

Anlage 12

Fischscheuchanlage

Fischscheuchanlage = Einschwimmsperre

Gehört zum Bescheid des Regierungspräsidiums Kassel	
vom:	
Gz.:	0030-313-078103,02-00048# 2026-00006



Telemetrie in der Barbenregion - Verhindert elektrische Fischechanlage Sackgasseneffekt?

Bei Ausleitungskraftwerken besteht die Gefahr der Fehlleitung von aufstiegswilligen Fischen, da diese der Hauptströmung folgend in den Unterwasserkanal des Kraftwerks einwandern (Sackgasseneffekt). Mit einer elektrischen Fischechanlage kann das Einwandern von Fischen in solche Bereiche verhindert werden. Die Wirksamkeit einer solchen Scheuchanlage wurde in einem Feldversuch an einer Wasserkraftanlage an der Enz (Baden-Württemberg) mit Hilfe der Telemetrie untersucht.

Steffen Wüst und Uwe Weibel

1 Problemstellung

Um zu ihren Laichplätzen zu gelangen, vollziehen viele Fischarten mehr oder weniger ausgeprägte Wanderungen, die meist gegen die Strömung gewässeraufwärts gerichtet sind. Wasserkraftwerke bzw. deren Ausleitungswehre stellen hierbei Hindernisse dar. Oftmals befinden sich an den Kraftwerksausleitungen oder an den Wehren Fischeaufstiegsanlagen (FAA), welche einen gefahrlosen weiteren Aufstieg ermöglichen sollen. Folgt ein Fisch bei seiner Aufwanderung der stärksten Strömung, so führt diese in den allermeisten Fällen in den Turbinenauslauf des Kraftwerks. Der Versuchsstandort der WKA Mühlhausen (Enz) weist aufgrund seiner geographischen Lage die Besonderheit auf, dass aufwärts wandernde Fische zunächst den Turbinenauslauf des Kraftwerks passieren müssen (**Bild 1**). Schwimmen sie der stärksten Strömung folgend in den Auslauf ein, so kommt es aufgrund der dort fehlenden FAA zu einem sogenannten Sackgasseneffekt. Der Fisch muss diesen Bereich zunächst wieder verlassen und die weitere Aufwanderung im Mutterbett des Gewässers fortsetzen. Bis dahin können oftmals sehr lange Zeiträume vergehen. Dies bestätigen Freilandversuche, bei denen über 80 % der aufwandernden Fische in den Turbinenauslauf einer laufenden Wasserkraftanlage einschwammen [1]. Ebenso konnte dort belegt werden, dass mit steigendem Turbinendurchfluss die Zahl der in den Turbinenauslauf einschwimmenden Fische zunimmt. Um solche Situationen zu vermeiden, kann über den Einsatz einer elektrischen Fischechanlage nachgedacht werden,

Kompakt

- Wasserkraftanlagen ohne Bypass stellen Sackgasse für aufwandernde Fische dar.
- Elektrische Fischechanlage soll Einwandern verhindern.
- Evaluierung durch Feldversuche mit Hilfe der Telemetrie.
- System erweist sich als hocheffizient.



Bild 1: Lage der drei Detektionsstandorte am Kraftwerk (1), oberhalb in der Enz (2) und am Ausleitungswehr (3) sowie die Enz mit Fließrichtung (blaue Linie mit Pfeilen) und die Lage und Fließrichtung der Ausleitung (gepunktete Linie)

welche das Einschwimmen in den Turbinenauslauf verhindert und die Fische zum weiteren Aufsteigen im Mutterbett zwingt. Eine elektrische Fischeicheanlage wirkt im Gegensatz zu mechanischen Rechensystemen als reine Verhaltensbarriere, mit der Fische durch ein elektrisches Feld im Wasser am Einwandern in unerwünschte Bereiche gehindert werden. Ein mechanisches Rechensystem ist wegen der hydraulischen Verengung des Turbinenauslaufs und der notwendigen Rechenreinigungsanlage als Lösung nicht denkbar.

2 Methodik

In den Jahren 2018 und 2019 wurde eine solche Versuchskonstellation im Rahmen eines Freilandversuchs mit potamodromen Fischarten an der Wasserkraftanlage Mühlhausen an der Enz (Baden-Württemberg) untersucht. Aufgrund der dort fehlenden FAA stellt der Turbinenauslauf des Kraftwerks Mühlhausen für einschwimmende Fische eine Sackgasse dar. Zwar besteht für den Anlagenbetreiber keine Verpflichtung, das Einwandern zu verhindern, und der Sackgasseneffekt ist auch nur gering, aber die Konstellation war für die vorgesehene Versuchsanordnung erfolgsversprechend. Der Anlagenbetreiber (EnBW Energie Baden-Württemberg AG) hat auf freiwilliger Basis das Projekt unterstützt. Mittels einer elektrischen Fischeicheanlage, welche den Turbinenauslauf an seiner Einmündung in die Enz dem Uferverlauf des Mutterbetts folgend und auf der kompletten Breite versperrt, sollen aufstiegswillige Fische am Einwandern gehindert werden (**Bild 2**). An insgesamt drei Detektionsstandorten wurden die vorher mit PIT-Tags besenderten Versuchsfische erfasst, um so ihre Wanderbewegungen und die Wirksamkeit der Fischeicheanlage nachweisen zu können. Um der Fischeicheanlage zweifelsfrei eine Barrierewirkung



Bild 2: Elektrische Fischeicheanlage am Turbinenauslauf der WKA Mühlhausen

nachzuweisen, wurde diese periodisch immer wieder ausgeschaltet, um in diesen Zeiten Fischen einen ungehinderten Zugang in den Triebwerkskanal zu ermöglichen.

Das Kraftwerk Mühlhausen liegt an der Engstelle einer Enzschleife. Die Ausleitung erfolgt an einem Wehr und führt unterirdisch durch einen Stollen zum gegenüberliegenden Kraftwerksgebäude. Am Wehr ist eine FAA installiert, welche im Jahr 2016 gemäß dem aktuellen Stand der Forschung erneuert wurde. Der Turbinenauslauf des Kraftwerks ist etwa 60 m lang und



Bild 3: Detailansicht WKA Mühlhausen, die Fischeicheanlage sowie die Detektionsantenne im Turbinenauslauf sind ebenfalls zu erkennen

mündet nahezu rechtwinklig in die Enz ein (**Bild 3**). Im Kraftwerk sind drei Francis-Zwillingsturbinen mit einer Gesamtleistung von 820 KW installiert. Wegen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an einer Maschine standen für die Versuche 2018 nur zwei Turbinen zur Verfügung.

Die Versuche starteten am 2. Mai 2018 und dauerten bis in den August hinein an. Im Jahr 2019 wurden Versuche mit veränderten Parametern der Scheuchanlage fortgeführt.

Telemetrie

Zur Ermittlung der Wanderwege von Fischen bei ein- bzw. ausgeschalteter Fischeuchanlage wurden Fische unterschiedlicher Größe aus verschiedenen Arten mit sogenannten PIT-Tags („Passive Integrated Transponder“) markiert und ca. 200 bis 400 m unterhalb der Kraftwerksausleitung in die Enz besetzt. An drei Standorten waren Detektionsantennen in das Gewässer eingebaut: im Turbinenauslauf zwischen Kraftwerk und Scheuchanlage, oberhalb des Auslaufs im Mutterbett der Enz sowie in der FAA am Wehr.

Der Detektionsstandort im Turbinenauslauf befand sich etwa 10 m hinter der Scheuchanlage (**Bild 4**). An diesem Standort sollten alle Fische erfasst werden, welche in den Turbinenauslauf einschwammen. Ein weiterer Standort befand sich etwa 400 m oberhalb des Turbinenauslaufs im Mutterbett der Enz (**Bild 5**). Dort sollten alle aufsteigenden Fische detektiert werden. Aufgrund der Gegebenheiten vor Ort (Gewässerbite, Wassertiefe) war der Bau einer funktionsfähigen Antenne näher am Turbinenauslauf nicht möglich.

Der Detektionsstandort in der FAA am Wehr war für die Versuchsdurchführung nicht vordergründig relevant. Dort wurden in erster Linie Informationen über die Funktionsfähigkeit der FAA gewonnen. Weiterhin fungierte der Standort als Reserve für den Detektionsstandort im Mutterbett der Enz, sollte dieser ausfallen oder die Antenne beschädigt sein.



Bild 4: Detektionsstandort im Turbinenauslauf

Bei PIT-Tags handelt es sich um passive Sender ohne eigene Stromversorgung. Sie werden aktiviert, sobald sie in den Einflussbereich des Schwingkreises einer Antenne gelangen und senden dann ihre Code-Informationen aus. Dieses Signal wird in einem Antennenreceiver verarbeitet und mit Zeitstempel gespeichert. Um einen Sender aktivieren zu können, muss eine Antenne immer einen geschlossenen Schwingkreis darstellen. Je nach Standort, Gewässerbite und -tiefe stellen sich unterschiedliche Ansprüche an Konzeption und Design der Antenne. Dazu zählen z. B. die Art und der Querschnitt des verwendeten Kabels. Bei Installationen in der Nähe von Gebäuden mit Stromversorgung kann diese als Energiequelle genutzt werden. Ansonsten muss auf 12-V-Batterien, ggf. in Kombination mit Photovoltaik, als Spannungsquelle zurückgegriffen werden. Bei allen im Versuch verwendeten Antennen handelte es sich um selbst konstruierte „Schwimm-durch-Antennen“. Da das Antennenkabel bei einer „Schwimm-durch-Antenne“ sowohl am Gewässergrund als auch an oder über der Wasseroberfläche verläuft und im Idealfall nahezu den kompletten Gewässerquerschnitt abdeckt, bietet dieser Antennentyp eine hohe Erfassungswahrscheinlichkeit. Allerdings besteht bei dem an oder über der Wasseroberfläche verlaufenden Antennenteil eine erhöhte Gefahr von Beschädigungen durch Treibgut.

Im Falle der Antenne im Turbinenauslauf entsprach der Aufbau der Form einer Acht. Da dort nicht mit übermäßigem Treibgut anfall zu rechnen war, konnte ein stabiler Holzrahmen für den Aufbau verwendet werden. Insgesamt wurden eine Gewässerbite von 8,5 m und eine Höhe von 1,3 m durch diese Antenne abgedeckt, was dem Wasserstand bei MQ_{Enz} an dieser Stelle entspricht. Die Antenne im Enz-Mutterbett wurde mit einer Brite von 12,7 m bei einer Höhe von 0,75 m konzipiert. Da die Enz im Bereich des Turbinenauslaufs zu breit und zu tief für eine zuverlässig funktionierende Antenne war, musste der Standort etwa 400 m stromauf verlegt werden, da erst dort ein entsprechender Gewässerquerschnitt vorzufinden war. Die Antenne in der FAA am Wehr hatte die Maße 2,0 m auf 1,3 m und wurde unter einem Fußweg an die Beton-einfassung der FAA angepasst. Alle Antennen erfassten Sender der Größe 23 mm und 32 mm zuverlässig.

Bei allen markierten Fischen handelte es sich um potenziell im Gewässer heimische Arten. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Zielfischarten Barbe (*Barbus barbus*), Brachse (*Abramis brama*), Nase (*Chondrostoma nasus*) und Döbel (*Leuciscus cephalus*), von denen die meisten Exemplare besendet wurden. Der überwiegende Teil der Fische wurden in der FAA der Staustufe Iffezheim mittels Reuse gefangen und mit einem Fischtransportbehälter zum Kraftwerk Mühlhausen transportiert, wo die Besenderung stattfand. Durch den Fang in der FAA der Staustufe Iffezheim sollte gewährleistet werden, dass es sich um aufstiegswillige Fische handelte.



Bild 5: Detektionsstandort in der Enz oberhalb des Turbinenauslaufs

Ein kleinerer Teil wurde mittels Elektrofischerei in der Enz gefangen. Das Einsetzen der Sender erfolgte mittels Injektor in die Bauchhöhle. Dazu wurden die Fische zunächst in einer Anästhesielösung betäubt, vermessen und anschließend der Sender eingesetzt. Nach einer Aufwach- und Erholungsphase in einem weiteren belüfteten Behälter wurden die Fische zum Aussetzpunkt transportiert und in die Enz besetzt. Die verwendete Sendergröße richtete sich nach der Fischgröße und der Konstitution der Tiere. Für die Versuchsdurchführung lag eine Tierschutzrechtliche Genehmigung des Regierungspräsidiums Karlsruhe vor (Aktenzeichen 35-9185.82/A-4/18).

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 368 Fische aus 13 Arten besendet. Im Jahr 2019 wurden 288 Fische aus sechs Arten markiert und besetzt.

Elektrische Fischeuchanlage

Mit der elektrischen Fischeuchanlage (Modell Neptun, Fa. Procom) sollen aufwandernde Fische am Eindringen in den Turbinenauslauf gehindert werden, indem durch ein elektrisches Feld im Wasser eine Scheuch- bzw. Fluchtreaktion induziert wird. Die Eucheanlage bestand aus zwei parallel verlaufenden Elektrodenreihen, welche im Mündungsbereich des Turbinenauslaufs dem Uferverlauf der Enz folgend installiert wurden. Als Elektroden wurden Edelstahlrohre verwendet. Diese wurden über ein flexibles Gelenk mit einer auf dem Gewässergrund verlaufenden Stahlkette verbunden. Am oberen Ende der Rohre angebrachte Schwimmer stabilisierten die Rohre und hielten diese aufrecht in Position. Eine Verlegung mit Geschwemmsel war nicht zu erwarten, da ankommendes Treibgut die Rohre nach unten drücken und darüber hinweggleiten kann. Durch die Schwimmer richten sich die Rohre anschließend wieder auf.

Über das Steuergerät kann an die Elektroden eine Gleichspannung mit bis zu 80 V angelegt werden. Dabei handelt es sich

nicht um eine konstante Gleichspannung, sondern vielmehr um Impulsstrom. Regelbar sind neben der Spannung die Parameter Impulsdauer, Impulsabstand, Anzahl der Impulse pro Impulsgruppe und zeitlicher Abstand von Impulsgruppen. Hinsichtlich der scheuchwirksamen Einstellungen liegen bereits Erfahrungen aus vergangenen Projekten vor.

Zur Herstellung eines elektrischen Gleichstromfeldes im Wasser werden vereinfacht Plus- und Minuspol benötigt. Im vorliegenden Versuchsaufbau fungiert eine Elektrodenreihe als Pluspol, die andere Reihe stellt den Minuspol dar. Das elektrische Feld bildet sich dabei in erster Linie zwischen beiden Elektrodenreihen aus. Davor bzw. dahinter ist es nur schwach ausgeprägt, für Fische jedoch bereits wahrnehmbar. Das Auslösen einer Fluchtreaktion bei Fischen geschieht, sobald die für einen Fisch wahrnehmbare Schwellenstromdichte im Wasser überschritten ist. Bei größeren Fischen ist dies meist schon

in größerer Distanz zur Eucheanlage der Fall als bei kleineren Fischen. Dies gilt artunabhängig. Je nach Fischart kann diese reizauslösende Schwelle jedoch in Bereichen unterschiedlicher Stromdichte liegen. Daher ist es bei der Konzeption einer elektrischen Eucheanlage notwendig, eine durchgängige Mindest-

Tabelle 1: Anzahl der Detektionen an den Standorten Turbinenauslauf und Enz entsprechend den Betriebszuständen der Eucheanlage (Quelle: IUS)

Standort	Turbinenauslauf		Enz	
	an	aus	an	aus
Aal	0	1	1	0
Bachforelle	0	2	4	3
Barbe	0	10	40	25
Brachsen	0	70	41	11
Döbel	0	10	24	4
Flussbarsch	0	0	0	0
Güster	0	0	2	0
Hasel	0	0	0	0
Karpfen	0	2	0	0
Nase	0	4	19	8
Regenbogenforelle	0	0	0	0
Rotauge	0	0	0	0
Wels	0	1	0	0
Gesamt	0	100	131	51

stromdichte im Wasser zu erreichen, um auch „unempfindlichere“ Fische zuverlässig an der Passage zu hindern. Dies wurde vor Versuchsbeginn durch Messungen des elektrischen Felds mittels Oszilloskop überprüft. Eine Schädigung von Fischen ist aufgrund der geringen Spannung (maximal 80 V) und der insgesamt geringen Stromdichten nicht zu erwarten. Die Parameter der Scheuchanlage wurden während des Versuchszeitraumes im Jahr 2018 nicht verändert.

Nachdem im Versuchsjahr 2018 der Nachweis der Funktionsfähigkeit der Scheuchanlage im Vordergrund stand, wurde in 2019 eine reduzierte Spannung (40 V) getestet, um die Blockadewirkung von nur schwachen elektrischen Feldern auf Fische zu untersuchen. Die übrigen Parameter bleiben unverändert.

3 Ergebnisse

Während der Versuchsreihe im Jahr 2018 wurden insgesamt 368 Fische aus 13 Arten besondert und in die Enz besetzt. Der überwiegende Teil (ca. 88 %) der Versuchsfische entfiel auf die Arten Barbe (*Barbus barbus*), Brachse (*Abramis brama*), Döbel (*Leuciscus cephalus*) und Nase (*Chondrostoma nasus*). Insgesamt lag die Wiederfundrate, also Fische, die an mindestens einem Standort detektiert wurden, bei 64,1 %. Als wanderwillig stellten sich insbesondere die Barben heraus. So konnten knapp 86 % der besetzten Barben im Jahr 2018 an mindestens einem der Detektionsstandorte erfasst werden.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der elektrischen Fische Scheuchanlage war eindeutig zu erkennen, dass eine vollständige Scheuch- bzw. Blockadewirkung gegeben ist. Bei eingeschalteter Scheuchanlage wurde diese von Fischen nicht passiert (Tabelle 1).

Um zu ermitteln, inwieweit aufwandernde Fische bei eingeschalteter Scheuchanlage das gegenüberliegende Flussufer nutzten und dadurch gar nicht erst in den Einflussbereich des elektrischen Feldes kamen, wurde die Anlage periodisch abge-

schaltet. Dabei konnten bereits kurze Zeit (wenige Stunden) nach Abschalten der Anlage Fische im Turbinenauslauf detektiert werden. Diese Beobachtungen konnten bei jedem erneuten Ein- bzw. Ausschalten der Scheuchanlage reproduziert werden. Dies bestätigt gleichzeitig die Wirksamkeit der elektrischen Scheuchanlage unter den gegebenen Bedingungen. Dennoch kann bei den oberhalb im Enz-Mutterbett bei eingeschalteter Scheuchanlage detektierten Fischen nicht mit abschließender Sicherheit davon ausgegangen werden, dass diese tatsächlich in den Wirkungsbereich des elektrischen Feldes gelangten. Aufgrund der Distanz zum Turbinenauslauf lassen sich nicht alle Detektionen an diesem Standort mit dem Betriebszustand der Scheuchanlage zum Zeitpunkt des Eintreffens eines Fisches an der Scheuchanlage in Beziehung setzen. Für den Nachweis der Funktionsfähigkeit der Anlage ist dies jedoch von untergeordneter Bedeutung, da sich die Wirksamkeit durch den fehlenden Nachweis von Fischen bei eingeschalteter Anlage bzw. dem zeitnahen Auftreten von Fischen im Turbinenauslauf nach Abschalten der Anlage zweifelsfrei belegen und reproduzieren ließ.

Allerdings bestehen noch Unklarheiten, weshalb nahezu keine Detektionen im Turbinenauslauf von den zuvor eingewanderten Fischen festgestellt wurden. Von lediglich einem Fisch, welcher sich bereits kurz vor Einschalten der Scheuchanlage im Kanal befand, lagen nach dem Einschalten Detektionen vor. Es wäre zu erwarten gewesen, dass auch bei aktiver Fische Scheuchanlage die möglicherweise im Kanal eingeschlossenen Fische von Zeit zu Zeit detektiert werden. Da Fehlfunktionen der Detektionsantenne durch das elektrische Feld aufgrund regelmäßiger Kontrollen mit Testsendern ausgeschlossen werden konnten, bleibt die Frage nach dem Aufenthaltsort der sich potenziell im Kanal befindenden Fische nach Einschalten der Scheuchanlage unbeantwortet.

Die Mindestwasserabgabe für den Standort Mühlhausen liegt bei 4 m³/s, das Schluckvermögen der Wasserkraftanlage Mühlhausen bei zwei funktionsfähigen Turbinen ca. 12 m³/s. Je nach Abfluss und Turbinenleistung ergeben sich unter Berücksichti-

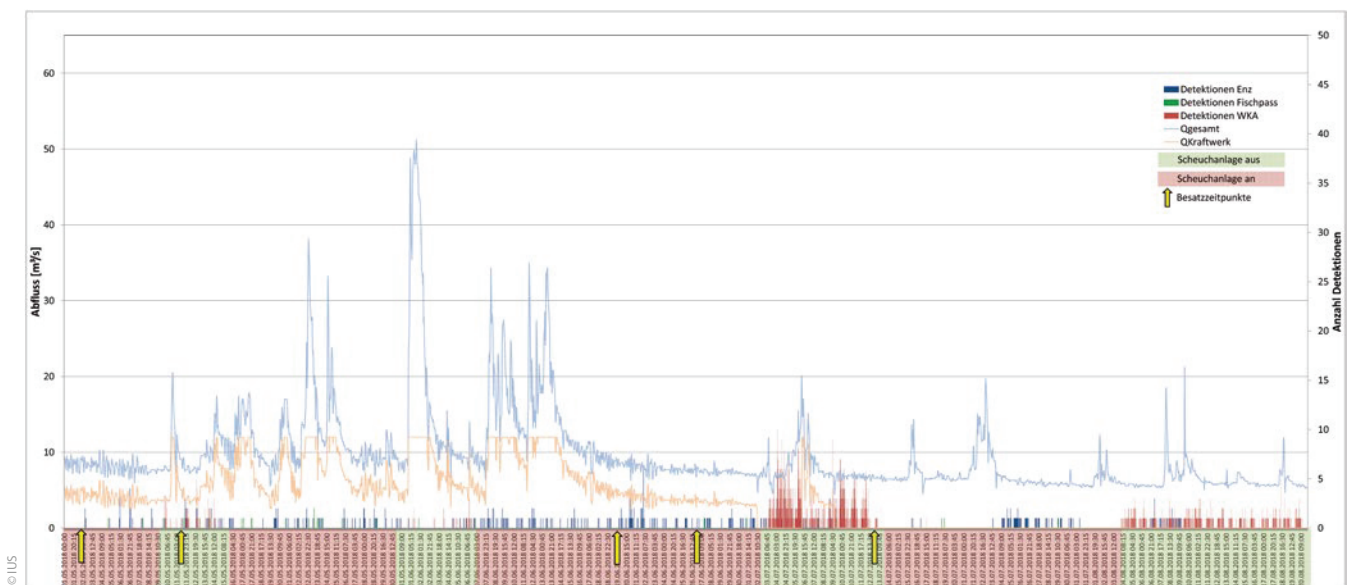


Bild 6: Übersicht der Detektionen an den einzelnen Standorten sowie Enzabfluss und Kraftwerksdurchsatz im Versuchszeitraum



Bild 7: Verlegung der Antenne in der Enz durch Treibgut

gung der Mindestwasserabgabe unterschiedliche Abflussaufteilungen von Kraftwerk und Enz. In der Darstellung sind die Detektionen der Fische sowie der Kraftwerksdurchsatz und der Enzabfluss zu sehen (**Bild 6**). Im trockenen Sommerhalbjahr 2018 führte die Enz sehr wenig Wasser, was meist in einem Abfluss nahe MNQ resultierte. Bedingt durch diese lang anhaltende Niedrigwasserphase wurde das Wasserkraftwerk im Frühsommer tageweise und ab Anfang August komplett außer Betrieb gesetzt. In diesen Zeiträumen war der Turbinenauslauf

Steffen Wüst and Uwe Weibel

Telemetry studies in the barbel region - Can an electric fish barrier prevent the effect of a dead end street for fish?

Mainly at hydropower stations, migrating fish can get stuck in a dead end street while following the highest flow velocities, which lead them into the outlet channel of the hydropower station. An electric fish barrier can help to prevent fish from swimming into turbine outlets without the option of a further upstream migration. The effectiveness of such a system was tested in a field trial at an hydropower station at the river Enz (Baden-Württemberg) with the help of telemetry.

lediglich mit einer geringen Wassermenge aus dem Leerschuss beaufschlagt, so dass sich keine nennenswerte Strömung einstellte. Dennoch wanderten auch bei abgeschalteten Turbinen und deaktivierter Fischeuchanlage Fische in den Turbinenauslauf ein.

Hochwasserbedingt kam es mehrmals zum Ausfall von Antennen aufgrund von Beschädigungen. Davon betroffen war meist die Antenne im Mutterbett der Enz, da diese die komplette Gewässerbreite überspannte und ankommendes Treibgut hängen blieb (**Bild 7**). Die Antenne wurde insgesamt dreimal beschädigt und war in diesen Zeiträumen jeweils für bis zu 3 Tage außer Betrieb. Die Antenne im Treibwerksauslauf ist aufgrund ihrer Lage vor Treibgut geschützt und funktionierte während der Versuchsdurchführung zuverlässig. Anfang August 2018 wurde der Antennenstandort im Mutterbett der Enz nach einer Beschädigung abgebaut, Mitte Dezember 2018 dann auch die Antenne im Turbinenauslauf. Die Antenne in der FAA ist nach wie vor in Betrieb und wird regelmäßig kontrolliert. Die Versuchsreihe im Jahr 2019 entsprach methodisch den Versuchen aus 2018, nur dass diesmal eine verringerte Spannung (40 Volt) an der Scheuchanlage verwendet wurde. Insgesamt wurden 288 Fische besendet, von denen 74 an einem der Standorte detektiert werden konnten. Dies entspricht einer Wiederfundrate von etwa 25 %. Aufgrund technischer Schwierigkeiten mit der Antenne im Turbinenauslauf konnten dort insgesamt nur 12 Fische detektiert werden. Davon wurden fünf Fische bei eingeschalteter Anlage und sieben Fische bei ausgeschalteter Anlage detektiert. Es ist anzunehmen, dass sich während beider Betriebszustände noch mehr Fische im Turbinenauslauf aufhielten, die jedoch aufgrund der Antennendefekte nicht detektiert werden konnten. Da sich die Zeiträume der Defekte überwiegend zu Zeiten der abgeschalteten Scheuchanlage erstreckten, fehlt somit eine Vergleichsgruppe für die Versuche mit herabgesetzter Spannung. Konkrete Angaben zur Wirksamkeit sind aufgrund der beschriebenen Defekte mit den vorliegenden Daten somit nicht möglich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mittels einer elektrischen Fischeuchanlage bei einer Spannung von ca. 80 Volt die Einwanderung von Fischen in den Turbinenauslauf des Kraftwerks Mühlhausen effizient verhindert werden konnte.

Autoren

Dipl.-Geoök. Steffen Wüst

Dipl.-Biol. Uwe Weibel

Institut für Umweltstudien Weibel & Ness GmbH

Humboldtstraße 15a

76870 Kandel

wuest@weibel-ness.de

weibel@weibel-ness.de

Literatur

- [1] Schwevers, U.; Adam, B.; Irmscher, P.; Lehmann, B.; Schneider, K.; Zimmermann, M: Grundlagenuntersuchungen zum Fischeaufstieg an Ausleitungstandorten. Studie im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, 2017.