftwerk Widdert GbR.
- DWA (2005): DWA-Themen: Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. - Hennef (DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.), 2. Auflage, 256 S.
- ENGLER, O. & B. ADAM (2013): Ergebnisse einer Elektrofischung im Turbinenuntergraben der Reuschenberger Mühle an der Wupper. - Im Auftrag der Bezirksregierungen Köln und Düsseldorf, 11 S. (unveröffentlicht).
- MAST, N., B. ADAM, H.-J. MENZEL & D. HEINZE (2013): Der Doppelschlitzpass Geesthacht: Monitoring mittels Transpondertechnik. - In: Artenschutzreport, Heft 32/2013, 17 - 24.
- MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW) (2009): Durchgängigkeit der Gewässer an Querbauwerken und Wasserkraftanlagen. - Düsseldorf (MUNLV), Runderlass vom 26. 01. 2009.
- TierSchG (2013): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Juli 2013 (BGBl. I S. 2182).
- STADT SOLINGEN (2009): Planfeststellungsbeschluss vom 01. 07. 2009 zur Maßnahme „Betrieb der Wasserkraftanlage Auer Kotten in Solingen-Widdert einschließlich der zugehörigen technischen Einrichtungen“ des Antragstellers Kraftwerk Widdert GbR.

ANHANG

I Tierschutzrechtliche Genehmigung für die Markierung von Fischen mit HDX-Transpondern

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen

LANUV NRW, Postfach 10 10 52, 45610 Recklinghausen

Herrn
Dr. Ulrich Schwevers
Institut für angewandte Ökologie
Neustädter Weg 25
36320 Kirtorf-Wahlten

Tierversuchsvorhaben:
Genehmigung gem. § 8 Abs. 1 Tierschutzgesetz in der Bekanntmachung der Neufassung des Tierschutzgesetzes vom 18.05.2006 (BGBl. I S. 1206) in der z.Zt. gültigen Fassung

Ihr Antrag vom 01.02.2013, eingegangen am 19.02.2013

Sehr geehrter Herr Dr. Schwevers,

auf Grund des § 8 Abs. 1 des Tierschutzgesetzes (TierSchG) erteile ich Ihnen unter dem Vorbehalt des jederzeitigen Widerrufs die Genehmigung zur Durchführung des nachstehenden Tierversuchs

„Fischmonitoring an der Wasserkraftanlage Auer Kotten, Reuschenberger Mühle und Beyenburger Stausee“.

Ihrem Genehmigungsantrag entsprechend obliegt die Verantwortung für die Durchführung des Tierversuchsvorhabens folgenden Personen:

Verantwortlicher Leiter: Dr. Ulrich Schwevers
Stellvertretender Leiter: Dr. Beate Adam

Diese Genehmigung ist für die Dauer von 36 Monaten ab dem 22.04.2013 befristet bis zum

30.04.2016.

Auskunft erteilt:
Frau Kückartz
Direktwahl 02361/305-3501
Fax 02361/305-3439
fachbereich84@lanuv.nrw.de

Altzeichen
84-02_04.2013_A130
bei Antwort bitte angeben

Ihre Nachricht vom:
Ihr Aktenzeichen:

Datum: 22.04.2013

Hausitz:
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Fax 02361 305-3215
poststelle@lanuv.nrw.de
www.lanuv.nrw.de

Dienstgebäude:
Hauptplatz Recklinghausen

Öffentliche Verkehrsmittel:
Ab Recklinghausen Hbf mit Buslinie 238 bis Haltestelle "Siemensstraße" und 5 Min. Fußweg oder mit Buslinie 520 bis Haltestelle "Fischenhorster Weg" und 15 Min. Fußweg in Richtung Trabrennbahn bis Leibnizstraße

Bankverbindung:
Landeskasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 41 000 12
West LB AG
(BLZ 300 500 00)
BIC-Code: WELA3333
IBAN-Code: DE 41 3005 0000 0004 1000 12

Seite 2 /

Die Genehmigung wird unter den folgenden Bedingungen erteilt und mit folgenden Auflagen verbunden:

- Für die Durchführung des Tierversuchsvorhabens darf folgende Tierart in folgender Anzahl verwendet werden:

Fisch : 1.800
- Die Haltung der Versuchstiere erfolgt in der Fischzucht in Kirchhundem-Albaum, in der Wasserkraftanlage Auer Kotten und am Standort Reuschenberger Mühle.

Es ist ein Tierbestandsbuch zu führen. Sie haben über die Herkunft und den Verbleib der Tiere Aufzeichnungen zu machen und diese drei Jahre lang aufzubewahren.
- An der Durchführung des Tierversuchsvorhabens dürfen neben dem Leiter und dem Stellvertreter des Versuchsvorhabens folgende Personen beteiligt werden:
 - Vanessa Burmester
 - Stefan Gischkat
 - Dirk Lederhose
 - Friedrich Hermann

Die bezeichneten Personen dürfen ausschließlich die im Genehmigungsantrag aufgeführten Eingriffe oder Behandlungen im Rahmen der zulässigen Verantwortlichkeitsstufe durchführen.

Personen, die Eingriffe und Behandlungen innerhalb des Versuchsvorhabens durchführen sollen und die Voraussetzungen nach § 9 Abs. 1 Satz 2 und 3 des TierSchG nicht erfüllen, dürfen erst nach Erteilung einer Ausnahmegenehmigung gem. § 9 Abs. 1 Satz 4 des TierSchG eingesetzt werden.

Seite 4 /

Seite 3 /

- a) Für die Einhaltung der Vorschriften des Tierschutzgesetzes sowie der hier erteilten Auflagen ist der/die in dieser Genehmigung bezeichnete Leiter/in des Tierversuchsvorhabens oder der/die in dieser Genehmigung bezeichnete Vertreter/in verantwortlich (§ 8 Abs. 3 TierSchG).
- Jeder beabsichtigte Wechsel der Versuchsleiter- oder Stellvertreterposition ist dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW unverzüglich anzuzeigen (§ 8 Abs. 4 Satz 2 TierSchG).

- a) Diese Genehmigung gilt nur für die Art, Durchführung und Dauer der Eingriffe oder Behandlungen im Umfang des von Ihnen schriftlich beantragten Tierversuchsvorhabens.
 - Änderungen genehmigter Versuchsvorhaben sind dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW anzuzeigen (§ 8 Abs. 7 Satz 2 TierSchG).
- a) Der Widerruf dieser Genehmigung kann erfolgen, wenn gegen eine der Bedingungen oder eine der Auflagen dieser Genehmigung verstoßen wird.
 - Die Durchführung des Tierversuchsvorhabens wird gemäß § 8a Abs. 5 TierSchG untersagt, wenn Tierversuche entgegen tierschutzrechtlicher Bestimmungen durchgeführt werden oder wenn die Voraussetzungen nach § 8 Abs. 3 TierSchG nicht mehr gegeben sind und dem Mangel nicht innerhalb einer gesetzten Frist abgeholfen wird.
- Natürliche und juristische Personen und nicht rechtsfähige Personenvereinigungen haben der zuständigen Behörde auf Verlangen die Auskünfte zu erteilen, die zur Durchführung der der Behörde durch das Tierschutzgesetz übertragenen Aufgaben erforderlich sind, § 16 Abs. 2 TierSchG. Der Inhaber dieser Genehmigung ist auskunftspflichtig nach § 16 Abs. 3 Satz 2 TierSchG und hat die mit der Überwachung beauftragten Personen zu unterstützen.
- Die Kennzeichnungen der Käfige oder Einrichtungen, in denen Versuchstiere gehalten werden, sind mit dem zuständigen beamteten Tierarzt abzustimmen.

- Ist ein Transport der Versuchstiere zwischen Operations- und Tierhaltungsraum unvermeidbar, so ist dafür Sorge zu tragen, dass mit Hilfe geeigneter Behältnisse dieser Transport so durchgeführt wird, dass negative Beeinflussungen durch äußere Einflüsse (z. B. Witterung, Lärm etc.) ausgeschlossen sind. Es ist insbesondere darauf zu achten, dass die Tiere keinen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind.

Rechtsbehelfsbelehrung:
Gegen diesen Bescheid kann nunmehr innerhalb eines Monats nach Zustellung Klage erhoben werden. Die Klage ist schriftlich vor dem **Verwaltungsgericht Gießen, Marburger Str. 4, 35390 Gießen** einzureichen, oder zur Niederschrift beim Urkundsbeamten der Geschäftsstelle zu erklären.

Hinweise:

- Diese Genehmigung ist zeitlich bis zum dem o. g. Termin befristet. Hierzu werden folgende Hinweise gegeben:
 - Vor Ablauf der Genehmigungsfrist ist ggf. der Abschluss des Tierversuchsvorhabens mitzuteilen.
 - Sollte das Tierversuchsvorhaben innerhalb des zeitlichen Genehmigungsrahmens noch nicht abgeschlossen sein, ist rechtzeitig vor Ende der Genehmigungsfrist – über den zuständigen Tierschutzbeauftragten – ein Antrag auf Verlängerung des Tierversuchsvorhabens zu stellen.
 - Sollte die Absicht bestehen, nach Abschluss dieses Versuches einen gleichen oder ähnlichen Versuch durchzuführen, weise ich schon jetzt darauf hin, dass mit den erneuten Antragsunterlagen gleichzeitig ein zusammenfassender Ergebnisbericht über das jetzt genehmigte Versuchsvorhaben vorzulegen ist.
- Auf die Einhaltung der allgemeinen Vorschriften des Tierschutzgesetzes in Bezug auf die Haltung, Betreuung, Ernährung und Pflege der Versuchstiere (§ 2 TierSchG) sowie der Vorschriften für die Durchführung von Tierversuchsvorhaben (§§ 9 und 9a TierSchG) i. V. m. den Straf- und Bußgeldvorschriften der §§ 17 bis 20 TierSchG wird hingewiesen.

Seite 4 /

Evtl. erforderliche Ausnahmegenehmigungen nach dem Tierschutzgesetz (§ 9 Abs. 1 Satz 4 und Abs. 2 Nr. 7) oder anderen gesetzlichen Bestimmungen bleiben von dieser Genehmigung unberührt. Seite 57

4.
Wer Tierversuche nach § 7 Abs. 1 TierSchG an Wirbeltieren durchführt, ist nach der Verordnung über die Meldung zu Versuchszwecken oder zu bestimmten anderen Zwecken verwendeter Wirbeltiere vom 4. November 1999 (BGBl. I S. 2156) - Versuchstiermeldeverordnung - verpflichtet, der zuständigen Behörde für jedes Kalenderjahr bis zum 31. März des folgenden Jahres Meldungen nach dem Muster der Anlage zur Versuchstiermeldeverordnung zu erstatten. Zuständige Behörde nach § 1 der Verordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Tierschutzrechts (GV. NW. S. 508) ist hier die Kreisordnungsbehörde.

Dieser Bescheid ist nicht gebührenpflichtig.

Bitte geben Sie bei Änderungsanzeigen, Rückfragen oder sonstigen Ergänzungen stets das Aktenzeichen
84-02.04.2013.A130 an.

Es wird empfohlen, allen an der Versuchsdurchführung beteiligten Personen diese Genehmigung zur Kenntnis zu geben.

Der Tierschutzbeauftragte (Herr Oliver Engler) und die zuständige Kreisordnungsbehörde erhalten eine Durchschrift dieser Genehmigung.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

(Dr. Marita Langewische)

II Genehmigung zur Elektrofischerei im Unterwassergraben des Kraftwerks Reuschenberger Mühle

Stadt Leverkusen



Der Oberbürgermeister

Institut für angewandte Ökologie
Frau Dr. Beate Adam
Neustädter Weg 25
36320 Kirtorf-Wahlen

Fachbereich . Umwelt
oder Dienststelle . Quettinger Str. 220
Dienstgebäude . Renate Wardenbach
Sachbearbeitung .
Tel. 02 14 406-0 . 3241
Durchwahl 406 . 3202
Telefax 406 .
Ihr Zeichen/Vom . 32-320-16-11-2-wb
Mein Zeichen . 22.10.2013
Tag .

Genehmigung zur Elektrofischerei im Unterwassergraben des Kraftwerks Reuschenberger Mühle

Sehr geehrte Frau Dr. Adam,

entsprechend dem Auftrag der Bezirksregierungen Düsseldorf (federführend) und Köln genehmige ich die Elektrofischerei im Unterwassergraben des Kraftwerks Reuschenberger Mühle.

Auflagen

- Die Befischung mit Elektrizität erfolgt durch

Oliver Engler
Patrick Stähr
Marc Steinheuer sowie
Dirk Lederhose

Die entsprechenden Bedienungscheine gem. § 11 Landesfischereiordnung müssen während der Befischung mitgeführt werden.

- Der Fischfang darf nur mit in einwandfreiem Zustand befindlichen Geräten und ausschließlich mit Gleichstrom durchgeführt werden.

Folgende Geräte dürfen - sofern sie **gleichstromtauglich** sind - hierfür eingesetzt werden:

EFGI 650 Nr. 22/07, Baujahr 2007
EFGI 650 Nr. 14/07, Baujahr 2007
DEKA 3000, Nr. 30/463, Baujahr 1989
DEKA 3000, Nr. 30/465, Baujahr 1989

E-Mail: renate.wardenbach@stadt.leverkusen.de

Internet: www.leverkusen.de

- 2 -

Die Geräte dürfen nur zum Einsatz kommen, wenn die erforderlichen für den jeweils aktuellen Zeitraum gültigen Prüfbescheinigungen mitgeführt werden.

- Es darf nur Gleichstrom verwendet werden. Die gepulste sowie die Wechselstromanwendung sind verboten.
- Der Fischfang mit Elektrizität darf lediglich der Bestimmung des Fischbestandes dienen. Eine dauerhafte Entnahme ist nicht zulässig.
- Mit der Elektrofischerei darf erst im Benehmen mit den Fischereiberechtigten begonnen werden. Dazu ist die zeitnahe Absprache mit der Fischereigenossenschaft Untere Wupper erforderlich. Darüber hinaus ist der Betreiber des Kraftwerks zwecks Disposition des Kraftwerkbetriebs einzubinden.
- Die Genehmigung ist bei der Ausübung der Elektrofischerei mitzuführen und Kontrollorganen auf Verlangen vorzulegen.
- Die Untersuchungsergebnisse sind nachstehenden Institutionen bekanntzugeben:
 - der Unteren Fischereibehörde der Stadt Leverkusen
 - der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/ Landesamt für Agrarordnung NRW, Heinsberger Str. 53, 51389 Kirchhunden
 - den Bezirksregierungen Köln und Düsseldorf (Auftraggeber)

Befristung

Die Genehmigung gilt **per sofort bis 30. November 2013**

Begründung

Das vorstehende Projekt ist Teil des Fischmonitorings 'Auer Kotten', welches mit überwiegender Flächenanteile im Regierungsbezirk Düsseldorf liegt.

Die Untersuchung am Reuschenberger Wehr soll einen Eindruck der Wirksamkeit der am Zusammenfluss zum Mutterbett installierten Aufwändersperre vermitteln. Hierzu werden die gefangenen Fische geeigneter Größe mit HDX-Transpondern versehen und unverzüglich im Oberwasser des Wehres wieder besetzt.

Die vorstehende Genehmigung erfolgt ausschließlich für eine Elektrofischerei mit Gleichstrom, da sowohl Herr Dr. Mellin als auch der Fischereibereiter der Stadt Leverkusen erhebliche fachliche Bedenken gegen die Anwendung von Impulsstrom äußerten.

Die Genehmigung erfolgt gemäß §§ 10 bis 12 der Verordnung zum Landesfischereigesetz (Landesfischereiordnung).

- 3 -

Gebühr

Diese Genehmigung ist gebührenfrei.

Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Klage erhoben werden. Die Klage ist beim Verwaltungsgericht Köln schriftlich einzureichen oder zur Niederschrift des Urkundsbeamten der Geschäftsstelle zu erklären.

Die Klage kann auch in elektronischer Form nach Maßgabe der Verordnung über den elektronischen Rechtsverkehr bei den Verwaltungsgerichten und den Finanzgerichten im Land Nordrhein-Westfalen – ERVVO/FG – vom 07.11.2012 (GV.NRW.S. 548) eingereicht werden.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

Wardenbach
Wardenbach

Verteiler:

- s. Empfänger
vorab per mail: foe@schwevers.de

Durchschriften per mail an:

- Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten
Landesamt für Agrarordnung NRW
Heinsberger Straße 53
51389 Kirchhunden
mail: poststelle@lanuv.nrw.de
- Bezirksregierung Köln – Dezernat 51 -
Herrn Dr. Andreas Mellin, Frau Petra Tassani
mail: andreas@bezreg-koeln.nrw.de; petra.tassani@bezreg-koeln.nrw.de
- Bezirksregierung Düsseldorf – Dezernat 51 -
Frau Dr. Britta Wöllecke, Frau Nicole Scheiffhacken
mail: britta.woellecke@brd.nrw.de; nicole.scheiffhacken@brd.nrw.de