

## **Handbuch Ökologische Durchgängigkeit**

### **Anhang „Allgemeine Anforderungen“**

#### Kapitel „Positionierung und Ausgestaltung des Einstiegs“

Thema „Notwendigkeit eines zusätzlichen, abgerückten Einstiegs wegen einer hydraulischen Barriere an Standorten mit Wasserkraftnutzung“

#### **1 Bezug zum DWA-M 509**

Im Planungsprozess von Fischaufstiegsanlagen (FAA) muss geprüft werden, ob unterstrom des querbauwerksnahen FAA-Einstiegs zu hohe Fließgeschwindigkeiten im Unterwasser (hydraulische Barriere) auftreten können, welche ggf. Fischwanderungen verhindern und daher einen zusätzlichen abgerückten Einstieg erforderlich machen. Im DWA (2014) finden sich hierzu im Kapitel Positionierung der Einstiege (Kap. 4.5.4) folgende Anmerkungen:

„Fische weichen starken Strömungen nicht aus, sondern folgen ihnen, soweit dies ihre Leistungsfähigkeit erlaubt. Sie orientieren sich somit bei der Aufwanderung primär an der Hauptströmung [...], wobei sie ihre Schwimmggeschwindigkeit der Fließgeschwindigkeit des Gewässers anpassen. Überschreitet die Fließgeschwindigkeit im Unterwasser von Querbauwerken, z. B. im Bereich des Wehrüberfalls, das Leistungsvermögen der Fische, kann dies nicht nur als mechanische, sondern auch als hydraulische Barriere wirken, die sich mehr oder weniger weit stromabwärts erstreckt.“

„Insofern besteht die zwingende Notwendigkeit, den Einstieg in Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbaren Bauwerken genau dort zu positionieren, wo Fische aufgrund ihrer Orientierung auf ein Wanderhindernis treffen bzw. sich aufgrund ihres Verhaltens natürlicherweise konzentrieren.“

Im Kapitel Anbindung an die Gewässersohle (Kap. 4.5.5.3) wird festgestellt, dass

„speziell bei Buchtenkraftwerken [...] am Übergang vom Auslaufnachboden zur natürlichen Flusssohle eine hydraulische Barriere ausgebildet sein [kann], weil genau dort auch die Kraftwerksbucht in das natürliche Flussufer übergeht. Wenn an dieser Position ein zweiter, sohlenbündiger Einstieg in die Fischaufstiegsanlage realisiert wird, besteht zumindest für die ufernah aufwandernden bodenorientierten Fische die Chance, einen Einstieg aufzufinden [...]“

## 2 Bedarf

Ein abgerückter Einstieg, welcher zusätzlich zum obligatorischen kraftwerksnahen Haupteinstieg E1 realisiert wird, besitzt eine hohe Planungsrelevanz für die gesamte FAA (Trassenführung, Verteilbecken, Erfordernis Dotation, erforderliche Durchflüsse). Die Ausführungen des DWA (2014) enthalten jedoch weder Prüfverfahren, ob ein abgerückter Einstieg notwendig ist, noch konkrete Anweisungen oder Festlegungen für die Lage und Ausgestaltung eines zusätzlichen, abgerückten FAA-Einstiegs.

Um bereits in frühen Planungsphasen feststellen zu können, ob ein zusätzlicher, abgerückter Einstieg in eine FAA notwendig ist, wird ein Prüfverfahren eingeführt.

Das empfohlene Prüfverfahren wird zunächst ausschließlich für Standorte mit Wasserkraftnutzung eingeführt. Die Empfehlungen für Standorte ohne Wasserkraftnutzung erfolgen gesondert.

## 3 Festlegungen

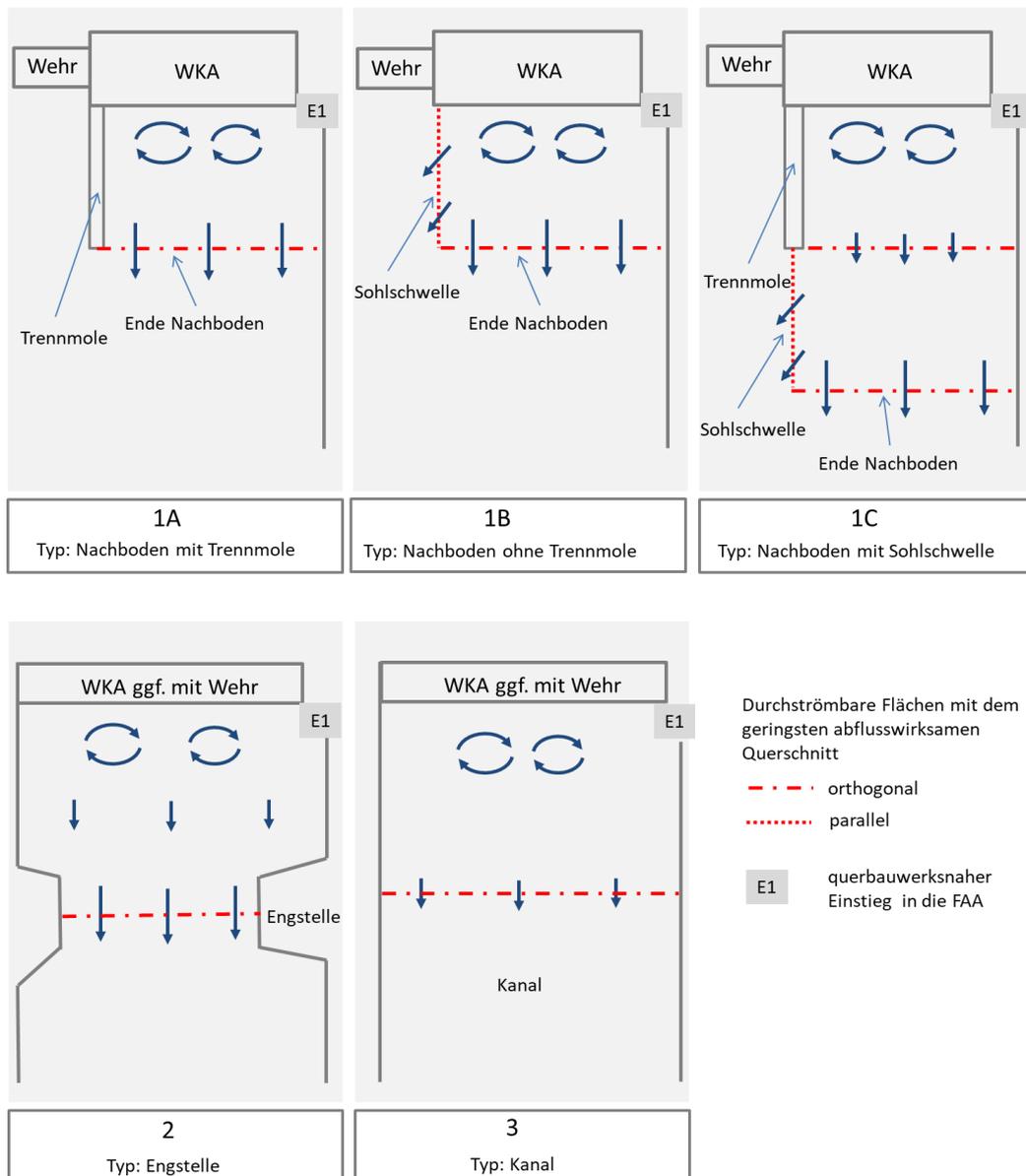
- (1) Das folgende Prüfverfahren setzt voraus, dass an einer Staustufe mit Wasserkraftanlage (WKA) ein querbauwerksnaher FAA-Einstieg – im Folgenden als Haupteinstieg E1 bezeichnet – vorliegt oder geplant wird.
- (2) Es ist zu prüfen, ob der Einstieg E1 während der zu erwartenden hydraulischen Zustände innerhalb des Bemessungszeitraums (i. d. R. zwischen  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$ ) immer erreichbar ist, oder ob zeitweise aufgrund zu hoher Fließgeschwindigkeiten im Unterwasser eine hydraulische Barriere vorliegen kann und damit ein zusätzlicher Einstieg unterstrom der hydraulischen Barriere erforderlich wird. Hierfür ist das in Kap. 3.1 beschriebene, vereinfachte Verfahren anzuwenden.
- (3) Die Bedingungen im Unterwasser von Stauanlagen sind vielfältig. Aus diesem Grund sind die Anwendbarkeit der folgenden Prüfschritte und die Festlegung von Randbedingungen in einem gemeinsamen Startgespräch abzustimmen. Hierzu sind Unterlagen (insbesondere Lage- und Bauwerkspläne) erforderlich, mit denen die Anwendbarkeit eingeschätzt werden kann.
- (4) Abweichungen von dieser Empfehlung sind zulässig, wenn sie ausreichend begründet werden oder neuere Erkenntnisse vorliegen. Die Abstimmung mit BAW/BfG ist dabei erforderlich.

### 3.1 Prüfschritte hydraulische Barriere

- (1) Zunächst ist der Querschnitt mit der kleinsten abflusswirksamen Fläche bzw. den höchsten Fließgeschwindigkeiten im Einflussbereich des Querbauwerks unterstrom des Einstiegs E1 zu ermitteln. Der Einflussbereich des Querbauwerks wird gemeinsam im Startgespräch festgelegt. Als Orientierung für die Lage von maßgeblichen Querschnitten dienen Abb. 1 und Tab. 1.

Falls der vorliegende Standort nicht einem der in Abb. 1 dargestellten UW-Typen oder einer Kombination davon entspricht, ist der Querschnitt mit der geringsten abflusswirksamen

Fläche standortspezifisch zu ermitteln. Dabei ist darauf zu achten, dass in dem Querschnitt eine möglichst gleichmäßige Durchströmung vorhanden ist. Wenn sich im Unterwasser kein Querschnitt definieren lässt, in dem repräsentative Fließgeschwindigkeiten ermittelt werden können, ist das vereinfachte Verfahren nicht anwendbar und BAW/BfG sind einzubinden.



**Abb. 1:** Schematische Darstellung der UW-Typen an Stauanlagen mit Wasserkraftanlage (WKA)

Hinweis:

- Die Querschnittsflächen können bereits zu einem frühen Projektzeitpunkt anhand der Bestandsgeometrie am Standort ermittelt werden. Für die Bewertung der Anlage nach Umbau ist jedoch der Planungszustand maßgeblich, welcher vom Bestand abweichen kann. D. h. es ist möglich, durch Vergrößerung des Querschnitts die Geometrie so anzupassen, dass keine hydraulische Barriere mehr auftritt.

**Tab. 1:** Typische Lage des geringsten abflusswirksamen Querschnitts für die UW-Typen aus Abb. 1

Typ	Geringste/r abflusswirksame/r Querschnitt/e	Anmerkungen
1A	Übergang Nachboden zur Gewässersohle	Definierter Querschnitt mit Trennmole
1B	Übergang Nachboden zur Gewässersohle	Wegen fehlender Trennmole muss Durchströmung in Richtung Wehr berücksichtigt werden.
1C	Ende der Trennmole oder Übergang Nachboden zur Gewässersohle	Wegen fehlender Trennmole muss Durchströmung in Richtung Wehr berücksichtigt werden.
2	Engstelle	Kurze Engstelle mit definierten Querschnitt
3	Kanal	Längere Strecke mit konstanter Querschnittsfläche

- (2) Ermittlung der querschnittsgemittelten Fließgeschwindigkeit  $v_m$  im geringsten abflusswirksamen Fließquerschnitt für den ungünstigsten hydraulischen Zustand (höchster Durchfluss, niedrigster Wasserstand) innerhalb des Bemessungszeitraums.

$$v_m = \frac{Q}{A(Q)} \quad (1)$$

Dabei ist

- $v_m$  mittlere Fließgeschwindigkeit,  
 $Q$  Durchfluss,  
 $A(Q)$  abflusswirksame Fläche während  $Q$ .

Hinweise:

- Der höchste Durchfluss ist je nach UW-Typ i. d. R. zu  $Q_{Ausbau}$  der WKA oder zu  $Q_{330}$  bei zusätzlichem Wehrüberfall anzunehmen; der Planungszustand ist maßgeblich, d.h. inkl. FAA-Durchfluss sowie ggf. Durchfluss Fischabstieg und Wehrabfluss
- Die durchströmte Fläche  $A$  kann als Produkt aus Fließtiefe sowie der durchströmten mittleren Breite des Querschnitts ermittelt werden. Die Fließtiefe berechnet sich aus der Differenz zwischen Wasserspiegellage ( $W$ ) beim vorliegenden Durchfluss und der mittleren Sohllage des Querschnitts. Besteht am Standort keine  $W$ - $Q$ -Beziehung im Unterwasser, ist im Startgespräch das maßgebliche  $W$  abzustimmen.
- Durchströmbare Flächen, welche parallel zur Hauptströmungsrichtung liegen (überströmbare Sohlschwelle bei UW-Typen 1B und 1C) sind in Näherung mit 50% Flächenanteil zu berücksichtigen.

- (3) Die Fließgeschwindigkeit  $v_m$  wird nach Tab. 2 in Kombination mit den empfohlenen Richtwerten  $v_{g,u}$  und  $v_{g,o}$  nach Tab. 3 bewertet

**Tab. 2:** Kriterien zur Bewertung der nach (1) ermittelten Fließgeschwindigkeiten

Fall	Kriterium	Beschreibung
a	$v_m \leq v_{g,U}$	Die Wahrscheinlichkeit einer hydraulischen Barriere im Unterwasser ist gering. Es ist kein zusätzlicher Einstieg erforderlich.
b	$v_{g,U} < v_m \leq v_{g,O}$	Ob eine hydraulische Barriere vorliegt, kann anhand dieses Verfahrens nicht sicher abgeschätzt werden. Weitere Hinweise siehe (4).
c	$v_m > v_{g,O}$	Es liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine hydraulische Barriere vor. Ein zusätzlicher, abgerückter Einstieg am Ufer unterhalb der hydraulischen Barriere ist erforderlich.

Als Richtwerte werden die Grenzwerte der mittleren Fließgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Fließgewässerregion aus Tab. 18 des DWA (2014) empfohlen.

**Tab. 3:** Grenzwerte der mittleren Fließgeschwindigkeiten in m/s in Anlehnung an Tab. 18 DWA (2014)

Grenzwert	Barbenregion	Brachsenregion
$v_{g,U}$	1,2	1,1
$v_{g,O}$	1,6	1,5

Hinweis:

- Die Grenzwerte aus Tab. 18 sind nach Länge des passierbaren Bauwerks gestaffelt. Der untere Grenzwert der Tab. 3 entspricht relativ langen Bauwerken, der obere kurzen Bauwerken unter 5 m Länge. Die in Tab. 3 angegebenen Richtwerte sind für längere Kraftwerkskanäle (Typ 3) deutlich zu reduzieren. Für diesen Fall ist eine Einzelfallbetrachtung in Abstimmung mit der BfG/BAW erforderlich. Der Bedarf kann bereits beim Startgespräch eruiert werden.

(4) Bei Bewertung Fall b) aus Tab. 2 sind die folgenden Hinweise zu berücksichtigen:

Mit dem vorliegenden, vereinfachten Verfahren ist eine sichere Aussage zum Vorliegen einer hydraulischen Barriere nicht möglich, da die Fließgeschwindigkeit  $v_m$  zwischen den empfohlenen Richtwerten nach Tab. 3 liegen. Es ist somit ungewiss, ob eine hydraulische Barriere vorliegt, da dies an weiteren, in diesem Verfahren nicht berücksichtigten Einflussfaktoren liegen kann.

In diesem Fall sind zwei alternative Möglichkeiten vorgesehen:

- Ohne weitere Prüfungen wird ein zusätzlicher, abgerückter Einstieg gebaut, der das Risiko einer hydraulischen Barriere reduziert.
- BAW/BfG prüfen standortspezifisch, ob eine hydraulische Barriere vorliegt und empfehlen, ob ein abgerückter Einstieg gebaut werden soll.

### 3.2 Anforderungen an den abgerückten Einstieg E2

- (1) Ein zusätzlicher, abgerückter Einstieg hat die Aufgabe, Fischen, deren Leistungsfähigkeit es nicht zulässt eine hydraulische Barriere zu überwinden, einen alternativen Einstieg in die FAA zu ermöglichen. Für diesen als E2 bezeichneten Einstieg sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen.
- (2) Der Einstieg ist möglichst nah unterstrom der hydraulischen Barriere zu platzieren, sofern an dieser Stelle und weiter stromab ein Bereich mit niedrigeren Fließgeschwindigkeiten gegeben ist oder geschaffen werden kann, so dass der Einstieg E2 erreichbar ist. Bei der Festlegung der Lage können BAW/BfG eingebunden werden.
- (3) Es sind die Mindestbreiten und Mindestfließtiefen nach den Bemessungsvorgaben der FAA einzuhalten.
- (4) E2 soll mit einer mittleren Geschwindigkeit im Schlitz von ca. 1 m/s betrieben werden, damit schwimmschwache Fische aufsteigen können. Um das zu erreichen wird E2 auf ein  $\Delta h$  mit 50 % des nominellen  $\Delta h$  der FAA ausgelegt und soll – falls ohnehin am Standort eine regelbare Dotation vorgesehen ist – über alle Unterwasserstände möglichst konstant gehalten werden. Für Standorte der Barbenregion mit einem Gesamthöhenunterschied  $< 3$  m sind BAW/BfG einzubinden.
- (5) Die Leitströmung soll möglichst strömungs- bzw. uferparallel aus dem Einstieg geleitet werden
- (6) Der Einstieg ist an die (natürliche) Gewässersohle anzubinden (durchgängiges Sohlensubstrat).
- (7) Der Einstieg ist i. d. R über einen zweiten Strang mittels eines Verteilbeckens an die FAA anzubinden.

### 3.3 Hinweise

- (1) Als begleitende Maßnahme können je nach örtlichen Gegebenheiten zusätzliche Rauigkeiten an Ufer oder der Sohle eingebracht werden, um die Passage der Fische in Bereichen hoher Geschwindigkeiten zu erleichtern. Da die Effekte von Rauigkeiten auf die Fische nicht pauschal bewertet werden können, soll eine Abstimmung solcher Maßnahmen mit BAW/BfG erfolgen.