



**Baden-Württemberg**  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

## **Verbesserung der Wasserkraftnutzung, Fischschutz- und Fischabstiegsanlage in Steinach**

**Pilotprojekt „circulating rake“**

# **Abschlußbericht**

Juni 2009



**badenova**

*Energie. Tag für Tag*

gefördert aus dem Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG

## Inhalt

Veranlassung	3
Wasserkraftanlage der Stadtwerke Haslach an der Kinzig in Steinach	5
Fischbestand der Kinzig in Steinach	7
Ergebnisse der fischökologischen Begleituntersuchungen	9
Ergebnisse der technischen Untersuchungen des CR	10
Ergebnisse der betriebsökonomischen Untersuchung	10
Zusammenfassung und Ausblick	11
Literatur	12

Titelbild: Schneider (*Alburnoides bipunctatus*) mit etwa 9 cm Totallänge stehen bei Kanalabschlag vor dem Circulating Rake

## Veranlassung

Alle einheimischen Fischarten führen Wanderungen durch. Diese Wanderungen dienen u. a. dem Aufsuchen von Reproduktions-, Juvenil-, Nahrungs-, Sommer- und Winterhabitaten. Manche Fischarten wandern dabei nur innerhalb der Fließgewässer (potamodrom), während einige Fischarten sogar zwischen Süß- und Salzwasser wechseln (diadrom). Die dabei zurückgelegten Entfernungen reichen von einigen hundert Metern bei den potamodromen Fischarten bis hin zu mehreren tausend Kilometern bei den diadromen Fischarten.

Voraussetzung für die Wanderungen der Fische ist die auf- und abwärts gerichtete Längsdurchgängigkeit der Fließgewässer.

Während dem Fischeaufstieg schon seit mehreren Jahrzehnten große Aufmerksamkeit geschenkt wurde und man fast ebenso lange versucht, den Fischeaufstieg an Wanderungshindernissen durch „Fischtreppe“ wieder zu ermöglichen, wurden die Themen Fischschutz und Abwanderung bisher vernachlässigt. Dabei sind insbesondere die diadromen Arten für die Vollendung ihres Lebenszyklus darauf angewiesen, das Meer unbeschadet wieder zu erreichen.

Aufgrund der herausragenden Bedeutung der Fischwanderungen haben Regelungen zum Fischschutz und zur Durchwanderbarkeit auch Eingang in das Fischereirecht gefunden. Folgende Vorschriften finden sich im Fischereigesetz für Baden-Württemberg (FischG):

### **§ 39**

#### **Maßnahmen an Anlagen zur Wasserentnahme und an Triebwerken**

(1) Wer Anlagen zur Wasserentnahme oder Triebwerke errichtet, hat auf seine Kosten geeignete Vorrichtungen, die das Eindringen von Fischen verhindern, anzubringen und zu unterhalten.

### **§ 40**

#### **Fischwege**

(1) Wer Anlagen in einem Gewässer errichtet, die den Wechsel der Fische verhindern oder erheblich beeinträchtigen, hat auf seine Kosten Fischwege oder sonstige für den Wechsel der Fische geeignete Einrichtungen von ausreichender Größe und Wasserbeschickung (Fischwege) anzulegen, zu betreiben und zu unterhalten.

### **§ 41**

#### **Fischwege bei bestehenden Anlagen**

(1) Die Eigentümer von Anlagen nach § 40 Abs. 1, die bei Inkrafttreten dieses Gesetzes bestehen, müssen die Anlegung, den Betrieb sowie die Unterhaltung eines Fischweges durch das Land gegen angemessene Entschädigung in Geld dulden, wenn dies zur Erhaltung eines angemessenen Fischbestandes erforderlich und mit der Anlage technisch vereinbar ist. Weitergehende Vorschriften bleiben unberührt.

Diese Vorschriften schließen die Gewährleistung der schädigungsfreien flußabwärts gerichteten Durchwanderbarkeit der Gewässer ein.

Fische können an Wasserkraftanlagen hauptsächlich am Rechen und in der Turbine geschädigt werden.

Der Fischschutz an Wasserkraftanlagen wird vor allem dadurch erreicht, daß ein Rechen mit ausreichend geringem Stababstand das Eindringen von Fischen in die Turbine verhindert.

Die Kinzig wurde 2007 von der IKSR als Lachswiederansiedlungsgewässer ausgewiesen (Bericht Nr. 162-d). Die in diesen Gewässern bestehende Erforderlichkeit von Rechen mit einer dem 10-mm-Stabrechen entsprechenden Schutzwirkung vor Wasserkraftanlagen wurde bereits mehrfach belegt. Sie ergibt sich u. a. aus der experimentell untersuchten Durchwanderung von Rechen durch Salmoniden (HÖFER und RIEDMÜLLER 1996) und der kumulativen Wirkung der in den Wanderfischgewässern in großer Anzahl installierten Kraftwerke (u. a. Bericht Nr. 140-d der IKSR).

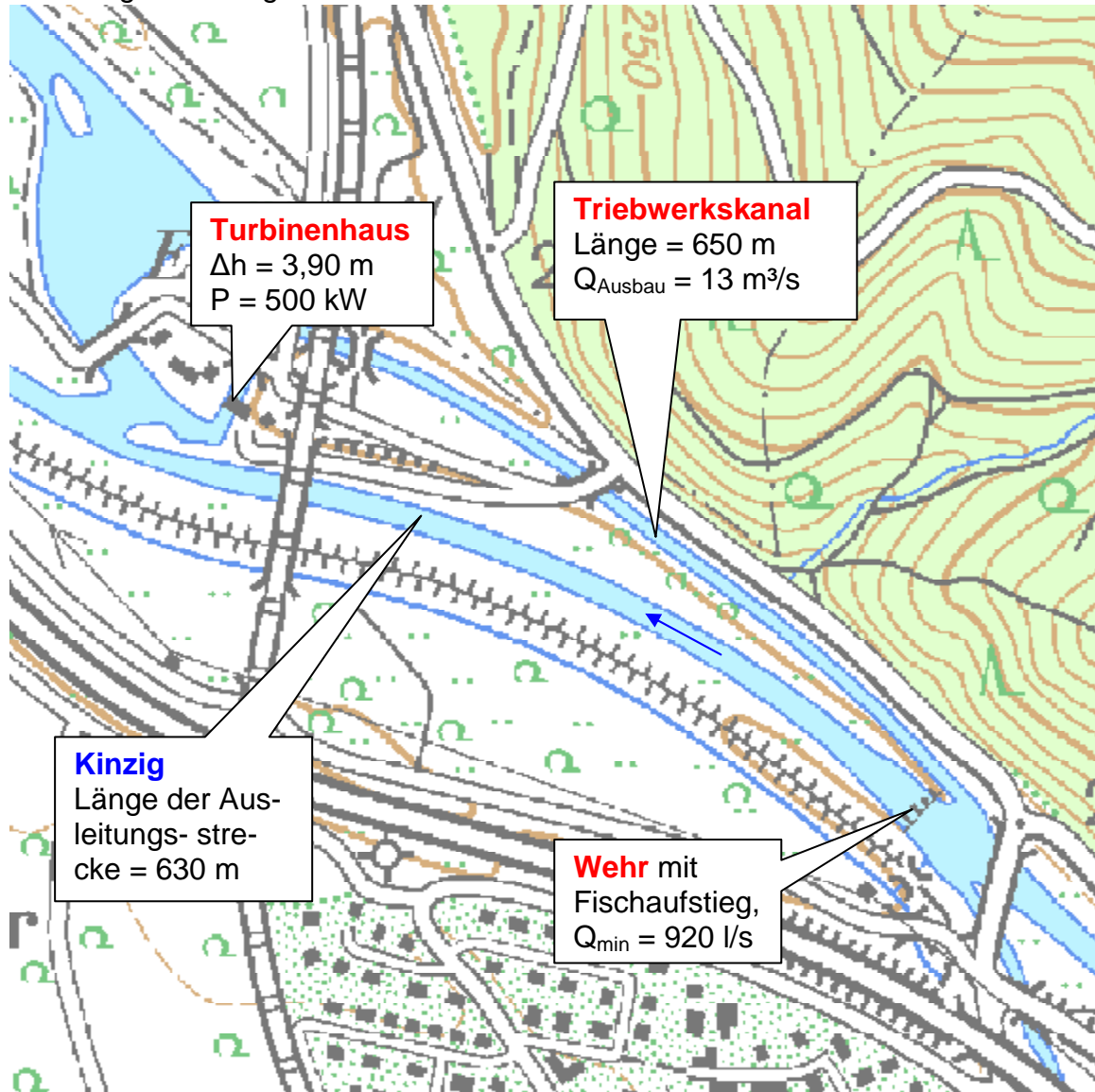
Der Rechen verhindert mechanisch das Eindringen der Fische in die Turbine und wird von den Fischen außerdem als Hindernis wahrgenommen. Für den Abstieg ist in Rechennähe zusätzlich ein ständig mit Wasser beaufschlagter Bypass erforderlich, den die Fische aktiv aufsuchen. Jüngste Untersuchungen an verschiedenen Fischabstiegsanlagen, die alle über einen solchen Bypass verfügen, haben sehr gute Erfolge belegt.

Die Rechen können grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten realisiert werden:

1. feststehender Rechen mit vertikalen oder horizontalen Rechenstäben und beweglichem Rechenreiniger
2. beweglicher Rechen bzw. Rollrechen, ggf. mit festem Rechenreiniger.

### Wasserkraftanlage der Stadtwerke Haslach an der Kinzig in Steinach

An der Kinzig in Steinach wird von den Stadtwerken Haslach seit den 1950er Jahren eine Wasserkraftanlage betrieben. Die Wasserkraftanlage befindet sich ca. 40 km oberhalb der Mündung der Kinzig in den Rhein.



Wasserkraftanlage der Stadtwerke Haslach Kinzig Steinach: Übersicht

An einem Wehr werden in Gewässerfließrichtung rechts bis zu  $13 \text{ m}^3/\text{s}$  Wasser aus der Kinzig ausgeleitet und über einen ca. 650 m langen Triebwerkskanal der Turbine zugeleitet. Die Fallhöhe beträgt bei Ausbaumassmenge ca. 3,9 m.

Am Wehr ist im Jahr 2002 linksseitig ein Fischaufstieg als Rauherinne-Beckenpaß in Betrieb genommen worden, der mit  $920 \text{ l/s}$ , entsprechend  $1/3 \text{ MNQ}$ , dotiert wird. Der Dotationsabfluß des Fischaufstieges stellt gleichzeitig den Mindestabfluß in der ca. 630 m langen Ausleitungsstrecke der Kinzig dar.

Bis 2006 war ein konventioneller Stabrechen installiert, der aus einem Grobrechen mit 500 mm Stababstand und einem Rechen mit 40 mm lichtem Stababstand bestand. Die Reinigung erfolgte durch einen Kettenumlaufrechenreiniger.

Im Juni 2006 wurde statt der bisherigen Rechanlage ein umlaufendes Rechensystem (Rollrechen - *circulating rake*, nachfolgend kurz als „CR“ bezeichnet) eingebaut.

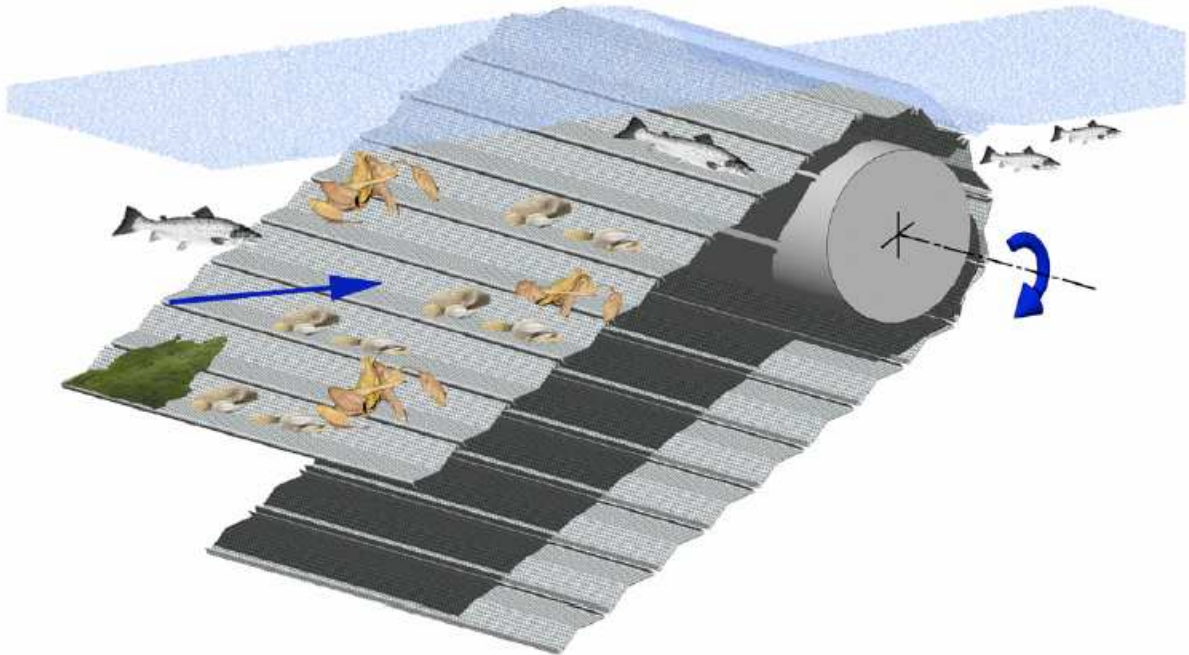


Abb.: Funktionsprinzip Rollrechen © 2004 Hydroenergie Roth GmbH, Karlsruhe

Der CR besteht aus Lochblechlamellen, die zu einem umlaufenden Band zusammengefügt sind. Die Löcher haben einen Durchmesser von 12 mm; die Schutzwirkung ist aufgrund der Körperform der meisten standorttypischen Fischarten (höher als breit – *compressed*) somit besser als bei einem 10-mm-Stabrechen konventioneller Bauart. Zudem sind die Löcher zur Anströmseite hin abgerundet.

Der CR ist ständig eingestaut. Bei einem gewissen Verlegungsgrad des Rechens, gemessen durch die Wasserspiegeldifferenz vor und nach dem Rechen, startet automatisch ein Spülzyklus. Dazu rotiert der Rechen von unten nach oben, das Tauchschütz am Ende der Abschwemmrinne senkt sich, und der Rechen wird überspült. Ca. 0,3 - 0,5 m<sup>3</sup>/s Wasser ergießen sich in die Abschwemmrinne. Die Lochblechlamellen werden am Rechenkopf nach Passage des höchsten Punktes von hinten durchspült (= Rückspülungseffekt) und dadurch gereinigt. Auf dem Rechen liegende Fische werden ebenfalls in die Abschwemmrinne transportiert und gelangen ins Unterwasser der Turbine.

Fischbestand der Kinzig in Steinach

Die Kinzig in Steinach ist Teil der Äschenregion (Hyporhithral). Die standorttypische Fischfauna setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

<b>Art</b>	<b>wissenschaftl. Arname</b>	<b>Gefährdung und Schutz</b>
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	RL D 3, RL BW 2, CITES Anh. II
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	RL D 3, RL BW 2
Atlantischer Lachs	<i>Salmo salar</i>	RL D 1, RL BW 1, FFH Anh. II, ganzj. gesch.
Bachforelle	<i>Salmo trutta f. fario</i>	RL D 3, RL BW 4
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	RL D 2, RL BW 3
Hecht	<i>Esox lucius</i>	RL D 3
Dreistachliger Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	
Flußneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>	RL D 2, RL BW 1, FFH Anh. II, ganzj. gesch., bes. gesch.
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	RL D 2, RL BW 3, FFH Anh. II, ganzj. gesch.
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	
Maifisch	<i>Alosa alosa</i>	RL D 1, RL BW 1, FFH Anh. II, ganzj. gesch.
Meerforelle	<i>Salmo trutta</i>	RL D 2, RL BW 1, ganzj. gesch.
Meerneunauge	<i>Petromyzon marinus</i>	RL D 2, RL BW 1, FFH Anh. II, ganzj. gesch., bes. gesch.
Quappe	<i>Lota lota</i>	RL D 2, RL BW 2
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	

Flußbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	
Döbel	<i>Leuciscus cephalus</i>	
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	RL D 3, RL BW 3
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	RL D 3
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	RL D 2, RL BW 3
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	RL D 3
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	RL D 2, RL BW 3, ganzj. gesch.
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	RL D 2, RL BW 3, FFH Anh. II, ganzj. gesch., bes. gesch.

CITES – Convention on International Trade in Endangered Species in Fauna and Flora

RL D – Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands (BINOT et al. 1998)

RL BW – Rote Liste der Neunaugen und Fische des baden-württembergischen Rheinsystems (DUBLING & BERG 2001)

FFH – Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie

ganzj. gesch. – ganzjähriger Schutz nach § 1 (2) LFischVO

bes. gesch. – besonders geschützt nach BArtSchVO

Von den genannten 25 Arten sind nur sechs nicht gefährdet. Alle anderen 19 Arten – das sind 76 %! – sind zumindest gefährdet. Von diesen 19 gefährdeten Fischarten laichen 15 Arten auf Kies.

Unter den gefährdeten Arten sind auch diadrome Wanderfische wie Aal, Atlantischer Lachs, Flußneunauge, Meerneunauge, Meerforelle und Maifisch. Der flußabwärts gerichteten Wanderung kommt am Standort Steinach somit auch aus Gründen des Artenschutzes eine besondere Bedeutung zu.



### Ergebnisse der fischökologischen Begleituntersuchungen

Die erste fischökologische Untersuchung der Abstiegsanlage erfolgte im September 2006. Es konnte gezeigt werden, daß die Fische unverletzt ins Unterwasser gelangten. Es wurde allerdings auch beobachtet, daß teilweise Wasser seitlich in der Aussenkurve der Abschwemmrinne über den Rand austrat. Hier bestand die Gefahr, daß Fische mit dem überschwappenden Wasser in den darunter liegenden gepflasterten, meistens trockenen Leerschuß fallen. Außerdem war die Abschwemmrinne für den abebbenden Wasserstrom zu kurz, so daß die Gefahr bestand, daß Fische mit dem restlichen Wasser von der Rutsche auf eine Betonkante fallen. Zudem schwammen viele Forellen gegen die während des Spülzyklusses einsetzende Strömung an und blieben daher in der Spülrinne hinter dem Rechen stehen, anstatt sich mit dem ablaufenden Wasser fallen zu lassen. Weitere Beobachtungen waren erforderlich.

Im April 2007 folgte eine weitere Untersuchung des Fischabstiegs am CR. Aus der großen Zahl abwanderungswilliger Lachssmolts (Smolt – silbern gefärbter Junglachs, der die Reise zum Meer antritt) im Triebwerkskanal wurde geschlossen, daß der Fischschutz des CR erwartungsgemäß sehr gut funktioniert. Allerdings zeigte sich auch hier, daß Lachse zu Beginn des Spülzyklusses ihrem natürlichen Instinkt folgend gegen die Strömung anschwimmen. Da Lachse sehr gute Schwimmer sind, gelang ihnen dieses auch, so daß sie auf dem für sie vorgesehenen Weg nicht ins Unterwasser der Wasserkraftanlage gelangten. Bei einer versuchsweisen Absenkung des Tauchschützes und dem dadurch erzeugten kontinuierlichen Abfluß über die Abschwemmrinne ins Unterwasser stiegen einige Fische ab. Nach dieser Untersuchung wurde klar, daß ein dauerhaft durchströmter Bypass direkt oberhalb des Rechens erforderlich war, um die verletzungsfreie Abwanderung der Fische zu gewährleisten.

Dieses zusätzliche Bypasssystem wurde im Juni 2008 installiert.

Im April 2009 wurde nach Errichtung des dauerhaft durchströmten Bypasses die natürliche Abwanderung von Lachssmolts beobachtet. Über Nacht stiegen stündlich etwa 10 Lachssmolts ab. Spitzenwerte wurden jeweils in der Morgen- und Abenddämmerung mit etwa 30 Fischen pro Stunde erreicht.

Die Lachssmolts suchten aktiv nach dem Bypass und erkundeten die dort vorhandenen Strömungsverhältnisse zunächst Schwanz voran.

Der Bypass wird auch von anderen Fischen angenommen; u. a. wurde eine Bachforelle beobachtet, die zielstrebig über den Bypass abstieg.

Die fischökologische Zielsetzung – Fischschutz und Gewährleistung des gefahrlosen Abstiegs – wurde somit durch die Kombination von CR und ständig beaufschlagtem Bypass nachweislich erreicht.

### Ergebnisse der technischen Untersuchungen des CR

Schon im ersten Jahr nach Inbetriebnahme des CR zeigte sich der Anlagenbetreiber sehr zufrieden mit der sehr guten Reinigungsleistung des Rechens sowie allgemein mit der Betriebssicherheit.

Die aufgetretenen Schäden an den Zahnrädern waren darauf zurückzuführen, daß anfangs fälschlicherweise ungehärtete Zahnräder eingebaut worden waren. Dieser Materialfehler wurde behoben, indem die Zahnräder durch solche aus gehärtetem Material ersetzt wurden. An den Zahnrädern konnte anschließend kein nennenswerter Verschleiß mehr beobachtet werden.

Die für den Prototyp zunächst eingesetzte Kette aus Schwarzstahl wies starke Korrosion auf, was auf das sehr stahlkorrosive Wasser der Kinzig zurückzuführen ist. Die Materialkombination mit dem rostfreien Stahl der Lochblech-Lamellen beschleunigte die Korrosion nochmals (Lokalelementbildung). Die Kette wurde daher durch eine neue Kette aus rostfreiem Material ersetzt. Die geringere spezifische Belastbarkeit von rostfreiem Stahl wird durch starke Kettenlaschen kompensiert.

Insgesamt war der Betrieb des CR, trotz des erstmaligen Einsatzes, bis heute ausgesprochen zuverlässig und wartungsarm und hat daher Vorteile gegenüber konventionellen Stabrechen und den dazugehörigen Rechenreinigern. Sämtliche kleineren Wartungsarbeiten und Anpassungen konnten vom Betreiber in Eigenarbeit schnell behoben werden. Der Betreiber berichtete außerdem von Stillstandszeiten an ebenfalls an der Kinzig von ihm betriebenen Wasserkraftanlagen mit neu errichteten, konventionellen Stabrechen und Teleskopreinigern während starken herbstlichen Laubfalls und der damit einhergehenden Verlegung, während die Wasserkraftanlage mit CR ohne nennenswerte Leistungsreduktion kontinuierlich betrieben werden konnte. Die konventionellen Anlagen mussten zeitweise in der Leistung gedrosselt werden.

### Ergebnisse der betriebsökonomischen Untersuchung

Da zeitgleich mit dem Einbau des CR auch die Anlagensteuerung und damit die Stromerzeugung optimiert wurde, war ein direkter Vergleich der Energiegewinnung der Anlage vor und nach dem Umbau nicht möglich.

Die Untersuchungen ergaben jedoch, daß der CR geringere Verluste nach sich zieht und daher eine bessere Energieausbeute ermöglicht, als dies mit einem konventionellen 10-mm-Stabrechen, der den heutigen (fisch-) ökologischen Anforderungen entspricht, möglich gewesen wäre.

### Zusammenfassung und Ausblick

Der CR bietet einen bisher einmaligen, sehr guten Fischschutz und stellt in Kombination mit einem dauerhaft dotierten Bypass einen funktionierenden Fischabstieg dar. Durch geringere Verluste und reduzierte Stillstandszeiten sowie insgesamt eine erhöhte Betriebssicherheit weist der CR sogar schon als Prototyp wirtschaftliche Vorteile gegenüber einem konventionellen Stabrechen mit gleichem Schutzgrad auf. Die Schutzwirkung des CR mit 12 mm Lochblechlamellen muss mit einem 8 – 10 mm Stabrechen verglichen werden. Die Installationskosten werden auf ähnlichem Niveau liegen. Allerdings kommt der CR mit deutlich schlechteren Anströmbedingungen zurecht, während ein enger Stabrechen unbedingt möglichst senkrecht mit einem homogenen Strömungsfeld beaufschlagt werden muss, um übermäßige Verluste zu vermeiden. Durch die enorme Putzleistung und durch die abgerundeten Löcher kann für den CR eine deutlich höhere Anströmgeschwindigkeit zugelassen werden. Beides hilft Baukosten zu sparen.

Aufgrund der hohen Funktionalität als Fischschutz- und Fischabstiegsanlage bleibt zu hoffen, daß der Betrieb des CR auch an anderen Wasserkraftanlagen wirtschaftlich möglich ist.

Offenburg, 02.06.2009

i. A. Felix Künemund, Regierungspräsidium Freiburg

### Literatur

- BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55; 434 S.
- DUßLING, U. & R. BERG (2001): Fische in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart; 176 S.
- HÖFER, R. und U. RIEDMÜLLER (1996): Fischschäden bei Salmoniden durch Turbinen von Wasserkraftanlagen.- Studie im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, Fischereibehörde; 86 S.
- IKSR (2004): Bericht Nr. 140-d. Auswirkungen von Wasserkraftanlagen im Rheinzufüssen auf den Wanderfischabstieg. 70. Plenarsitzung – 8./9. Juli 2004, Bern
- IKSR (2007): Bericht Nr. 162-d. Lachs 2020 – Der Weg zu selbst erhaltenden Populationen von Wanderfischen im Einzugsgebiet des Rheins.- Aktualisierung des Programms zum Schutz und zur Wiedereinführung von Wanderfischen. Genehmigung PLEN-CC 2007, 3./4. Juli 2007, Amsterdam