



## **Ergänzende Variantenuntersuchung zur Ermittlung der Bestvariante für den Fischaufstieg zum Antrag für die Entschädigung nach Art. 34 EnG**

### **Anlage D10.01**

14.12.2018

Berichtverfasser:

***BNGF GmbH***

im Rahmen der

**Arbeitsgemeinschaft Bosch & Partner / BNGF**

Im Auftrag von

**Kraftwerk Reckingen AG**

# **RKR2020 – Umweltplanung Modul 2**

## **Ergänzende Variantenuntersuchung zur Ermittlung der Bestvariante für den Fischauf- stieg zum Antrag für die Entschädigung nach Art. 34 EnG**

### **Anlage D10.01**

Projektleitung:

Dr. Kurt Seifert, Klaus Müller-Pfannenstiel

Bearbeitung:

Dr. Kurt Seifert

Dipl. Ing. Bernhard Kalusa

## **Inhaltsverzeichnis**

---

<b>1.</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Beschreibung der ausgewählten Sub-/Untervarianten .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Änderungen bei Subvariante A3.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Subvariante B3c.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4</b>	<b>Änderungen bei Subvariante C2a.....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Auswahl der Varianten und erneute Bewertung der Zählergebnisse an den bestehenden FAA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Auswahl für den Variantenvergleich .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Ergänzende Prüfungen.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Bewertung der Untersuchungen zum Fischeaufstieg in den Bestands- anlagen.....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>Gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung der Varianten V1 bis V5.....</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>Kostenschätzung.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Anlagenkosten .....</b>	<b>23</b>
<b>5.2</b>	<b>Produktionsverluste .....</b>	<b>24</b>
<b>5.3</b>	<b>Unterhalts- und Instandhaltungskosten.....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>Empfehlung Bestvariante.....</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>Ablauf und weiteres Vorgehen .....</b>	<b>29</b>
<b>8.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>31</b>

Zugehörige „Funktions-/Wirkungskontrolle der geplanten Fischeaufstiegsanlage am  
Kraftwerk Reckingen – Monitoringkonzept“ siehe **Anlage D10.02**

## **Anhang**

- Anhang 1:** Gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung der Varianten V1 – V5
- Anhang 2:** Ermittlung der Anlagenkosten für die Variante V1 bis V5
- Anhang 3:** Kostenschätzung Funktions-/Wirkungskontrolle

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersicht Varianten A (rechtes Ufer, D), B (Trennpfeiler) und C (linkes Ufer, CH) .....	3
Abb. 2: Luftbild Variante A3: Oberlauf als naturnaher Bachlauf, Unterlauf als Raugerinne mit Beckenstruktur, Doppelgerinne vom Abzweig Schlitzpass von E1 bis zum Einstieg E2, Schlitzpass von Einstieg E3.....	4
Abb. 3: Variante A3 Schemaskizze mit Aufstiegssträngen/-Systemen, Dotationsleitungen, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen.....	5
Abb. 4: Lageplan der Gesamtanlage mit Eintragung der Trassen für einen Fischaufstieg im Trennpfeiler, Varianten B1 – B3.....	6
Abb. 5: Variante B3: Schemaskizze mit Aufstiegssträngen/-Systemen, Transport- und Dotationsleitungen, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen .....	7
Abb. 6: Luftbild Variante C2a, neu .....	8
Abb. 7: Variante C2a,neu: Schemaskizze mit Schlitzpass und Dotationsleitung, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen .....	9
Abb. 8: Zählergebnis in Reckingen aufgeteilt nach Fischarten und nach Aufstiegsanlage (Kraftwerk/Maschinenhaus und Wehr) .....	14
Abb. 9: Zählergebnis in Reckingen aufgeteilt nach Größenklassen und nach Aufstiegsanlage (Kraftwerk/Maschinenhaus und Wehr) .....	15
Abb. 10: Koordinierte Fischaufstiegszählungen am Hochrhein: April 2016 bis März 2017, Roter Kasten: Zählergebnisse Reckingen, blauer Kasten: Zählergebnisse in den neuen, „nicht technischen“ FAA in Rheinfelden und Ryburg; MH=FAA Maschinenhaus (Kraftwerksseite); W=FAA Wehrseite, BP=Beckenpass, UG=Umgebungsgewässer, VSP=Vertical-Schlitzpass, RG= Raugerinne-Beckenpass, FL= Fischlift (aus: Guthruf (2017)).....	16
Abb. 11: Graphische Darstellung der gewässerökologischen / ethohydraulischen Bewertung und der Anlagenkosten der untersuchten Varianten. ....	26
Abb. 12: Graphische Darstellung der gewässerökologischen / ethohydraulischen Bewertung und der Anlagenkosten + 40-jährige Produktionsverluste der untersuchten Varianten....	27

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Koordinierte Fischaufstiegszählung Hochrhein 2016/2017, Zählergebnis am Standort KW Reckingen.....	13
Tab. 2: Kriterien für die gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung .....	18
Tab. 3: Gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung der Varianten V1 bis V5 (detaillierte Beschreibungen zu den Parametern siehe Variantenuntersuchung vom Oktober 2016).....	20
Tab. 4: Übersicht Anlagenkosten der Varianten V1 – V5.....	23
Tab. 5: Übersicht Abflüsse der FAA und Brutto-Erzeugungsverluste.....	24
Tab. 6: Differenz der Gesamtkosten (Anlagenkosten + Bruttoerzeugungsverluste über 40 Jahre) von einzelnen relevanten Varianten.....	27

## Abkürzungsverzeichnis

ARGE	Arbeitsgemeinschaft
BFE	Bundesamt für Energie (CH)
BGF	Bundesgesetz über die Fischerei (CH)
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz (DE)
BW	Baden-Württemberg
CH	Schweiz
DE	Deutschland
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz (DE)
EnG	Energiegesetz (CH)
EnV	Energieverordnung (CH)
FAA	Fischaufstiegsanlage
FB	Fachbericht/Fachbeitrag
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat – Richtlinie
FischG	Fischereigesetz für BW
FSA	Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Gewässerschutzgesetz (CH)
GSchV	Gewässerschutzverordnung (CH)
fiBS	Fischbasiertes Bewertungssystem zur Ermittlung des ökologischen Zustands/Potentials der Fischfauna
FSA	Fischschutz und Fischabstiegsanlage
FsAM	Fischschonendes Anlagenmanagement
LFischVO	Landesfischereiverordnung BW zul. geändert 2012
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
nSH	neuer Schweizer Horizont
OGewV	Oberflächengewässerverordnung (DE)
OW	Oberwasser
RKR	Rhein-Kraftwerk Reckingen
RKR2020	Vorhaben Neukonzessionierung RKR
RPF	Regierungspräsidium Freiburg (DE/BW)
USchadG	Umweltschadengesetz (DE)
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UW	Unterwasser
VwV-FischG	Verwaltungsvorschrift des Minist. F. Ländl. Raum u. Verbrauchersch. zur Durchführung des FischG in BW
VVGf	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (CH)
WG	Wassergesetz für Baden-Württemberg
WHG	Wasserhaushaltsgesetz (DE)
WKA	Wasserkraftanlage
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (EG)

## 1. Einleitung und Aufgabenstellung

Ziel der Fischaufstiegsanlagen-Planung am Standort des Rheinkraftwerk Reckingen (RKR) ist die Herstellung der guten ökologischen Durchgängigkeit (flussaufwärts). Für den Planungsprozess sind nachstehende Vorgaben von wesentlicher Bedeutung:

- der Stand der Technik bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen (FAA) in Deutschland und in der Schweiz
- allgemeine fachrechtliche Anforderungen zur Herstellung der Durchgängigkeit gemäß Wasserrahmenrichtlinie
- allgemeine fachrechtliche und verfahrenstechnische Anforderungen der Schweizerischen Gewässerschutzgesetzgebung und des Energiegesetzes (Entschädigung nach Art 34 des Energiegesetzes vom 30. September 2016, EnG)
- nationale und internationale Wanderfischprogramme für den Rhein

Die RKR ist nach den Bestimmungen des Schweizerischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG) und des Bundesgesetzes über die Fischerei (BGF) verpflichtet, in Bezug auf Geschiebehaushalt (Art. 43a und 83a GSchG) und Fischwanderung (Art. 9 und 10 BGF) Sanierungen durchzuführen. Für die Sanierung der Fischwanderung und des Geschiebehaushalts gilt gemäß GSchG eine Frist bis ins Jahr 2030. Die Kosten für Planung, Realisierung, Erfolgskontrolle und Wasserverluste über 40 Jahre ab Inbetriebsetzung werden der Konzessionärin gestützt auf Art. 34EnG entschädigt. Die Höhe der Entschädigung für verfügte Maßnahmen an Grenzkraftwerken entspricht gemäß der aktuellen Vollzughilfe „Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Maßnahmen“ BAFU 2016 in der Regel dem Hoheitsanteil der Schweiz an der internationalen Anlage. Die RKR geht aktuell davon aus, dass aufgrund der anteilsmäßigen Energieableitung von je 50% auch 50% der Kosten entschädigt werden.

Die Verfügung des Bundessamtes für Energie (BFE) vom 10. Oktober 2017 verpflichtet die RKR:

*„1.1 den Fischaufstieg zu planen und dem BFE mit dem Konzessionserneuerungsgesuch ein Variantenstudium und mindestens ein Vorprojekt der Fischaufstiegsanlagen vorzulegen“.*

Und weiterhin:

*„3. Die Kraftwerk Reckingen AG hat dem BFE mit dem Konzessionserneuerungsgesuch einen Vorschlag für die Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlagen nach den Vorgaben des BAFU vorzulegen.“*

Vorgängig wurde noch eine formelle Anhörung von BAFU und Kanton zur Bestvariante für die Sanierung der Fischgängigkeit eingeholt (gemäß Art. 9c Abs. 2 Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei, VBGF). Zudem wurde das Regierungspräsidium Freiburg um Stellungnahme gebeten.



Die seitens RKR beantragte FAA-Variante wurde zwischenzeitlich auf Stufe Bauprojekt/Genehmigungsplanung ausgearbeitet (Anlage D8 – Genehmigungsplanung Fischaufstiegsanlage auf der rechten Uferseite DE) und wird im Zuge des Konzessions- und Bauprojektes für die Konzessionserneuerung den Behörden zur Baubewilligung/Planfeststellung eingereicht. Weiterhin wurde ein Vorprojekt/eine Vorplanung für eine Fischaufstiegsanlage auf der linken Uferseite erstellt (Anlage D9 – Vorplanung FAA linke Uferseite CH).

Erst nach Vorliegen der Bewilligung/Planfeststellung wird das formelle Gesuch für Entschädigung nach Art. 28 der Energieverordnung vom 1. November 2017 (EnV) bei den Behörden eingereicht. Bevor mit der Realisierung begonnen wird, muss ein rechtskräftiger Entscheid oder eine subventionsrechtliche Bewilligung für den vorzeitigen Baubeginn nach Art. 26 Abs. 2 Subventionsgesetz (SuG) vorliegen.

Im Variantenvergleich von Oktober 2016 (Anlage D12 – Variantenuntersuchung zur Herstellung der Durchgängigkeit) sind die grundlegenden Planungslösungen inkl. verschiedener Variantenkombinationen bereits beschrieben und hinsichtlich ihrer fischökologischen, technischen und ökonomischen Vor- und Nachteile bewertet worden. Auf diese Anlage wird hier Bezug genommen. Vorliegende ergänzende Untersuchung enthält das Variantenstudium zur Ermittlung der Best-Variante.

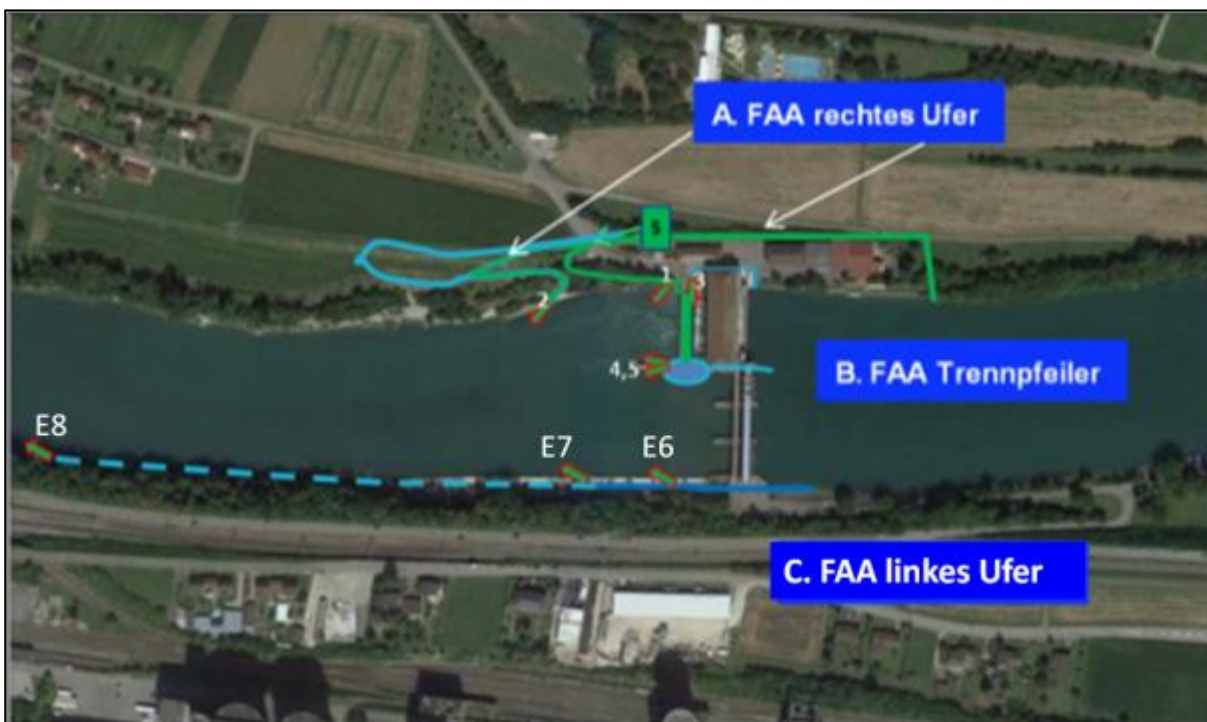
## 2. Beschreibung der ausgewählten Sub-/Untervarianten

### 2.1 Allgemeines

Für die Herstellung/Verbesserung der ökologische Durchgängigkeit am Kraftwerk Reckingen im Rahmen der Neukonzessionierung (RKR2020) wurden mehrere Möglichkeiten im Hinblick auf die räumliche Anordnung von Fischaufstiegsanlagen bzw. deren unterwasserseitiger Einstiege untersucht (Abb. 1). Jede räumliche Anordnung wurde zudem in unterschiedlichen Subvarianten betrachtet.

Folgende Haupt-Varianten für den Fischaufstieg wurden - jeweils aufgegliedert in mehrere Subvarianten - im Variantenvergleich von Oktober 2016 näher untersucht:

- Haupt-Variante A: Fischaufstieg am rechten Rheinufer mit drei Einstiegen E1 bis E3
- Haupt-Variante B: Fischaufstieg im Trennpfeiler mit den Einstiegen E4 und E5
- Haupt-Variante C: Fischaufstieg am linken Ufer mit den Einstiegen E6 bis E8



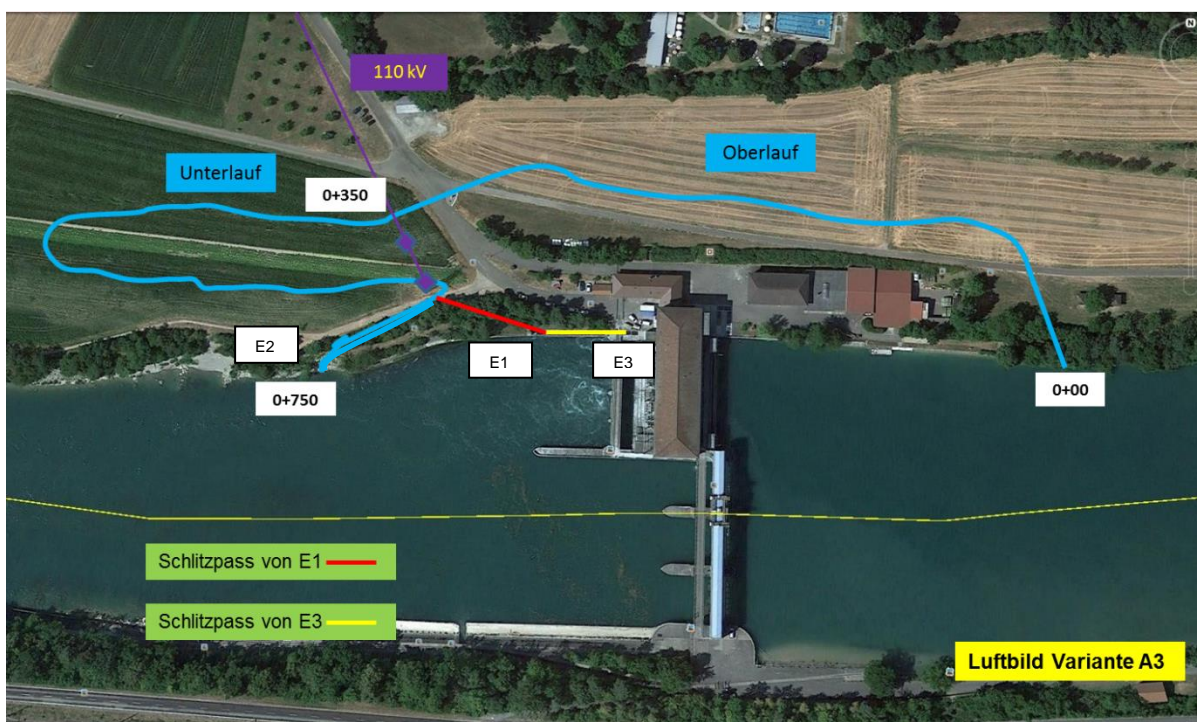
**Abb. 1:** Übersicht Varianten A (rechtes Ufer, D), B (Trennpfeiler) und C (linkes Ufer, CH)

Im Variantenvergleich von Oktober 2016, auf den hier inhaltlich Bezug genommen wird, wurden die grundlegenden Planungslösungen erläutert und hinsichtlich ihrer fischökologischen, technischen und ökonomischen Vor- und Nachteile bewertet. Aus diesem Variantenvergleich werden die Subvarianten A3, B3c und C2a als die jeweils ökologisch geeignetsten Lösungen für die Bestimmung der Best-Variante (Kap. 3) ausgewählt.

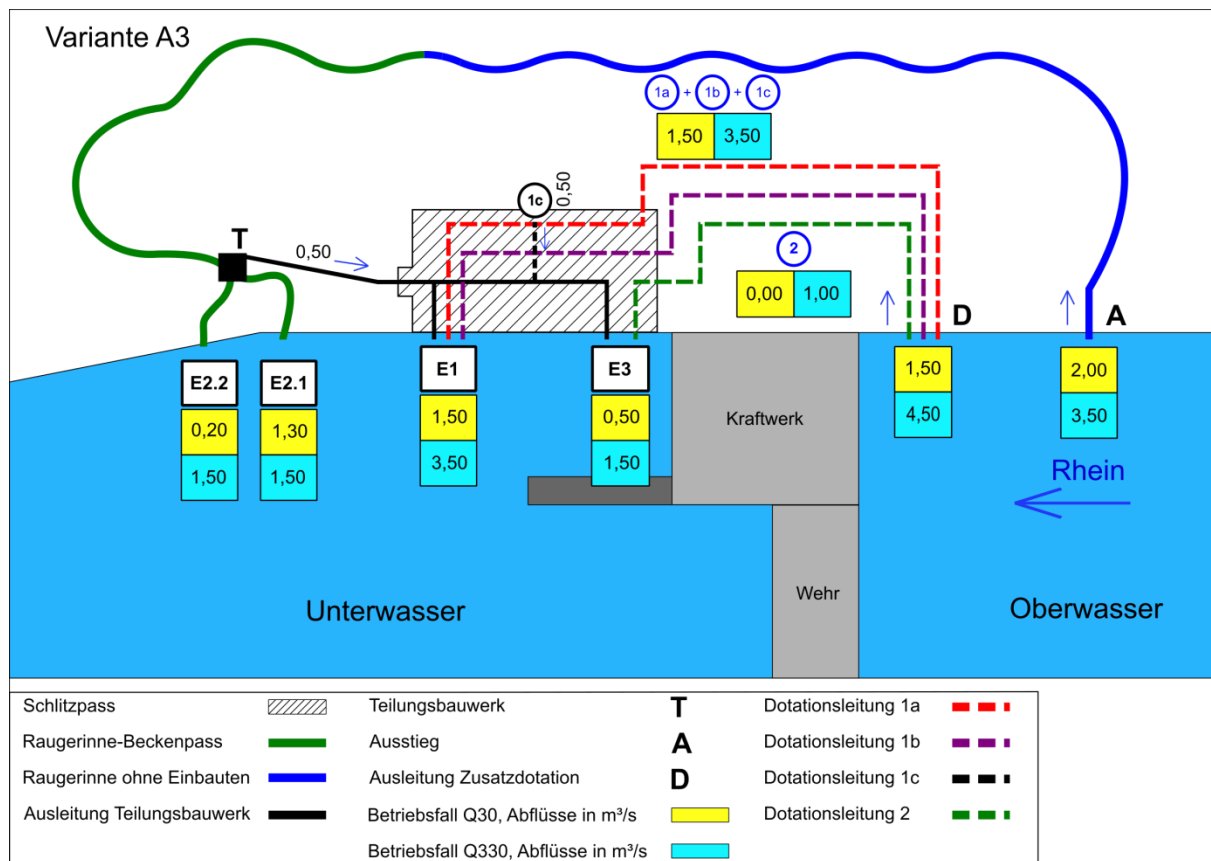
Aus dem inzwischen in Abstimmung mit der Untergruppe Fische der ökologischen Begleitkommission (ÖBK) fortgesetzten Planungsprozess resultieren einige Modifikationen bei den Subvarianten A3 und C2a gegenüber dem Berichtsstand von Oktober 2016, die nachfolgend kurz erläutert werden. Die Subvariante B3c wird ohne Änderungen aus der Variantenuntersuchung vom Okt. 2016 übernommen.

## 2.2 Änderungen bei Subvariante A3

In der aktuellen Planung der Subvariante A3 wird auf Grund verschiedener Anregungen die Gesamtdotationsmenge auf 3,5 m³/s (Q30) bis 8,0 m³/s (Q330) erhöht. Weiterhin wird zusätzlich eine Gerinneteilung zwischen der Einmündung des Schlitzpasses von E1 und dem Einstieg E2 zur Verbesserung der Auffindbarkeit von Einstieg E2 vorgenommen. Damit wird die Auffindbarkeit der drei Einstiege, die in ihrem Zusammenwirken bereits als sehr gut eingeschätzt wurde, nochmals optimiert.



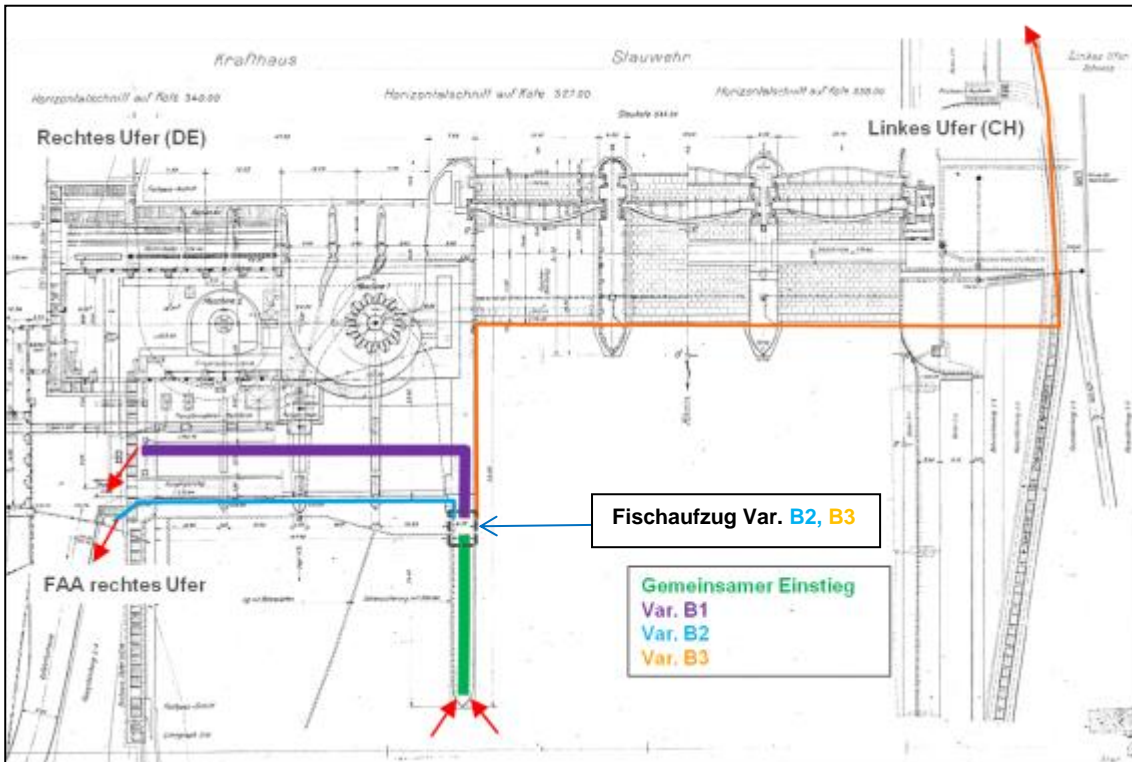
**Abb. 2:** Luftbild Variante A3: Oberlauf als naturnaher Bachlauf, Unterlauf als Raugerinne mit Beckenstruktur, Doppelgerinne vom Abzweig Schlitzpass von E1 bis zum Einstieg E2, Schlitzpass von Einstieg E3



**Abb. 3:** Variante A3 Schemaskizze mit Aufstiegssträngen/-Systemen, Dotationsleitungen, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen

## 2.3 Subvariante B3c

Für den Fischaufstieg am Trennpfeiler des KW Reckingen sind in einer Machbarkeitsstudie [3] drei grundsätzliche Varianten B1 bis B3 konzipiert worden, deren Trassen in Abb. 4 dargestellt sind.



**Abb. 4:** Lageplan der Gesamtanlage mit Eintragung der Trassen für einen Fischaufstieg im Trennpfeiler, Varianten B1 – B3

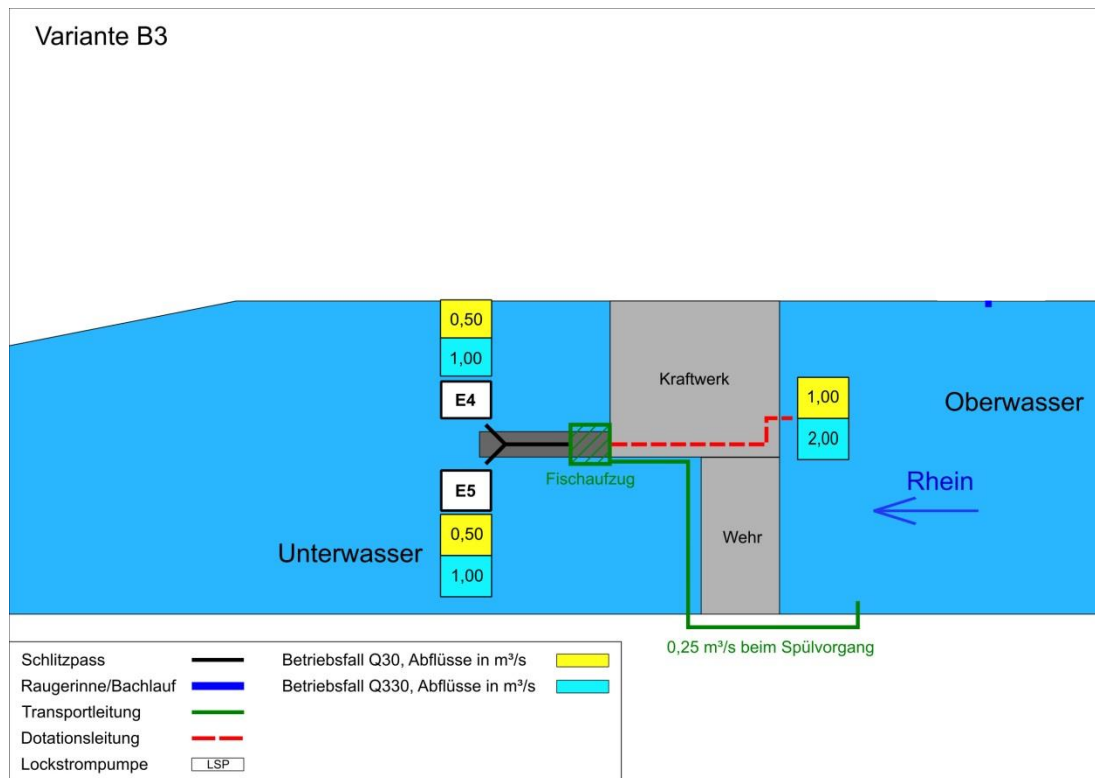
Bei der für die Bestimmung der Bestvariante relevanten Subvariante B3c führen von den Einstiegen E4 und E5 jeweils separate Schlitzpässe, die außenliegend am Trennpfeiler verlaufen, zu einem Fischaufzug, der die Fische bis auf die Höhe einer Transportleitung fördert. Diese Rohrleitung DN 600 wird entlang der Wehrbrücke auf das linke Ufer und von dort im vorhandenen Beckenpass in Richtung Oberwasser geführt. Die neue Einleitungsstelle wird etwa 100 m oberhalb des Wehres angeordnet.

Gewisse Abstriche hinsichtlich der Auffindbarkeit sind allerdings bei Variante B3c zu machen. Hier ist aus Gründen der technischen Machbarkeit und wegen möglicher Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss und die Energieerzeugung keine Sohlbindung bei den beiden Einstiegen E4/E5 vorgesehen. Dies führt naturgemäß zu einer Einschränkung der Auffindbarkeit der beiden Einstiege am Trennpfeiler für sohlannah aufwandernde Fische. Unter diesem Aspekt ist für die Trennpfeiler-Variante ohne Sohlbindung für sich alleine keine umfassende Auffindbarkeit zu erwarten. Aller-



dings ist zu berücksichtigen, dass die FAA am Trennpfeiler grundsätzlich nur in Kombination mit der FAA auf der rechten Seite und mit den dortigen Einstiegen E1, E2 (jeweils mit Sohlanbindung) und E3 zur Ausführung kommen würde.

Die Betriebs- und Dotationsabflüsse der Variante B3c zeigt Abb. 5.



**Abb. 5:** Variante B3: Schemaskizze mit Aufstiegssträngen/-Systemen, Transport- und Dotationsleitungen, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen

## 2.4 Änderungen bei Subvariante C2a

Gegenüber der Variante C2a aus dem Variantenvergleich wird aktuell für den Fischaufstieg am linken Ufer nur der Einstieg E7 auf Höhe des Einstiegs in den bestehenden Beckenpass vorgesehen



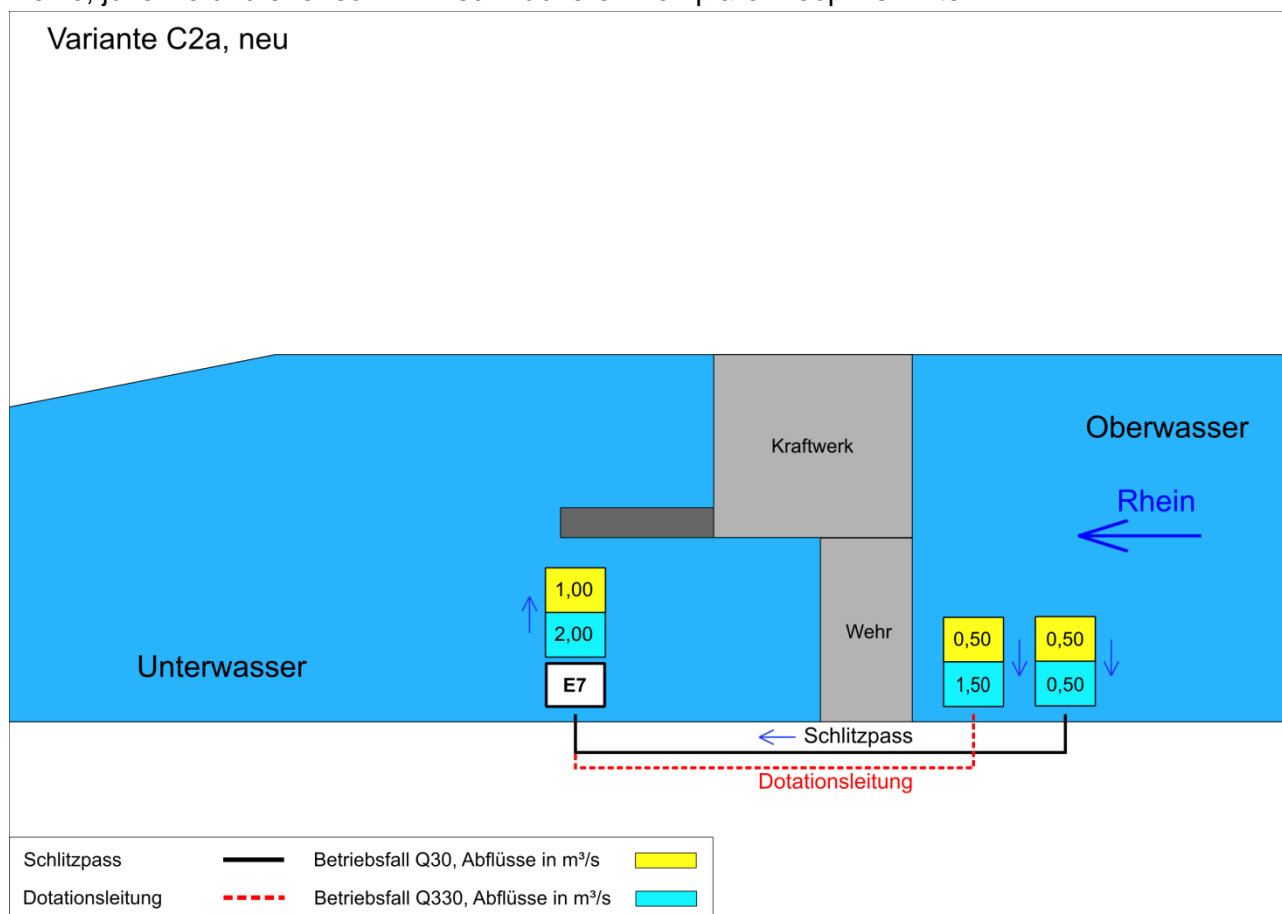
**Abb. 6:** Luftbild Variante C2a, neu

Zur Verbesserung der Auffindbarkeit wird aber die Gesamtdotation unverändert belassen: 0,5 m³/s (Q30) bis 2,0 m³/s (Q330), siehe Abb. 7. Weiterhin ist für den geplanten Einstieg E7 eine Sohlbindung einer sowohl nach flussabwärts als auch nach flussaufwärts abwickelnden Rampe vorgesehen.

Bei der Auffindbarkeit ist zu berücksichtigen, dass die maßgebliche Fischwanderung sich nach allen bisherigen Untersuchungsergebnissen und Modellierungen zur Kraftwerksseite hin orientiert. Wie die Fischzählungen 2006 zeigten, wurde die bestehende FAA auf der linken Seite mit dem vorhandenen Einstieg auf Höhe des C-Varianten-Einstiegs E7 von ca. 1.500 Fischen (ca. 25 % von 5853 in beiden FAA gezählten Aufsteigern) genutzt. Im gleichen Zählzeitraum stiegen rund 4360 und damit rund 75% aller gezählten Fischen am Standort Reckingen in der rechtsseitigen FAA auf. Da beide Fischaufstiegsanlagen im Wesentlichen baugleich sind, ist das unterschiedliche Ergebnis mit höchster Wahrscheinlichkeit auf die überwiegend zum rechten Ufer hin orientierte Fischaufwanderung zurückzuführen.

Beide Anlagen am Kraftwerk Reckingen wurden auch im gerade abgeschlossenen aktuellen Zählungsjahr zwischen April 2016 und März 2017 untersucht. Dabei wurden insgesamt 8.884 Fische gezählt (GUTHRUF, J. 2017). In der FAA auf der Kraftwerksseite (Maschinenhaus) wurden 6.035 aufsteigende Fische festgestellt, dabei dominierten Barben mit ca. 82 %. Auf der Wehrseite waren es 2849 Fische. Dort dominierten Rotaugen mit ca. 32 % (siehe Tab. 1 in Anlage D10.02 - Funkti-

ons-/Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk Reckingen – Monitoringkonzept). Beide FAA am Standort Reckingen wirken arten- und grössenselektiv (siehe Anlage D10.02 - Funktions-/Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk Reckingen – Monitoringkonzept). Im rechtsseitigen Beckenpass am Kraftwerk/Maschinenhaus werden fast ausschließlich Barben und andere sehr schwimmstarke Fischarten festgestellt. Weiterhin dominieren dort große schwimmstarke Exemplare vor allem der Barbe die Aufstiegszahlen. 73 % der Aufsteiger auf der rechten Seite (Maschinenhaus) waren größer als 20 cm (Totallänge). In der FAA auf der linken Seite waren hingegen nur 26 % größer als 20 cm. 74 % aller Aufsteiger waren dort kleiner 20 cm. Diese Größen- und Artenselektivität liegt an den sehr hohen Fließgeschwindigkeiten am Einstieg der FAA auf der rechten Seite nahe der Turbinenauslässe, welche nur von schwimmleistungsstarken Arten und meist nur von größeren Exemplaren derselben bewältigt werden können. In der linksseitigen FAA am Wehr, welche an den überwiegenden Zeiten des Jahres außerhalb des Hauptabflusses und damit außerhalb der Hauptwanderwege der strömungsorientierten Rheinfische liegt, dominieren Arten wie Rotaugen und andere strömungsindifferente Arten sowie kleine, juvenile und eher schwimmschwächere Exemplare rheophiler Arten.



**Abb. 7:** Variante C2a,neu: Schemaskizze mit Schlitpass und Dotationsleitung, Verteilung von Dotations- und Leitströmungsabflüssen



### **3. Auswahl der Varianten und erneute Bewertung der Zähl- ergebnisse an den bestehenden FAA**

#### **3.1 Auswahl für den Variantenvergleich**

Für die Wiederherstellung der aufwärtsgerichteten Durchgängigkeit/Fischgängigkeit werden auf der Grundlage der Variantenuntersuchung von Oktober 2016 in Abstimmung mit RKR folgende Varianten bzw. Kombinationen von Varianten betrachtet:

**Variante V1:** entspricht der Subvariante A3: Fischaufstiegsanlage am rechten Rhein-Ufer mit den drei Einstiegen E1 bis E3. Auf Grund verschiedener Anregungen/Vorschläge im Planungs- und Abstimmungsprozess wurde die Gesamtdotationsmenge auf 3,5 m<sup>3</sup>/s (Q30) bis 8,0 m<sup>3</sup>/s (Q330) entsprechend ca. 1,33 % des maximalen Ausbaudurchflusses (Q<sub>A</sub>) erhöht und zusätzlich eine Gerinneteilung beim Einstieg E2 zur Verbesserung der Auffindbarkeit vorgenommen.

**Variante V2:** ist eine Kombination aus Variante V1 und einer zusätzlichen Fischaufstiegsanlage am Trennpfeiler mit zwei Einstiegen E4 und E5 ohne Sohlbindung (Subvariante B3c). Von diesen Einstiegen gelangen die Fische über einen kurzen Schlitzpass im Trennpfeiler zu einem Fischaufzug, der die Fische bis auf die Höhe einer Transportleitung bringt, die entlang der Wehrbrücke zum linken Ufer führt. Dotationsmenge B3c: 1,0-2,0 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330), Gesamtdotation V2: 4,5-10,0 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330, 1,67 % Q<sub>A</sub>)

**Variante V3:** ist die Kombination der Variante V2 - Fischaufstiege am rechten Ufer (A3) und im Trennpfeiler (B3c) - mit einer Fischaufstiegsanlage mit einem Einstieg (E7) am linken Ufer (Variante C2a-neu). C2a-neu erhält eine Dotationsmenge von 0,5-2,0 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330). Gesamtdotation V3: 5,0-12,0 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330, entspr. 2 % Q<sub>A</sub>)

**Variante V4:** zusätzlich zur Variante V1, d.h. Errichtung einer FAA am rechten Ufer nach Variante A3, erfolgt der Weiterbetrieb der bestehenden FAA am linken Ufer (C1): Dotationsmenge C1: 0,44 m<sup>3</sup>/s. Gesamtdotation V4: 3,94-8,44 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330, 1,4 % Q<sub>A</sub>)

**Variante V5:** Variante V1( = A3) und Neubau eines Fischaufstiegs am linken Ufer nach Variante C2a-neu. Gesamtdotation V5: 4,0-10 m<sup>3</sup>/s (Q30-Q330, 1,67 % Q<sub>A</sub>)

Der Fischaufstieg am rechten Ufer, die Variante V1, wird als zwingend für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit am Standort Reckingen betrachtet. In den Varianten V2 bis V5 werden mögliche Ergänzungen der Basis-Variante V1 vorgestellt.

### 3.2 Ergänzende Prüfungen

Eine weitere FAA Variante am rechten Rhein-Ufer mit

**einem technischen Schlitzpass und ggf. Verzicht auf den Einstieg E2 und E3 (Forderung ArGe Hochrhein und Schweizer Fischereiverbände)**

wurde betrachtet und nach intensiver Vorprüfung wegen fachlicher Ausschlussgründe nicht weiter verfolgt:

#### Begründung:

Die Mündung E2 und ein nicht technischer Aufstiegsstrang (kein Schlitzpass) sind u.a. fachliche Anforderungen des RP Freiburg, Fischereibehörde. Diese müssen nach unserer fachlichen Auffassung zwingend erfüllt werden, um die Funktionsfähigkeit des Fischaufstiegs und die gute Durchgängigkeit (Auffindbarkeit und Passierbarkeit) am Standort Reckingen auch für die vielen Fischarten und –größen mit mittlerer und geringer Schwimmleistung zu ermöglichen.

E2 ist ein bevorzugter Ankunfts- und Aggregationsbereich für diese Fischgruppierung, bzw. der dazu gehörenden großen Fischanzahl, die auf der rechten Flussseite des Rheins ufernah aufwandert. Das an E2 anschließende zweigeteilte Raugerinne mit Übergang in ein naturnahes Gerinne ist für die Passierbarkeit dieses Fischkollektivs sehr gut geeignet.

Das RPF Freiburg, Fischereibehörde, hat in allen Abstimmungen und Besprechungen immer die derzeitige Planungslösung (V1) auf der deutschen Seite, als die wichtigste Komponente des Fischaufstiegs am Kraftwerk Reckingen bezeichnet. Dabei standen seitens des RPF folgende Anforderungen im Vordergrund:

- (1) Eigener Einstieg an der Position E2 für die schwächer schwimmenden Fischarten für Jung- und Kleinfische**
- (2) Ein nicht technischer Aufstiegsstrang, der von Fischarten-/Größen genutzt werden kann, welche nach den bisherigen Erfahrungen in BW Schlitzpässe nicht gut annehmen.**
- (3) Diese Anforderungen wurden u.a. mit den Erfahrungen aus Rheinfeldern und anderen FAA in BW begründet, wo die „nicht technischen Anlagen“ sehr gute Aufstiegszahlen für alle relevanten Fischarten zeigten, während die Schlitzpassanlagen wesentlich weniger stark frequentiert würden und bestimmte Arten unterrepräsentiert seien.
- (4) Die neuesten koordinierten Fischzählungen am Hochrhein (2016/2017) haben die fachliche Berechtigung dieser Anforderungen noch einmal untermauert. Die Zählergebnisse am neuen „nicht technischen“ Umgehungsgewässer in Rheinfeldern sind um mehr als das 10-fache besser als an dem ebenfalls neuen Schlitzpass in Rheinfeldern (siehe Abb. 10, blauer Kas-

ten). Auch im Raugerinne-Beckenpass mit naturnahem Abschnitt in Rhyburg-Schwörstadt (einem in weiten Teilen sehr ähnlichen System wie V1 in Reckingen auf der rechten Seite) sind die Ausstiegzahlen um ganze Größenordnungen besser als in allen technischen FAA am Hochrhein.

- (5) Die gewählte Planungslösung der V1 zielt somit in ihrer Ausgestaltung und in ihrem Umfang auf die o.g. spezifischen fachlichen Anforderungen ab.
- (6) Ohne den Einstieg E2 und den nicht technischen Aufstiegsstrang kann das Planungsziel gute Durchgängigkeit voraussichtlich nicht erreicht werden.
- (7) Beide Anforderungen (E2 und nicht technischer Aufstiegsstrang) für die Herstellung der guten Durchgängigkeit am Gesamtstandort können nicht durch den Bau einer neuen Anlage am linken Ufer (VC2a) oder im Trennpfeiler (VB) oder durch eine reine Schlitzpasslösung auf der rechten Uferseite substituiert werden.

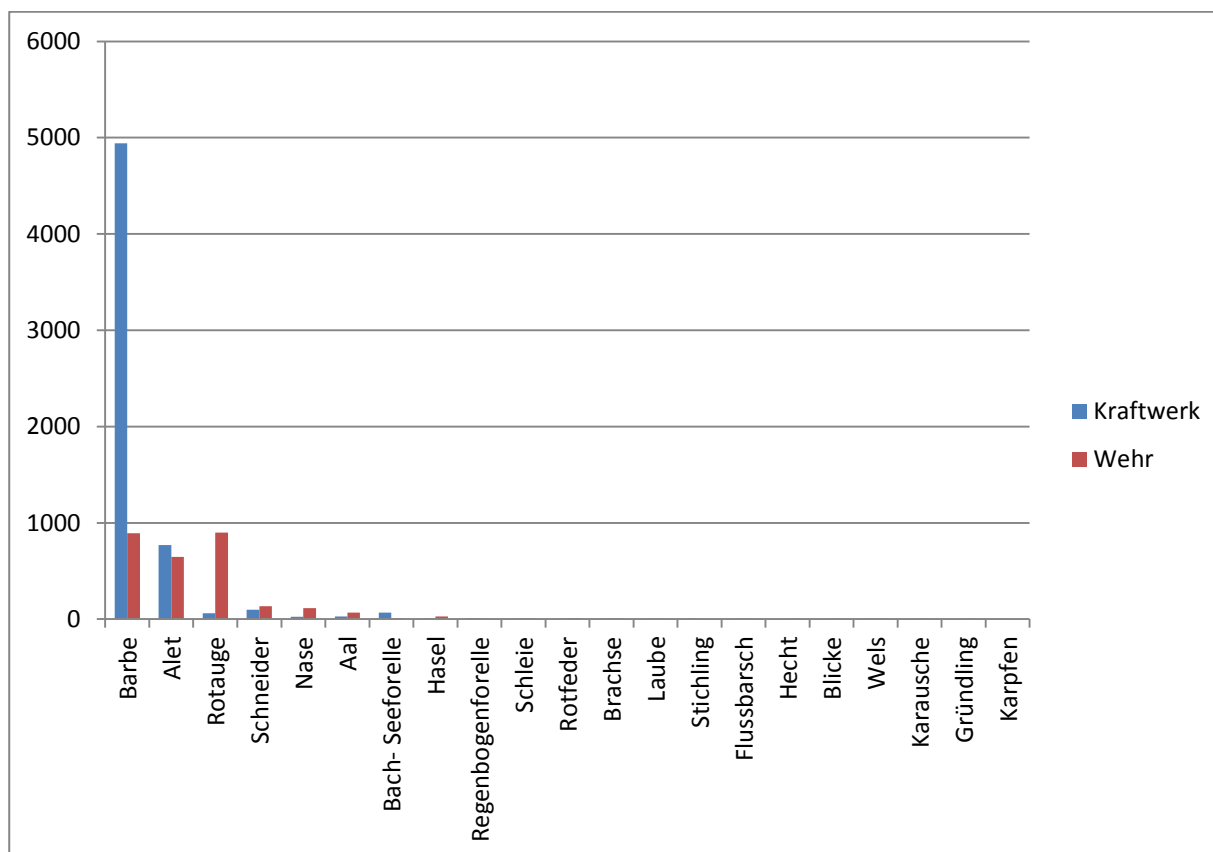
Weiterhin wurde geprüft, ob eine Nachbesserung/Nachrüstung der bestehenden FAA auf der linken Seite machbar und sinnvoll ist. Da die Abwicklungslänge der alten FAA zu kurz, das Gefälle zu hoch und die Beckengrößen zu gering sind, lassen sich die wesentlichen Limitierungen der Anlage durch Nachrüstung im Bereich der bestehenden Trasse nicht beheben.

### **3.3 Bewertung der Untersuchungen zum Fischaufstieg in den Bestandsanlagen**

Beide FAA Anlagen am Kraftwerk Reckingen wurden und werden im Rahmen der koordinierten Fischaufstiegszählungen am Hochrhein zusammen mit 14 weiteren FAA an zehn Stauanlagen am Hochrhein zwischen Schaffhausen und Birsfelden seit 1985 im Abstand von ca. 10 Jahren untersucht. Die koordinierten Fischzählungen fanden in den Jahren 1985, 1995, 2005 statt und wurden aktuell erneut zwischen April 2016 bis März 2017 durchgeführt. Bei jeder Untersuchungskampagne wurden innerhalb der jeweiligen Zählperiode die aufsteigenden Fische täglich in Kontrollreusen erfasst. Im gerade abgeschlossenen aktuellen Zählungsjahr wurden an den beiden FAA in Reckingen zwischen April 2016 und März 2017 insgesamt 8.884 Fische gezählt (Tab. 1). In der FAA auf der Kraftwerksseite (Maschinenhaus) wurden 6.035 aufsteigende Fische festgestellt, dabei dominierten Barben mit ca. 82 %. Auf der Wehrseite waren es 2849 Fische. Dort dominierten Rotaugen mit ca. 32 %.

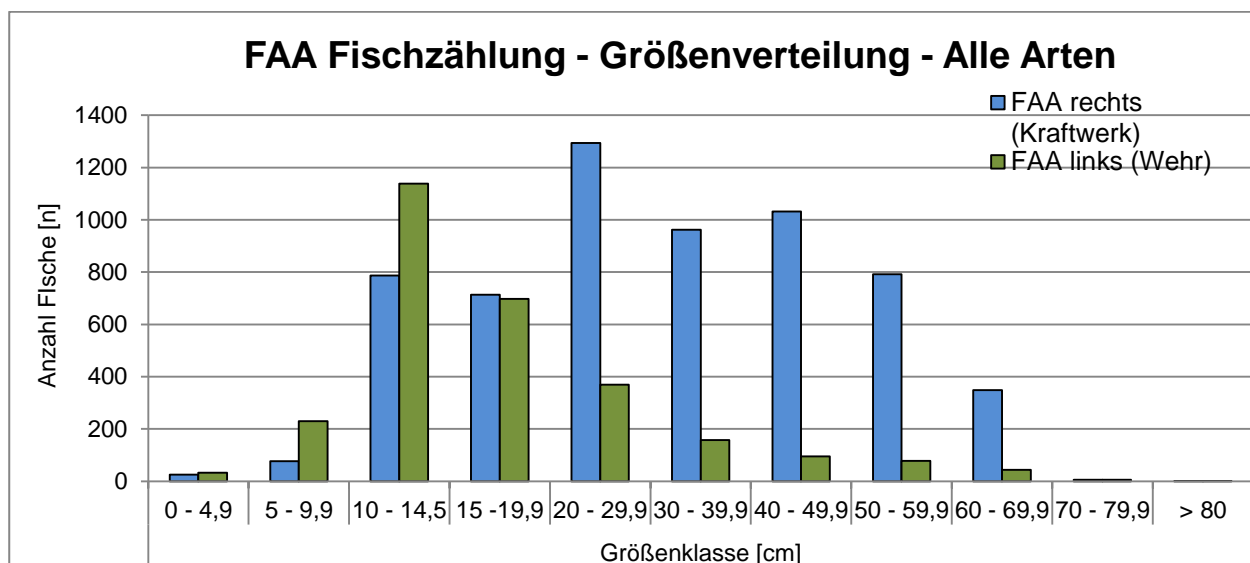
**Tab. 1:** Koordinierte Fischaufstiegszählung Hochrhein 2016/2017, Zählergebnis am Standort KW Reckingen

<b>Fischart</b>	<b>Anzahl MH [n]</b>	<b>Anzahl Wehr [n]</b>	<b>Gesamt [n]</b>
Barbe	4942	892	5834
Alet, Döbel	768	648	1416
Rotaugen	62	900	962
Schneider	98	133	231
Nase	25	115	140
Aal	29	69	98
Bach- Seeforelle	67	9	76
Hasel	7	29	36
Regenbogenforelle	10	6	16
Schleie	6	9	15
Rotfeder	2	10	12
Brachse	3	8	11
Laube	3	6	9
Stichling	7		7
Flussbarsch	4	2	6
Hecht		6	6
Blicke		3	3
Wels	1	1	2
Karausche		2	2
Gründling		1	1
Karpfen	1		1
<b>Gesamt</b>	<b>6035</b>	<b>2849</b>	<b>8884</b>



**Abb. 8:** Zählergebnis in Reckingen aufgeteilt nach Fischarten und nach Aufstiegsanlage (Kraftwerk/Maschinenhaus und Wehr)

Beide FAA am Standort Reckingen wirken arten- und größenselektiv (Abb. 8, Abb. 9). Im rechtsseitigen Beckenpass am Kraftwerk/Maschinenhaus werden fast ausschließlich Barben und andere sehr schwimmstarke Fischarten festgestellt. Weiterhin dominieren dort große schwimmstarke Exemplare vor allem der Barbe die Aufstiegszahlen. 73 % der Aufsteiger auf der rechten Seite (Maschinenhaus) waren größer als 20 cm (Totallänge). In der FAA auf der linken Seite waren hingegen nur 26 % größer als 20 cm. 74 % aller Aufsteiger waren dort kleiner 20 cm.



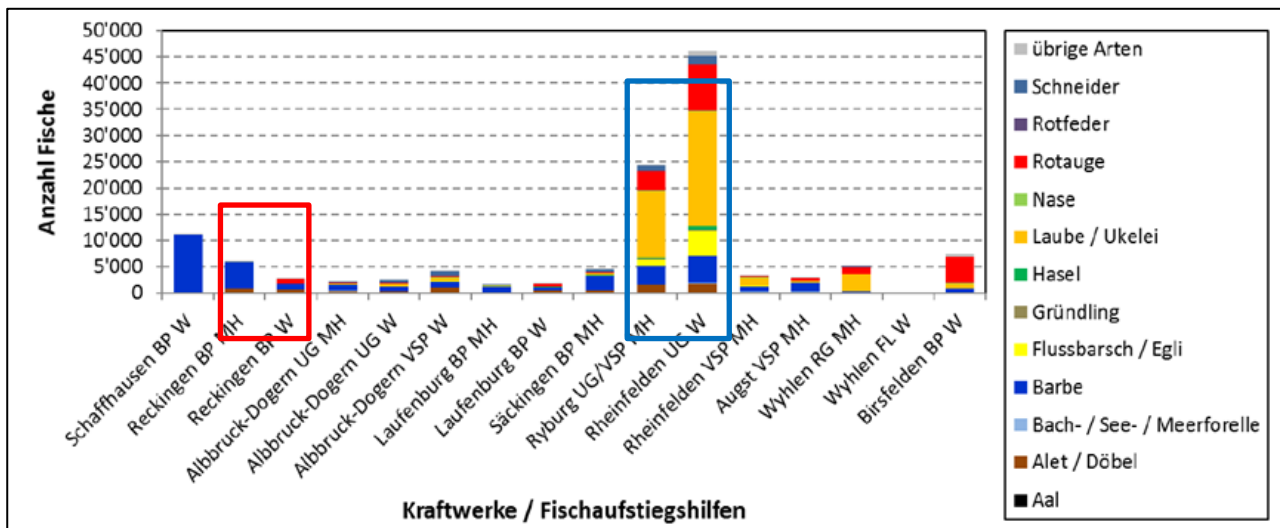
**Abb. 9:** Zählergebnis in Reckingen aufgeteilt nach Größenklassen und nach Aufstiegsanlage (Kraftwerk/Maschinenhaus und Wehr)

Diese Größen- und Artenselektivität liegt an den sehr hohen Fließgeschwindigkeiten am Einstieg der FAA auf der rechten Seite nahe der Turbinenauslässe, welche nur von schwimmleistungsstarken Arten und meist nur von größeren Exemplaren derselben bewältigt werden können. In der linksseitigen FAA am Wehr, welche an den überwiegenden Zeiten des Jahres außerhalb des Hauptabflusses und damit der Hauptwanderwege der strömungsorientierten Rheinfische liegt, dominieren Arten wie Rotaugen und Döbel und andere strömungsindifferente Arten sowie kleine, juvenile und eher schwimmschwächere Exemplare rheophiler Arten ( juvenile Barben). Insofern ist die Funktionsfähigkeit der bestehenden Fischaufstiegsanlagen am Standort Reckingen zusammenfassend wie folgt einzustufen:

FAA Kraftwerk (Maschinenhaus)  
 FAA Wehr

Funktionsfähigkeit stark eingeschränkt  
 Funktionsfähigkeit sehr stark eingeschränkt

Das vorläufige Endergebnis für die gesamten Hochrhein-zählungen an allen beprobten Anlagen zeigt, dass in der bestehenden FAA am Maschinenhaus in Reckingen in der laufenden Zählkampagne das höchste Zählergebnis aller konventionellen „alten“ Maschinenhaus Beckenpass-Anlagen am Hochrhein erreicht wurde (Abb. 10, roter Kasten). Alleine das im Jahr 2015 neu in Betrieb gegangene Umgehungsgewässer/Schlitzpass-System am KW Ryburg-Schwörstadt zeigte ein besseres Zählergebnis (Abb. 10: erster Balken im blauen Kasten). Im Vergleich der konventionellen Beckenpassanlagen auf der Wehrseite lag die Anlage in Reckingen unter dem Durchschnitt.



**Abb. 10:** Koordinierte Fischaufstiegszählungen am Hochrhein: April 2016 bis März 2017, Roter Kasten: Zählergebnisse Reckingen, blauer Kasten: Zählergebnisse in den neuen, „nicht technischen“ FAA in Rheinfelden und Ryburg; MH=FAA Maschinenhaus (Kraftwerksseite); W=FAA Wehrseite, BP=Beckenpass, UG=Umgebungsgewässer, VSP=Vertical-Schlitzpass, RG= Raugerinne-Beckenpass, FL= Fischlift (aus: Guthruf (2017))

Insgesamt wurde in der Zähl-Kampagne 2016/2017 auch in der bestehenden FAA auf der linken Rheinseite (CH) ein, wenn auch deutlich geringerer als rechtsseitig (FAA DE), so doch nennenswerter Fischaufstieg beobachtet. Dabei ist allerdings zu beachten, dass dort schwimmschwächere indifferente Arten wie Rotaugen und Döbel dominierten oder leistungsschwache juvenile Individuen von rheophilen Arten (Barbe) sowie Kleinfische. Der Arten- und Größenvergleich zwischen den Aufstiegszahlen in der rechtsseitigen (FAA DE) und der linksseitigen FAA (FAA CH) am Standort Reckingen sowie die Ergebnisse der hydroakustischen Untersuchungen zum Fischaufstieg und begleitende Beobachtungen (Anlage D 7.05.2) lassen hierzu folgende Schlussfolgerungen zu:

- Linksseitig werden überwiegend kleine/juvenile Fische von strömungsindifferenten oder stillwasserliebenden Arten mit mittlerer bis geringer Schwimmleistung festgestellt. Diese Fische könnten, selbst wenn sie wanderstimmig und hauptströmungsorientiert sind und primär am Rande der Hauptströmung (rechtsseitig) aufgewandert sind, bis zum sehr rasch angeströmten Einstiegsbereich der FAA DE auf der rechten Seite mangels Leistungsstärke nicht vordringen.
- Rechtsseitig steigen überwiegend strömungsliebende große Fische mit hoher Schwimmleistung auf. Diese Fische sind wanderstimmig und leistungsstark und erreichen hauptströmungsorientiert den Einstieg der bestehenden FAA sehr gut.
- Die Zahl der „Aufsteiger“ in der linksseitigen FAA setzt sich allen Erkenntnissen nach zum Großteil zusammen

- aus jenen Individuen, die sich mehr oder weniger zufällig im Stillwasserbereich unterhalb des Wehres aufhalten und in die FAA CH gelegentlich ein- und ausschwimmen bzw. diese gelegentlich durchwandern (siehe Hydroakustische Untersuchungen Anlage D 7.05.2 Fischaufstieg Unterwasser) und
- aus aufstiegswilligen Individuen, die auf der rechten Flussseite mangels ausreichender Schwimmleistung nicht weiter gekommen sind und auf der Suche nach einem Weg flussaufwärts auf die linke Flussseite hinüber gewechselt sind.
- Für den Fall, dass auf der rechten Flussseite eine neue FAA nach Variante V1 (A3) erstellt wird, können alle aufstiegswilligen Fische unabhängig von ihrer Schwimmleistung einen der drei Einstiege dort erreichen, so dass die überwiegende Zahl aller wanderstimmigen Fische aller Wahrscheinlichkeit nach zukünftig nach Realisierung der neuen FAA DE diesen Wanderweg nutzen wird.



## 4. Gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung der Varianten V1 bis V5

Zur Beurteilung der ökologischen Wirkung der geplanten Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk Reckingen werden folgende Kriteriengruppen betrachtet:

**Tab. 2:** Kriterien für die gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung

	Kriteriengruppe	Gewichtung [gesamt 100%]	Kriterium
<b>A</b>	Auffindbarkeit der FAA	50 %	Positionierung der Einstiege, Leitströmung, Erreichbarkeit bei Q30/Q330
<b>B</b>	Passierbarkeit der FAA	30 %	Fehleranfälligkeiten Anzahl Umlenkungen <sup>1</sup> Wechsel im Bautyp innerhalb der FAA
<b>C</b>	Ökologische Effektivität	10 %	Artenselektivität Größenselektivität Normierte Aufstiegszahl be- zogen auf die Gewässergrö- ße/Abflussmenge, Akkumulationseffekte im Un- terwasser
<b>D</b>	Betrieblicher Unterhalt	10 %	Geschwemmseleintrag Verlandung Zugänglichkeit Technische Einrichtungen

Mit der Kriteriengruppe „ökologische Effektivität“ wird ein Maß für die Erreichung der guten ökologischen Durchgängigkeit bezogen auf den Gesamtstandort KW Reckingen abgebildet. Grundlage dieses Parameters sind prognostizierte Funktionskriterien, wie sie in Anlehnung an EBEL et al. (2006) und GUTHRUF, J. & DÖNNI, W. (2014) seitens BNGF für die Untersuchung der Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsanlage am KW Reckingen entwickelt wurden (siehe Anlage D10.02 - Funktions-/Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk Reckingen – Monitoringkonzept Monitoringkonzept):

- a) Artenselektivität
- b) Größenselektivität
- c) Aufstiegszahl

<sup>1</sup> Hinweis: Umlenkungen und Kehren sind bei Einsatz/anwendung aktueller etho-hydraulischer Planungskriterien/-methoden nicht notwendigerweise als nachteilig zu bewerten

d) Aufstiegsdauer

Die Gewichtung der einzelnen Kriteriengruppen/Parameter entspricht der Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des Fischaufstiegs.

Die nachfolgende Bewertung der Varianten stellt eine rein qualitative Expertenabschätzung dar, bei der u.a. die detaillierten Betrachtungen der Variantenuntersuchung vom Oktober 2017 und damit auch die Ergebnisse der 3D-numerischen Simulation Berücksichtigung fanden.

Für die ökologische Bewertung der Varianten wird ein Punktesystem von 0 bis 5 Punkten, analog zur Bewertung im Variantenvergleich von Oktober 2016 herangezogen, wobei 0 die schlechteste und 5 die beste Bewertung darstellt.

Die Kriteriengruppen „Auffindbarkeit“, „Passierbarkeit“ und „ökologische Effizienz“ beziehen sich auf den Gesamtstandort, für den eine zusammenfassende Bewertung der jeweiligen Fischaufstiegsanlagen vorgenommen wird. Bei den Kriterien „Auffindbarkeit“ und „ökologische Effizienz“ wurde im Rahmen der Expertenabschätzung eine gewichtete Einstufung, unter kumulativer Berücksichtigung der „Qualitäten“ der einzelnen Anlagen/Einstiege für den Gesamtstandort vorgenommen.

Der Parameter „Passierbarkeit“ wurde ebenfalls auf den Gesamtstandort bezogen. Hierbei ist es allerdings so, dass für die Subvariante A3 eine umfassende Passierbarkeit sowohl für gute wie für schlechte Schwimmer, für große und kleine Fische und damit für alle relevanten Fischarten anzunehmen ist. Auch für solche Fischarten, die auf Grund ihres Verhaltens rein technische FAA nicht oder nicht gerne annehmen, bietet A3 auf Grund der naturnahen Raugerinneform<sup>2</sup> ausgehend vom Einstieg E2 eine gute Passierbarkeit. Für diese Fischarten aber können die rein technischen Anlagen der Subvarianten B und C selektiv wirken, was eine schlechtere Bewertung der Passierbarkeit dieser Subvarianten nach sich ziehen würde. Da bei allen 5 untersuchten Varianten V1 bis V5 die Subvariante A3 enthalten ist, wurde deren Bestwert der Passierbarkeit für alle Varianten übernommen. Anders als bei der Auffindbarkeit wurden aber die zusätzlichen Aufstiegsstränge nicht additiv und damit zusätzlich positiv bewertet. Nach unserer fachlichen Einschätzung kann der Vorteil einer möglichen Erhöhung der Gesamtaufstiegsszahl durch Subvarianten B und C den vorgenannten Nachteil einer möglichen Artenselektivität der technischen Subvarianten nicht ausgleichen.

Der „betriebliche Unterhalt“ ist im eigentlichen Sinne kein gewässerökologischer Themenbereich. Nichtsdestotrotz ist der betriebliche Unterhalt für die Funktionalität der FAH wichtig und fließt deshalb ebenfalls in die Bewertung ein, wobei er im Vergleich zu den anderen drei Kriteriengruppen weniger stark gewichtet wird. Unterhalt kann grundsätzlich als Reaktion auf einen Miss-

---

<sup>2</sup> Planungsanforderung seitens Herrn Weiser, Fischereireferent RPF

stand/Störung hin verstanden werden, entsprechend muss damit gerechnet werden, dass bei häufigerem Unterhaltsbedarf die Funktionalität der FAH auch weniger häufig einwandfrei gegeben ist. Beim Unterhalt schneidet das störanfälligere System (B3c) mit Fischaufzug und Schlitzpass der Variante 2, das zudem im Trennpfeiler eine erschwerte Zugänglichkeit und Überwachbarkeit aufweist, am schlechten ab. V4, welche die durchschnittlich bewertete Variante A3 und die seit Jahrzehnten erprobte und nachweislich wenig Unterhalts-intensive Subvariante C1 enthält, erhält den besten Wert. Bei der Kriteriengruppe „betrieblicher Unterhalt“ wurden die jeweiligen Fischaufstiege einzeln bewertet. Die Variante erhält dann den Mittelwert als Gesamturteil in der entsprechenden Kriteriengruppe. Die Tab. 3 zeigt die Ergebnisse der ökologischen Bewertung auf Basis der detaillierten Bewertung in Anhang 1.

**Tab. 3:** Gewässerökologische und ethohydraulische Bewertung der Varianten V1 bis V5 (detaillierte Beschreibungen zu den Parametern siehe Variantenuntersuchung vom Oktober 2016)

<b>Kriteriengruppe</b>	<b>Variante V1</b> Fischaufstieg am rechten Ufer (A3)	<b>Variante V2</b> Fischaufstieg am rechten Ufer und im Trennpfeiler (A3 + B3c)	<b>Variante V3</b> Fischaufstieg am rechten und linken Ufer und am Trennpfeiler (A3+B3c+C2a)	<b>Variante V4</b> Fischaufstieg am rechten Ufer und Wei- terbetrieb best. FAA am linken Ufer (A3 + C1)	<b>Variante V5</b> Fischaufstieg am rechten Ufer und linken Ufer (A3 + C2a)
Auffindbarkeit (50%)*	2,25	2,35	2,5	2,3	2,40
Passierbarkeit (30%)**	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Ökologische Effizienz (10%)*	0,40	0,47	0,50	0,45	0,46
Unterhalt (10%***)	0,30	0,20	0,27	0,38	0,35
Gesamtpunktzahl	<b>4,15</b>	<b>4,22</b>	<b>4,47</b>	<b>4,33</b>	<b>4,41</b>
Gesamt % von 5 Punkten	83,00	84,40	89,40	86,60	88,20
Ranking	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Erläuterung:

\* Bezug Gesamtstandort: Gemeinsame gewichtete Bewertung aller FAA am Standort

\*\*Bezug Gesamtstandort: Die Passierbarkeit wird anhand des Bestwertes der einzelnen Anlagen/Aufstiegsstränge festgesetzt und damit durch die Subvariante A3 für den Gesamtstandort bestimmt

\*\*\*Bezug Einzel-FAA: Bewertung für die Einzel-FAA und Mittelwertbildung aus den Einzelbewertungen

Zur Herstellung des Fischaufstiegs am Rheinkraftwerk Reckingen im Sinne einer guten ökologischen Durchgängigkeit sind die Abflusssituationen zwischen den Abflüssen Q30 und Q330 zu betrachten. Da der gesamte Rheinabfluss an ca. 300 Tagen im Regeljahr durch die beiden Turbinen des Kraftwerks fließt, werden auch der oder die Wanderkorridore der Fische im Unterwasser

überwiegend durch den Abfluss aus dem Kraftwerk bestimmt. Dies wurde durch die Untersuchungen und Modellierungen: Anlage D12 - Variantenuntersuchung zur Herstellung der Durchgängigkeit und Anlage D8.16 - 3D-Numerische Simulationen FAA Reckingen nachgewiesen. Daraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit zur Herstellung eines Fischaufstiegs am rechten Rheinufer mit den Einstiegen E1 bis E3 der **Variante V1**. Auf Grund der drei Einstiege bzw. deren Mündungsposition im Bereich der Hauptwanderkorridore und insbesondere an den „Sowieso-Ankunftsstellen“ der aufwandernden Fische ist von der Variante V1 eine umfassende ökologische Effizienz, eine sehr gute Auffindbarkeit und Passierbarkeit zu erwarten. Im Hinblick auf die Auffindbarkeit kann durch V1 mit den drei Einstiegen voraussichtlich bereits ein sehr hoher Anteil des Möglichen aus folgenden Gründen erreicht werden:

- E1: sehr gute Erfassung der streng rheophilen Arten (Barbe, Nase, Forelle, Äsche) insbesondere der sehr schwimmstarken großen Individuen (Laichfische), die in oder am Rande der rechtsseitig gelegenen Hauptströmung aufwandern und die sehr starke Strömung direkt unterhalb des Turbinenausstroms bis zur Position von E1 bewältigen können
- E2: sehr gute Erfassung der schwimmschwächeren indifferenten Arten bzw. der kleineren Individuen aller Arten, welche zwischen dem rechten Rand der Hauptströmung und dem strömungsberuhigten Ufer aufwandern und den flussaufwärts von E2 liegenden Bereich wegen der dort sehr hohen Fließgeschwindigkeiten nicht mehr überwinden können
- E2: sehr gute Erfassung der rheophilen und indifferenten Fische, die in der Mitte und am linken Rand der Hauptströmung aufwandern und die Einstiege E1 und E2 „verpassen“.

Trotz des 5. Rangs in der Gesamtbewertung liegt V1 im ökologischen Wert sehr nahe bei den anderen Varianten, erreicht rund 93 % der ökologisch am höchsten eingestuften Variante 3 bzw. 83 % des Optimums von 5 Punkten.

Durch die **Variante V2**, einer Kombination aus der FAA am rechten Ufer gemäß Variante V1 und einer FAA im Trennpfeiler nach Subvariante B3c wird eine geringe Verbesserung der Auffindbarkeit erreicht, da zusätzlich weitere zwei Einstiegsmöglichkeiten angeboten werden, die allerdings aus o.g. Gründen nicht mit Sohlbindungen ausgestattet werden können. Damit einher geht auch eine etwas erhöhte Effizienz für die Auswanderung der gesamten autochthonen Fischfauna. Denn auch bei reinem Kraftwerksbetrieb, wenn kein Wasser über die Wehranlage abgegeben wird, gelangen die Fische, die entlang des linken Randes des Kraftwerksabstroms aufwärts schwimmen, je nach Schwimmvermögen an das Ende des Trennpfeilers mit den Einstiegen E4 und E5 (diese Fische können aber prinzipiell auch durch E3 von V1 abgegriffen werden). Hinsichtlich der Passierbarkeit führt der intermittierende Betrieb des Fischaufzugs im Trennpfeiler zu einer gegenüber Variante V1 und die mögliche Artenselektivität (rein technische Anlage) zu Abschlügen, welche durch die zusätzliche Aufstiegszahlen nicht kompensiert werden. Die erhöhte Störanfälligkeit durch die komplexeren technischen Einrichtungen des Fischaufzugs einschließlich der Spülpumpe, die erschwerte Zugänglichkeit und Überwachbarkeit ist Grund für die ungünstigere Bewertung in der Kriteriengruppe „betrieblicher Unterhalt“ und damit auch für Rang 4 in der ökologischen Gesamtbewertung (94,4 % von V3, 84,4 % von 5 Punkten).

Bei der **Variante V3** wird neben dem Fischaufstieg am rechten Ufer und im Trennpfeiler auch noch ein zusätzlicher neuer Fischaufstieg am linken Rheinufer vorgesehen. Bei dieser Kombination ergibt sich zwar mit insgesamt sechs Einstiegsmöglichkeiten im Vergleich die beste Lösung in Bezug auf die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage. Aber ein nennenswerter Wanderkorridor für aufwärts orientierte wanderstimmige Fische im Fluss, der zum Wehr hin gerichtet ist, besteht grundsätzlich nur zu Zeiten des Wehrüberfalls und auch nur dann, wenn der Wehrüberfall gezielt gesteuert wird. Auch bei gesteuertem Wehrüberfall ist aber im relevanten Abflussbereich zwischen Q30 und Q330 immer noch eine stärkere konkurrierende Strömung von den Turbinen her gegeben und damit ein dominanter Wanderkorridor zum Kraftwerk hin. Beim Abfluss Q330 werden zwar rund 100 m<sup>3</sup>/s über die Wehranlage abgegeben, aber der Abfluss aus dem Kraftwerk dominiert mit bis zu 600 m<sup>3</sup>/s noch deutlich die Strömungssituation im Unterwasser. Erst wenn der Wehrüberfall von der Abflussmenge her sich dem Turbinenabfluss annähert, würde sich die Verteilungstendenz der Fischaufwanderung zum Wehr hin theoretisch verbessern. Passierbarkeit und betrieblicher Unterhalt müssen wegen des Fischaufzugs im Trennpfeiler im Vergleich zu Variante V1 ungünstiger eingestuft werden, bzw. können sich analog zu V2 nicht verbessern. Bei den Kriterien Auffindbarkeit und ökologische Effizienz erreicht Variante V3 mit den insgesamt 6 Einstiegen die beste Benotung und damit Rang 1 in der Gesamtschau (89,4 % von 5 Punkten).

Als weiterer Ansatz wird die **Variante V4** betrachtet, welche die Herstellung und den Betrieb der FAA am rechten Ufer nach Variante V1, wie bei allen Varianten, vorsieht. Gleichzeitig soll der Betrieb des bestehenden Beckenpasses am linken Ufer beibehalten werden (Subvariante C1). Hinsichtlich Auffindbarkeit und ökologische Effizienz schneidet Variante V4 infolge des zusätzlichen Einstiegs am linken Ufer geringfügig besser als V1 ab. Trotz der deutlich schlechteren Passierbarkeit, welche auf die Defizite der alten Anlage zurückgeht, wird diese Variante aus ökologischer Sicht insgesamt als drittbeste Lösung für den Fischaufstieg in Reckingen bewertet. V4 erreicht knapp 97 % von V3, die ökologisch am höchsten bewertet ist und 86,6 % des Optimalwerts von 5 Punkten.

Bei **Variante V5** wird gegenüber V4 auch am linken Ufer ein Neubau eines Fischaufstiegs (Subvariante C2a-neu) vorgesehen. Dadurch verbessert sich die ökologische Bewertung gegenüber V4 deutlich. Da Auffindbarkeit und ökologische Effizienz nicht ganz die Spitzenwerte der Variante V3 aufweisen, wird Variante V5 ökologisch als zweitbeste Lösung angesehen. V5 liegt in der ökologischen Bewertung bei knapp 99 % der ökologisch am höchsten eingestuften V3 und bei 88,2 % des Optimalwerts von 5 Punkten.

**Insgesamt stellt bei rein ökologischer Betrachtung Variante V3 die beste Lösung dar. Bei dem ökologischen Ranking ist aber zu beachten, dass mit der Variante V1 auf der ökologischen Bewertungsskala bereits ein sehr hohes Niveau (83 % des Optimums und 93% des Werts der Variante V3) erreicht wird und mit den Ergänzungen der Varianten V2 bis V5 nach Lage der Dinge nur relativ geringe ökologische Aufwertungen/Mehrwerte erzielt werden können.**

## 5. Kostenschätzung

Zur Beurteilung des Kosten-Nutzen-Verhältnis der verschiedenen Varianten werden die gesamten anrechenbaren Kosten gemäß der Vollzugshilfe „Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Maßnahmen“ BAFU 2016 ermittelt.

### 5.1 Anlagenkosten

Diese setzen sich zusammen aus den Planungs- und Projektierungskosten, den direkten Baukosten einschließlich der Kosten für Steuertechnik sowie den Baunebenkosten (inkl. CHF 30'000 für Begleitung Verfahren, Antragstellung an BAFU, usw.). Da die Anlagen aller Varianten auf dem Grund der RKR errichtet werden würden, fallen keine Grunderwerbskosten an. Zu den einmaligen Kostenelementen gehören noch die Ausfallkosten, die durch den Bau und Inbetriebnahme der jeweiligen FAA entstehen sowie die Kosten der Wirkungskontrolle/Monitoring.

Nachstehende Tab. 4 gibt eine Übersicht über die Hauptpositionen der Anlagenkosten in Mio € bzw. in Mio CHF. Eine detaillierte Aufstellung enthält Anhang 2.

**Tab. 4:** Übersicht Anlagenkosten der Varianten V1 – V5

Pos.	Kostenkomponente	V1	V2	V3	V4	V5
1.1	Planungs- und Projektierungskosten	0,963	1,326	1,743	0,963	1,380
1.2	Grunderwerbskosten	entfällt				
1.3	Baukosten	5,989	8,049	10,414	5,989	8,354
1.4	Baunebenkosten	0,329	0,433	0,547	0,329	0,443
1.5	Ausfallkosten	1,886	2,219	2,219	1,886	1,886
1.6	Kosten zweijährige Wirkungskontrolle (siehe Anhang 4)	0,715	0,870	0,980	0,825	0,825
<b>Gesamt Mio [€]</b>		<b>9,882</b>	<b>12,897</b>	<b>15,903</b>	<b>9,992</b>	<b>12,888</b>
<b>Gesamt Mio [CHF]</b>		<b>10,574</b>	<b>13,800</b>	<b>17,016</b>	<b>10,691</b>	<b>13,790</b>

Bei den Ausfallkosten wurden die jeweiligen baubedingten Erzeugungsausfälle mit 30 €/MWh bewertet.

## 5.2 Produktionsverluste

Die Produktionsverluste in kWh/a aufgrund der Minderproduktion in einem Durchschnittsjahr sind abhängig von der Basis- und Zusatzdotation für die jeweiligen Fischaufstiegsanlagen:

**Tab. 5:** Übersicht Abflüsse der FAA und Brutto-Erzeugungsverluste

Variante Parameter	V1	V2	V3	V4	V5
Basisdotation bei Q30 [m³/s]	3,5	4,5	5,0	3,94	4,0
Gesamtdotation bei Q330 [m³/s]	8,0	10,0	12,0	8,44	10,0
Anteil Gesamtdotation FAA bei Q330 Am maximalen Ausbaudurchfluss $Q_{A_{\max}}$ von 600 m³/s [%]	1,33	1,67	2,00	1,41	1,67
Brutto-Erzeugungsverlust [kWh/a]	3.397.425	4.301.418	5.205.411	3.682.619	4.301.418
Erzeugungsverlust bezogen auf die Jahreserzeugung ohne FAA [%]	1,08	1,37	1,65	1,17	1,37
Bruttoerzeugungsverlust in 40 Jahren [Mio €] Basis 30 €/MWh (ohne Preis- gleitung)	4,077	5,162	6,246	4,419	5,162
Bruttoerzeugungsverlust in 40 Jahren [Mio CHF] Basis 30 €/MWh (ohne Preisgleitung)	4,362	5,523	6,684	4,728	5,523

Die monetären Produktionsverluste wurden über 40 Jahre (Betrachtungszeitraum gemäß EnV) hochgerechnet. Die Differenz zwischen der ökonomisch günstigsten Variante V1 und der ungünstigsten V3 liegt im Betrachtungszeitraum bei rund zwei Millionen CHF.

## 5.3 Unterhalts- und Instandhaltungskosten

Unterhalts- und Instandhaltungskosten sind vollumfänglich durch RKR zu tragen. Hinsichtlich ihres möglichen Einflusses auf die Bewertung der Varianten V1 bis V5 gilt grundsätzlich analog zu den Erlöseinbußen, dass die allen Varianten zugrundeliegende Variante V1 den Hauptteil des Instandhaltungsaufwands verursachen wird.

Voraussichtliche Kosten pro Jahr für Variante V1:

Monatliche Kontrolle: 1,0 AT/Mon * 500 €/AT	6.000 €
Wartung Schieber: (10 Anlagen)+Steuerung	2.000 €

<u>Mehraufwand bei V2:</u> Fischlift+Spülpumpe	2.500 €/a
<u>Mehraufwand bei V3:</u>	3.000 €/a
<u>Mehraufwand bei V4:</u>	entfällt
<u>Mehraufwand bei V5:</u>	1.000 €/a.

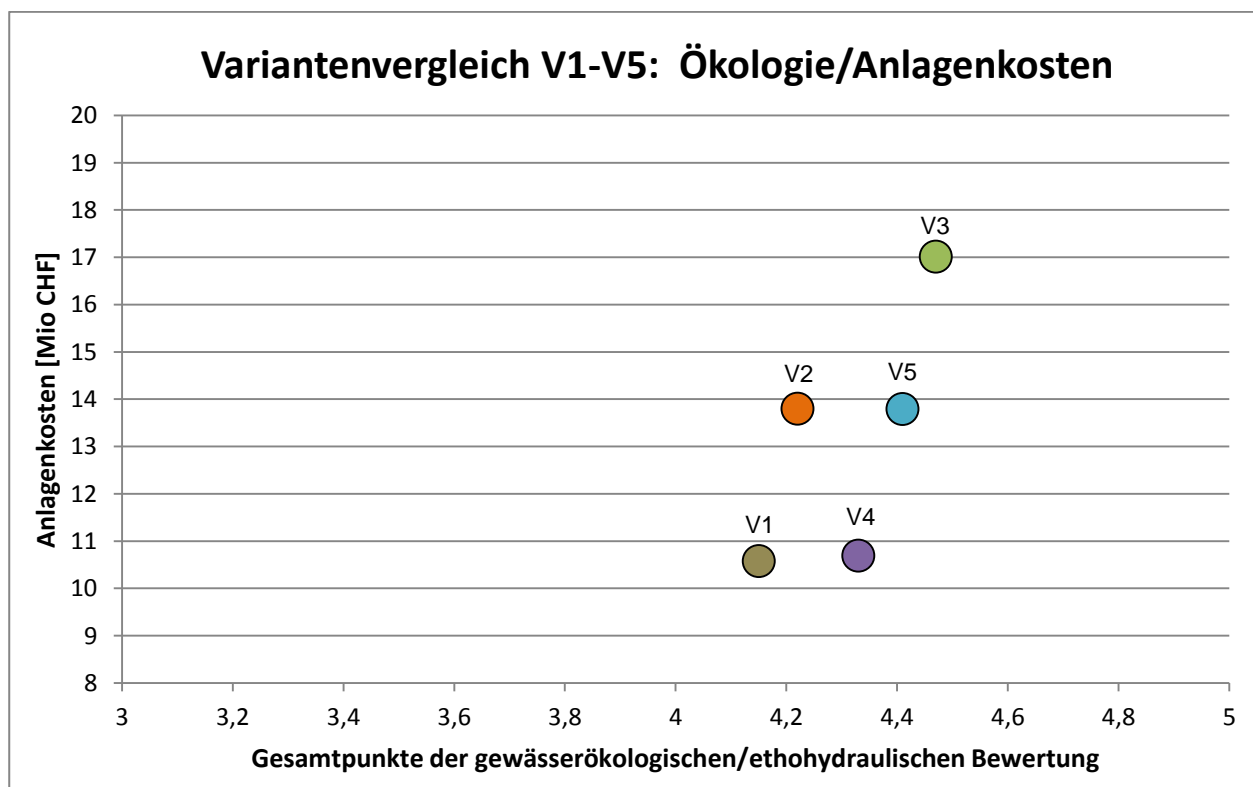


## 6. Empfehlung Bestvariante

Gemäß der gewässerökologischen/ethohydraulischen Bewertung im Kap. 4 zeigen alle fünf Varianten einen hohen ökologischen Nutzen in einem engen Fenster zwischen 4,15 und 4,47 Punkten von maximal 5,0 Punkten. Die Varianten V3 und V5 versprechen zwar den größten ökologischen Nutzen, bieten aber nur einen vergleichsweise geringen ökologischen „Mehrwert“ gegenüber der Variante V1. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse im Variantenvergleich von Oktober 2016 kann für die Variante V1 (Subvariante A3) mit

- drei Einstiegen am rechten Rhein-Ufer,
- einem kurzen Schlitzpass und
- einem Umgehungsgerinne, das in seiner teilweisen Ausformung als naturnah gestaltetes Raugerinne und als Bachlauf Mehrfachfunktion als FAA und Fließgewässerlebensraum erfüllt,

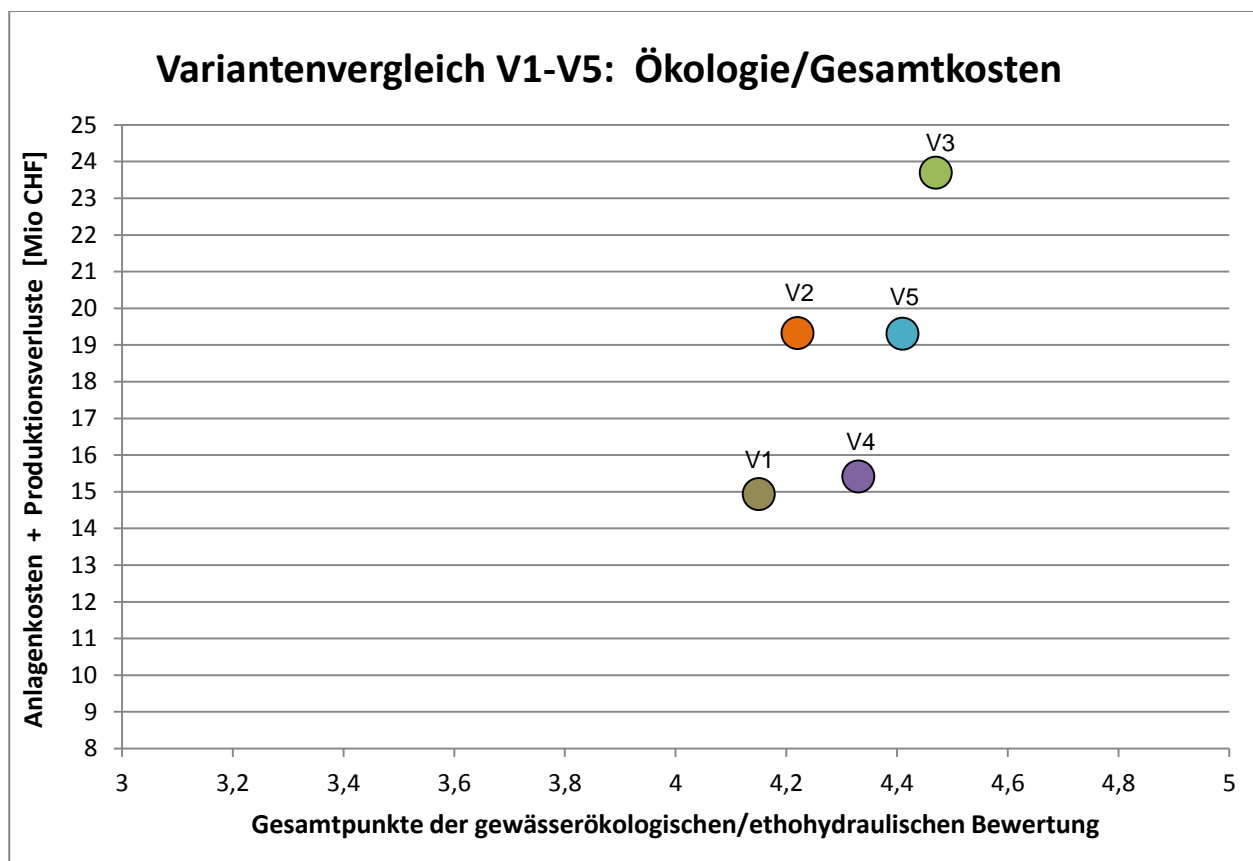
bereits eine sehr weitreichende Effizienz hinsichtlich der wesentlichen fischökologischen Parameter bzw. im Hinblick auf die Herstellung der guten ökologischen Durchgängigkeit erwartet werden.



**Abb. 11:** Graphische Darstellung der gewässerökologischen / ethohydraulischen Bewertung und der Anlagenkosten der untersuchten Varianten.

Unter Betrachtung der ermittelten Anlagenkosten ist Variante V5 eine Kompromisslösung zwischen V1 und V3. Die Anlagen-Mehrkosten der Variante V5 von ca. 3,2 Mio CHF gegenüber der Variante V1 stehen aus heutiger Sicht allerdings in keinem angemessenen Verhältnis zum voraussichtlich eher geringen ökologischen Mehrwert (V1 erreicht bereits rund 94 % des ökologischen Wertes von V5).

Die Anteile der FAA-Gesamtdotationen am Ausbaudurchfluss des Kraftwerks ( $Q_{A-max}: 600 \text{ m}^3/\text{s}$ ) reichen gemäß Tab. 5 von 1,33 % (V1), über 1,44 % (V4), 1,67 % (V2 u. V5) bis 2 % bei V3.



**Abb. 12:** Graphische Darstellung der gewässerökologischen / ethohydraulischen Bewertung und der Anlagenkosten + 40-jährige Produktionsverluste der untersuchten Varianten.

Tab. 6 und Abb. 12 zeigen die Kostendifferenzen zwischen den einzelnen Varianten bei zusätzlicher Berücksichtigung der Bruttoerzeugungsverluste (Gesamtkosten) über 40 Jahre.

**Tab. 6:** Differenz der Gesamtkosten (Anlagenkosten + Bruttoerzeugungsverluste über 40 Jahre) von einzelnen relevanten Varianten

Varianten - Gesamtkostendifferenz	V3 – V1	V5 – V1	V3 – V4	V5 – V4	V4 – V1
Differenz der Gesamtkosten (Anlagenkosten + Produktionsverluste) zwischen Varianten [Mio CHF]	8,8	4,4	8,3	3,9	0,5

Auch diese Gegenüberstellung zeigt, dass vergleichsweise geringfügiger ökologischer „Mehrwert“ von 0,32 bzw. 0,26 Punkten zwischen V1 und V3 bzw. zwischen V1 und V5 mit Gesamtmehrkosten (Anlagenkosten + Produktionsverluste) von rund 8,8 bzw. 4,4 Mio CHF erkaufte werden müssen.

Da die Frage nach dem ökologischen Mehrwert der Variante V5 derzeit nicht abschließend beantwortet werden kann, wird vorgeschlagen, für den weiteren Antrags-Prozess vorläufig die **Variante V4** als **Bestvariante** auszuwählen. Nach Realisierung der Variante V4 soll dann mittels einer umfassenden Funktions-/Wirkungskontrolle (vgl. Anlage D 10.02) entschieden werden,

- ob mit V4 eine gute ökologische Durchgängigkeit gewährleistet ist
- oder ob die Gesamteffizienz durch eine Nachbesserung der Variante V1 (A3) weiter erhöht werden muss
- oder ob der bestehende Aufstieg am linken Rheinufer durch ein Neubau von C2a-neu gemäß Variante V5 nachträglich zu ersetzen ist.

RKR geht davon aus, dass abhängig von den Ergebnissen des Monitorings auch ein Neubau gemäß Variante V (C2a-neu) zusätzlich zur empfohlenen Bestvariante gestützt auf Art. 34 EnG gleichermaßen entschädigt wird.

## 7. Ablauf und weiteres Vorgehen

Das BAFU hat zwischenzeitlich in Abstimmung mit dem Kanton Aargau eine fachliche Vorprüfung der FAA-Varianten durchgeführt und kommt mit Schreiben vom 13.07.2017 zu der Auffassung, dass die seitens der Umweltplanung und von RKR vorgeschlagene Bestvariante V4 die wesentlichen Beeinträchtigungen der Fischgängigkeit nicht beseitigen würde. Vielmehr wird seitens BAFU und Kanton Aargau die Variante V5 (Neubau FAA A3 auf der rechten und der FAA C2a-neu auf der linken Flusseite) als Bestvariante eingestuft.

Die Fachstelle für Fischerei beim Regierungspräsidium Freiburg hat mit Schreiben vom 11.09.2017 die Variante V1 (= FAA auf der rechten Flusseite gemäß Variante A3 mit drei Einstiegen) als „die wichtigste Komponente des Fischaufstiegs am Kraftwerk Reckingen“ bezeichnet, aber ebenfalls die Variante V5 als Bestvariante angesehen.

Allerdings hat das RPF Freiburg ergänzend festgestellt:

*Einer Variante V4 könnte ggf. zugestimmt werden, sofern*

- 1. das detaillierte Monitoring nicht länger als 2 Jahre dauert (2 Jahre reine Untersuchung) und im 3. Jahr der Abschlussbericht vorliegt und auch im 3. Jahr über das weitere Vorgehen entschieden wird*
- 2. das Monitoring-Design im Detail mit den Fischereibehörden abgestimmt wird und*
- 3. die abschließende Entscheidung über Nachbesserungen der Variante V1 oder den Neubau eines Fischpasses am linken Ufer ausschließlich den Fischereibehörden vorbehalten bleibt.*

Gemäß Verfügung des Bundesamtes für Energie (BFE) vom 10. Oktober 2017 wurde RKR als Vorhabensträger schließlich verpflichtet

*„1.1 den Fischaufstieg zu planen und dem BFE mit dem Konzessionserneuerungsgesuch ein Variantenstudium und mindestens ein Vorprojekt für Fischaufstiegsanlagen vorzulegen“*

und weiterhin:

*„3. Die Kraftwerk Reckingen AG hat dem BFE mit dem Konzessionserneuerungsgesuch einen Vorschlag für die Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlagen nach den Vorgaben des BAFU vorzulegen.“*

Die seitens RKR beantragte FAA-Variante wurde zwischenzeitlich auf Stufe Bauprojekt/Genehmigungsplanung ausgearbeitet (Anlage D8 – Genehmigungsplanung Fischaufstiegsanlage auf der rechten Uferseite DE) und wird im Zuge des Konzessions- und Bauprojektes für die Konzessionserneuerung den Behörden zur Baubewilligung/Planfeststellung eingereicht. Weiterhin wurde ein Vorprojekt/eine Vorplanung für eine Fischaufstiegsanlage auf der linken Uferseite erstellt

(Anlage D9 – Vorplanung FAA linke Uferseite CH) und dem Antrag zur Neukonzessionierung beigefügt. Weiterhin wurde ein detaillierter variantenübergreifender Vorschlag für eine Wirkungskontrolle ausgearbeitet (Anlage D10.02: Funktions-/Wirkungskontrolle der geplanten Fischaufstiegsanlage am Kraftwerk Reckingen – Monitoringkonzept).

### **Abschließende Bewertung**

Grundsätzlich ist mit der beantragten Sanierung der Durchgängigkeit/Fischgängigkeit flussaufwärts nach der seitens RKR favorisierten und seitens der Umweltplanung vorgeschlagenen Bestvariante V4 ein Höchstmaß an Sicherheit verbunden, dass die angestrebten Planungsziele „gute ökologische Durchgängigkeit“ bzw. „Sanierung der Fischgängigkeit“ entsprechend dem heutigen Stand der Wissenschaft und Technik erreicht werden.

Selbst für den Fall, dass die neue FAA auf der rechten Seite für sich alleine und/oder in Kombination mit der alten linksseitigen FAA die im Monitoringprogramm (Anlage D10.02) exakt definierten Ziele/Erfolgsparemeter nicht erreicht, ist mit der Verpflichtung von RKR

- dann im ersten Schritt die rechtsseitige FAA (DE) nachzurüsten und erforderlichenfalls
- im zweiten Schritt eine zusätzliche neue FAA (CH) auf der linken Uferseite zu errichten

die Gesamtzielerreichung innerhalb eines angemessenen Zeitraums in jedem Falle gewährleistet. Ebenso ist alleine durch den Betrieb der beantragten Lösung gemäß Variante V4 sichergestellt, dass durch einen möglichen weiteren Zeitablauf im Rahmen einer eventuellen Nachrüstung oder eines eventuellen Neubaus der linksseitigen FAA gemäß Variante V5, für die Fischfauna und für die Fischerei keine Nachteile entstehen würden.

Von Seiten RKR wird daher die Variante V4 auf Grund der fachlichen Empfehlung und Begründung weiterhin als die Best-Variante angesehen und beantragt.

Nach Vorliegen der Bewilligung/Planfeststellung im Rahmen der Konzessionserneuerung wird das formelle Gesuch für Entschädigung nach Art. 28 EnV ausgearbeitet und bei den Behörden eingereicht. Bevor mit der Realisierung begonnen wird, muss ein rechtskräftiger Entscheid oder eine subventionsrechtliche Bewilligung für den vorzeitigen Baubeginn nach Art. 26 Abs. 2 Subventionsgesetz (SuG) vorliegen.

## **8. Literatur**

- BAFU (2016): Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe "Renaturierung der Gewässer". – 51 pp. Bern (Bundesamt für Umwelt).
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. – .
- EBEL (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. – .
- GERSTER, S. (1998): Hochrhein: Aufstiegskontrollen 1995/96; Vergleich mit früheren Erhebungen; Rückgang der Rotaugenbestände; mögliche Ursachen. – (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft).
- GUTHRUF, J. (2006): Koordinierte Fischaufstiegskontrollen an den Aare-Kraftwerken zwischen Solothurn und der Mündung in den Rhein. - Gutachten im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn, des Amtes für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn, der Sektion Jagd und Fischerei, BVU des Kantons Aargau und der Abt. Landschaft und Gewässer, BVU des Kantons Aargau. – In: – p. 143,.
- GUTHRUF, J. (2008): Fischaufstieg am Hochrhein. Koordinierte Zählung 2005/06. – In: – p. 161,.
- GUTHRUF, J. (2017): Koordinierte Fischaufstiegszählung am Hochrhein - Fischaufstieg während eines Jahres, Anfang April 2016 bis Ende März 2017. Zwischenresultate der koordinierten Fischaufstiegszählungen 2016/17, unveröffentlicht. – .
- GUTHRUF, J. & DÖNNI, W. (2014): Methodik zur Bewertung koordinierter Fischaufstiegszählungen bei Kraftwerksanlagen an grossen Flüssen, insbesondere am Hochrhein. -Fachbericht Aquatica, Fischwerk. – In: – p. 27, (Fachbericht Aquatica, Fischwerk).
- LFU (2005): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 1 - Grundlagen. – .
- STAUB & GERSTER (1992): Fischpassanlagen der Hochrheinkraftwerke: Aufstiegskontrollen 1985/86 und Vergleich mit früheren Erhebungen. – .