



# Leitfaden für den Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs) in Österreich (Entwurf)

Ein Vorschlag von Kleinwasserkraft Österreich

## 1. Einleitung / Ziel des Leitfadens

Die Erhaltung der europäischen Gewässer, Flüsse, Seen, Grundwasserkörper und Küstengewässer, ist in der EU WRRL geregelt. Die zentrale Forderung, einen guten ökologischen Zustand zu erhalten bzw. herzustellen, bedeutet an österreichischen Flüssen unter anderem, dass das Fließgewässerkontinuum wiederhergestellt werden muss. Neben der horizontalen, lateralen und zeitlichen Konnektivität (WARD 1989; JUNGWIRTH et. al. 2000) ist Herstellung der longitudinalen Durchgängigkeit von Fließgewässern ein zentrales Thema. Diese ist notwendig um verschiedene Arten von Fischwanderungen während des Lebenszyklus sicherzustellen. Um diese zu gewährleisten, müssen im natürlichen Fischlebensraum an den zahlreichen nicht fischpassierbaren Querbauwerken Fischaufstiegshilfen (FAH) errichtet werden. Diese FAH dienen ausschließlich dazu, ein Querbauwerk zu umgehen und stellen keine Lebensraumerweiterung dar. Es ist zwar davon auszugehen, dass vor allem naturnah gebaute FAH, z.B. Umgehungsgerinne, als Habitat genutzt werden können, dies ist allerdings nur als positiver Nebeneffekt zu sehen und keineswegs die eigentliche Bedeutung einer FAH.

Ziel dieses Leitfadens ist es, die notwendigen Bemessungskriterien und -größen zum Bau von funktionsfähigen Fischwanderhilfen darzustellen. In der praktischen Anwendung des Leitfadens ist auf eine ausgewogene und zielgerichtete Handhabung zu achten. Die jeweils anzuwendenden Auslegungskennwerte sollen so gestaltet sein, dass Sie einerseits die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes ermöglichen, jedoch andererseits nicht durch überschießende Vorgaben die Stromproduktion aus Wasserkraftanlagen unverhältnismäßig einschnitten und die Rentabilität von Kraftwerken konterkarieren.



## 2. Biologische Grundlagen des Fischaufstieges

Die Dimensionierung einer Fischaufstiegshilfe orientiert sich an der jeweiligen Fischregion am Standort und den daraus resultierenden vorkommenden Fischarten und Fischgrößen.

Jedoch können Fließgewässer nicht immer eindeutig eingeordnet werden. Vielmehr sind die Grenzen zwischen verschiedenen Fischregionen fließend. Darauf ist bei der Planung von FAH Rücksicht zu nehmen.

Tabelle 3: Gefällegliederung der Fließgewässerregionen (nach HUET 1949)

Region	Gefälle [%] für Gewässerbreiten von				
	< 1 m	1 m – 5 m	5 m – 25 m	25 m – 100 m	> 100 m
Obere Forellenregion	10,00 – 1,65	5,00 – 1,50	2,00 – 1,45		
Untere Forellenregion	1,65 – 1,25	1,50 – 0,75	1,45 – 0,60	1,250 – 0,450	
Äschenregion		0,75 – 0,30	0,60 – 0,20	0,450 – 0,125	– 0,075
Barbenregion		0,30 – 0,10	0,20 – 0,05	0,125 – 0,033	0,075 – 0,025
Brachsenregion		0,10 – 0,00	0,05 – 0,00	0,033 – 0,000	0,025 – 0,000
Kaulbarsch-Flunder-Region	von den Gezeiten beeinflusster Mündungsbereich				

### 2.1. Grundlegendes zur Wanderung

Fische wandern auf Grund verschiedenster Motivationen in Fluss. Einige der wichtigsten Gründe für eine Wanderung sind:

- Nahrungssuche bzw. aufsuchen neuer Habitats auf Grund Konkurrenzsituationen
- Laichwanderung. Wanderung zur Fortpflanzung
- Kompensationswanderung. Wiederaufstieg nach Hochwässern

Auf Grund der vielseitigen Gründe für eine Wanderung sollte eine FAH prinzipiell ganzjährig passierbar sein (ausgenommen Extremsituationen wie Hoch- und Niederwasser, Vereisung, andere Naturkatastrophen).

Es gibt jedoch viele Fischarten mit ausgeprägten Wanderzyklen, meist abhängig von der Temperatur. Auch derartige bekannte Unterschiede in den Wanderzyklen sollen bei der Errichtung und dem Betrieb von FAH berücksichtigt werden (z.B. durch unterschiedliche Dotationsmengen).



## 2.2. Schwimmleistung von Fischen

### Fließgeschwindigkeit

Die verschiedenen Fischarten weisen sehr unterschiedliche Schwimmleistungen auf, die auch abhängig von Entwicklungsstadien sind. Während adulte Bachforellen Hindernisse springend überwinden können, haben die meisten Fischarten und Jungfische diese Fähigkeit nicht. Deshalb müssen in FAH durchgehend strömende Verhältnisse vorherrschen. Schießende Abflüsse oder ein abgelöster Wasserstrahl sind zu vermeiden. Gleichzeitig muss sich die maximale Fließgeschwindigkeit in Fischaufstiegen an den schwimmschwachen Exemplaren orientieren. Mit der Formel  $v = (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$  lässt sich die maximale Fließgeschwindigkeit an den Beckenübergängen von FAH anhand der maximal empfohlenen Höhendifferenz zwischen 2 Becken (h) ermitteln. Folgende maximale Höhendifferenzen und Fließgeschwindigkeiten werden empfohlen:

**Tabelle 1: Maximale Höhendifferenzen und Fließgeschwindigkeiten in FAHs**

	$\Delta h$ max in cm	v max in m/s
Epirhithral	20	2,0
Metarhithral	18	1,9
Hyporhithral	15	1,7
Epipotamal	10 – 13	1,4 - 1,6
Metapotamal	8 – 10	1,25 – 1,4

### Energiedissipation

Um zu hohe Turbulenzen in den Becken zu verhindern, wird empfohlen, die maximale (rechnerische) Energiedissipation von 200 W/m<sup>3</sup> nicht zu überschreiten. Die Energiedissipation hat sich dabei am natürlich vorkommenden Gefälle der angrenzenden Gewässerstrecke zu orientieren und ist deshalb entsprechend der Fischregionen von Rhithral bis Potamal abzustufen.

Tabelle 2 zeigt die empfohlenen Bereiche der maximalen Energiedissipation in den jeweiligen Fischregionen.

**Tabelle 2: Empfohlene Bereiche der maximalen Energiedissipation in den jeweiligen Fischregionen**

	Max. Energiedissipation (W/m <sup>3</sup> )
Epirhithral	200
Metarhithral	180
Hyporhithral	170

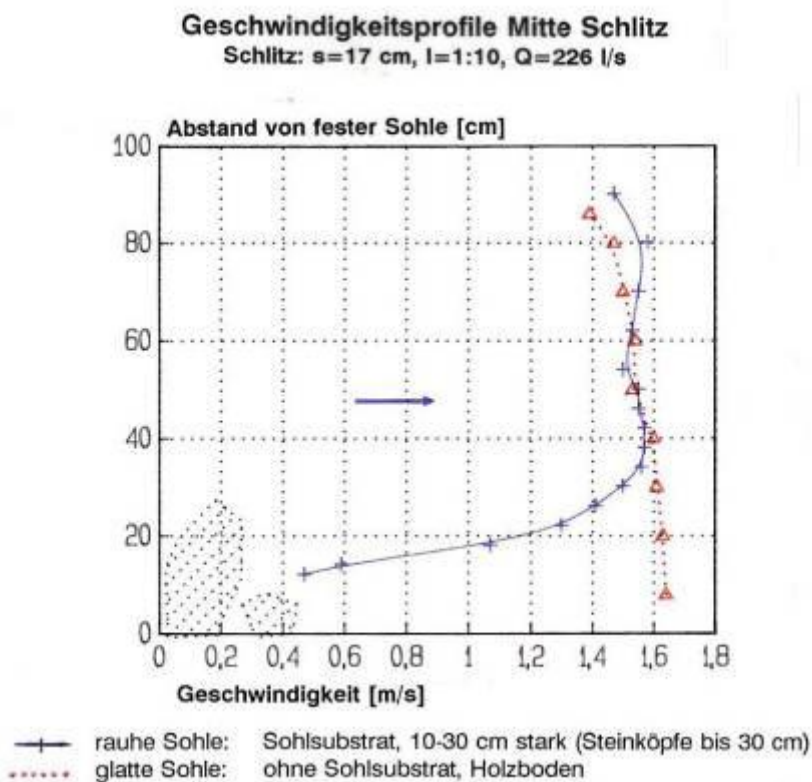
Epipotamal	120 - 150
Metapotamal	100 – 120

\*Die DWA-M 509 legt im Zusammenhang mit der Energiedissipation teilweise noch höhere Werte fest. Kleinwasserkraft Österreich schlägt jedoch diese unterschreitenden Werte vor, die einen „Sicherheitspuffer“ darstellen, insbesondere da es im Zuge der Bauumsetzung von Fischwanderhilfen in Bezug auf diesen Wert zu gewissen Abweichungen gegen über der Projektierung kommen kann.

### Anmerkungen zur maximalen Fließgeschwindigkeit und Energiedissipation

Es ist klar, dass diese beiden Werte zwar im Allgemeinen eine Gültigkeit im Zusammenhang mit der Funktionstüchtigkeit von FAH haben, es ist jedoch bei jeder FAH Planung zu beachten, dass es sich dabei um relativ vereinfachte Darstellungen handelt. Natürlicher Weise sind beide Werte innerhalb einer FAH nicht konstant, sondern unterliegen Schwankungen.

So kann beispielsweise über geeignete Rauigkeitselemente (Störsteine) die Fließgeschwindigkeit in Bodennähe entscheiden gesenkt werden, gerade dieser Bereich stellt gleichzeitig den Wanderkorridor für bodennah lebende und als schwimmschwächer geltende Fische wie die Koppe dar (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Abnahme der Fließgeschwindigkeit im Bereich des Schlitzes eines Schlitzpasses im Bereich der rauhen Sohle (GEBLER 1991).**



Analog dazu verhält sich die Energiedissipation. Die in Tabelle 2 dargestellten Werte sind Mittelwerte bezogen auf das gesamte Beckenvolumen. Da die Energiedissipation E mit

$$E \left[ \frac{W}{m^3} \right] = \rho * g * \Delta h * Q / V$$

direkt proportional mit dem Durchfluss (Q im m<sup>3</sup>/s) pro Volumeinheit (V in m<sup>3</sup>) steigt, zeigt sich das in strömungsberuhigten Bereichen nahe der Sohle aber auch in einer deutlichen Abnahme der Werte in den Randbereichen von Becken.

Während die Geschwindigkeit stark selektiv wirken kann, korreliert die Energiedissipation nur in geringem Maße mit der Selektivität von schwimmschwache Arten und Altersstadien, wie sich in mehreren Untersuchungen gezeigt hat. Es scheint dennoch sinnvoll, die Energiedissipation auf einen Maximalwert von 200 W/m<sup>3</sup> zu beschränken, da eine zu hohe Turbulenz die Tiere schneller ermüden lässt. Im Hinblick auf eine erschöpfungsfreie Passage ist jedoch vielmehr auf das Vorsehen von Ruhebecken zu achten.

### 2.3. Fischgrößen und Größenbestimmenden Fischarten in Bezug auf Gewässertypen

In der Regel nehmen vorkommende Fischgrößen mit der Gewässergröße, bzw. mit dem Abfluss des Gewässers zu. Die Kategorisierung von Gewässern in Gewässertypen (Epirhithral bis Metapotamal) dient zur Einteilung der in den Flüssen vorkommenden Fischgesellschaften und ist relativ weit gestreckt. So kann beispielsweise ein Gewässer, das einem Epipotamal mittel entspricht, einen Mittelwasserabfluss MQ von 1,0 bis 20 m<sup>3</sup>/s aufweisen. Daraus könnte geschlossen werden, dass zwar über den gesamten Abschnitt des Epipotamals die gleichen Fischarten vorzufinden sind, jedoch nicht überall in gleichen Größenausprägungen, beziehungsweise die gleiche Anzahl der größten Ausprägungen. Vielmehr nimmt diese in kleineren Gewässern sukzessive ab. Gleichzeitig ist auch nicht davon auszugehen dass zwischen zwei Gewässertypen (bzw. Klassen wie „mittel“ und „klein“) die maximale Fischlänge sprunghaft abnimmt.

Aus diesem Grund sind die für die Errichtung von FAH maßgeblichen Fischgrößen auch innerhalb einer Fischregion analog zum jeweiligen Mittelwasserabfluss am Standort entsprechend abzustufen und in den Grenzen zwischen zwei Regionen fließend abzustufen. Die empfohlenen Längenbereiche für die größenbestimmenden Fischarten jedes Gewässertyps:

Fischregion (Mittelwasserabfluss MQ in m <sup>3</sup> /s) (nach Haunschmid et. al. 2006)	Maßgebende Längenbereiche und Fischart
Epirhithral, < 2 m <sup>3</sup> /s	30 cm Bachforelle
Epirhithral, > 2 m <sup>3</sup> /s	30 bis 40 cm Bachforelle
Metarhithral, < 2 m <sup>3</sup> /s	30 bis 40 cm Bachforelle



Metarhithral, > 2 m <sup>3</sup> /s	40 bis 50 cm Bachforelle, Äsche
Hyporhithral, klein < 2 m <sup>3</sup> /s	40 bis 50 cm Bachforelle, Äsche; 50 bis 60 cm Aalrutte
Hyporithral, mittel > 2 m <sup>3</sup> /s ohne Huchen	60 cm Aalrutte, Barbe
Hyporhithral, mittel 2 bis 20 m <sup>3</sup> /s mit Huchen	60 bis 80 cm Huchen
Hyporhithral, groß > 20 m <sup>3</sup> /s	80 bis 100 cm Huchen
Epipotamal, klein < 1 m <sup>3</sup> /s	50 bis 60 cm Barbe, 40 bis 50 cm Äsche
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (ohne Hecht / Huchen)	60 cm Barbe
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (mit Hecht)	80 bis 90 cm Hecht
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (mit Huchen)	80 bis 90 cm Huchen
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (mit Wels)	80 bis 120 cm Wels *
Epipotamal, groß > 20 m <sup>3</sup> /s, mit Huchen	90 bis 100 cm Huchen
Epipotamal, groß > 20 m <sup>3</sup> /s, mit Wels	120 cm Wels
Epipotamal, mittel Wanderkorridor für Huchen	Huchen entsprechend der Länge der oberhalb anschließenden Fischregion
Seezubringer, -ausrinn	70 bis 90 cm Seeforelle *
Gründlings- und Schmerlenbach	40 cm Aitel

\* Fischlängen Wels und Seeforelle: Geringe Datengrundlage, steht auf Grund dieser Unsicherheit zur Diskussion

### 3. Technische Rahmenbedingung für FAHs

#### **Beckengrößen, Tiefen, Breiten**

Schlitzbreite = 3 x Fischbreite (ohne aufrunden)

Mindesttiefe = mind. 3 x Fischhöhe aber mind. 40 cm

Beckenlänge = mind. 3 x Fischlänge

Beckenbreite = mind .2 x Fischlänge

#### Vertical Slot

Fischregion (Mittelwasserabfluss MQ in m <sup>3</sup> /s)	Mindesttiefen in Vertical Slot (uh. Schlitz) in cm	Schlitzweite (3 x Fischbreite) in cm
Epirhithral, < 2 m <sup>3</sup> /s	40	9
Epirhithral, > 2 m <sup>3</sup> /s	40 bis 50	9 – 12
Metarhithral, < 2 m <sup>3</sup> /s	40	9 – 12
Metarhithral, > 2 m <sup>3</sup> /s	40 bis 50	15 – 18
Hyporhithral, klein < 2 m <sup>3</sup> /s	40	18 – 21
Hyporithral, mittel > 2 m <sup>3</sup> /s ohne Huchen	40 bis 50	21
Hyporhithral, mittel 2 bis 20 m <sup>3</sup> /s mit Huchen	40 bis 60	21 – 30
Hyporhithral, groß > 20 m <sup>3</sup> /s	60 bis 70	30 – 36
Epipotamal, klein < 1 m <sup>3</sup> /s	40	18 – 21
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (Barbe)	40 bis 65	21
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (Hecht)	40 bis 65	21 – 24
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (Huchen)	40 bis 65	30 – 32
Epipotamal, mittel 1 – 20 m <sup>3</sup> /s (mit Wels)	40 - 65 *	30 – 50 *



Epipotamal, groß > 20 m <sup>3</sup> /s, mit Huchen	65 bis 70	35
Epipotamal, groß > 20 m <sup>3</sup> /s, mit Wels	65 bis 70	50
Epipotamal, mittel Wanderkorridor für Huchen	Huchen entsprechend der Länge der oberhalb anschließenden Fischregion	
Seezubringer, -ausrinn	40 bis 60 *	25 – 33 *
Gründlings- und Schmerlenbach	40 bis 50	15

\* Fischlängen, Körperhöhe und –breite von Wels und Seeforelle: Geringe Datengrundlage, steht auf Grund dieser Unsicherheit zur Diskussion

### 3.1. Auffindbarkeit der Fischaufstiegshilfe und Position des Einstieg

Die derzeit gängigen Werte und Empfehlungen bezüglich der Auffindbarkeit sowie der Position des Einstieges weisen noch Diskussionsbedarf auf. Zwar scheinen Lockströmung und Positionierung einen kurzfristigen Effekt auf die Auffindbarkeit zu haben, jedoch konnte bislang noch keine Korrelation zwischen diesen Parametern und der Anzahl aufsteigender Fische in Langzeitanalysen gefunden werden. Deshalb wird empfohlen, eine FAH möglichst nahe am Wanderhindernis zu bauen und die Leitströmung möglichst parallel zur Hauptströmung zu ermöglichen. Dies sind jedoch keinesfalls Parameter, die für die Funktionsfähigkeit einer Fischwanderhilfe absolut unerlässlich sind. Darauf ist insbesondere deshalb hinzuweisen, da die örtlichen Gegebenheiten eine theoretisch optimale Situierung des Einstieges oft verhindern. Dennoch schließt das die Funktionsfähigkeit nicht aus.

Bezüglich des Anteils der Leitströmung am Gesamtabfluss ist zu hinterfragen, ob derzeit gängige Empfehlungen für kleine Gewässer richtig interpretiert werden. So schreibt im Handbuch Querbauwerke DUMONT (2005):

*„LARINIER (2000) empfiehlt für größere Gewässer, dass der Abfluss der Fischaufstiegsanlage 1 bis 5 % des konkurrierenden Abflusses sein sollte. In mittleren bis kleinen Gewässern liegt dieser Wert erfahrungsgemäß bei 5 bis 10 %, je nach Abflussverhalten und absoluter Größe des Gewässers.“*

Es stellt sich hier also die Frage ob etwa gemeint war, dass bei kleinen Gewässern der für den Betrieb der FAH notwendige Abfluss naturgemäß alleine schon 5 bis 10% ausmacht, oder ob zur Auffindbarkeit dieser Anteil notwendig ist. Die einschlägige Literatur gibt darauf keine Antwort, die Praxis zeigt jedoch, dass erstere Interpretation für kleinere Gewässer die naheliegende.