Institut für Gewässerökologie & Fischereibiologie (IGF) JENA

# Funktionskontrollen von Anlagen des Fischaufstiegs und des Fischabstiegs

**DWA – Arbeitsgruppe 8.2**

„Funktionskontrolle von Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen“

Dr. Falko Wagner

Institut für Gewässerökologie und
Fischereibiologie Jena

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
German Association for Water, Wastewater and Waste

DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

**Ziel der DWA-AG 8.2**

DWA-Themenband / -Merkblatt

1. Systematischer Überblick über verfügbare Methoden
2. Hilfestellung zur Auswahl der geeigneten Untersuchungsmethoden für ein optimales Untersuchungsdesigndesigns
3. Rahmenbedingungen für vergleichbarer Untersuchungsergebnisse
4. Schaffung von Voraussetzungen für verallgemeinerbare Aussagen (Metastudien)
5. Reduktion zukünftigen Untersuchungsaufwandes

# Fachliche Grundlagen für die DWA-AG 8.2

Fischschutz- & Fischabstiegseinrichtungen

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Umwelt Bundesamt

20 1995 2015 Ecologic Institute

Gefördert durch: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

**Forum „Fischschutz und Fischabstieg“**

**Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges**

Von Arbeitsgemeinschaft

Wolfgang Schmalz
FLUSS, Breitenbach/Deutschland

Falko Wagner
IGF, Jena/Deutschland

Damien Sonny
Profish, Naninne/Belgien

Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH

März 2015

Abrufbar: http://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Arbeitshilfe_standoertliche_Evaluierung_Fischschutz_Fischabstieg.pdf

# Fachliche Grundlagen für die DWA-AG 8.2

Fischaufstiegsanlagen

# Themenblock 1

Evaluierung Fischschutz und Fischabstieg

# DWA-Themenband

## „Standörtliche Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs“

*Teil 1*

- Planung der Untersuchung
- Auswahl geeigneter Methoden/-kombinationen
- Festlegung von Bewertungsparametern (24) für die Evaluierung
- Datenauswertung
- Empfehlungen für den Inhalt und Aufbau des Gutachtens

*Teil 2*

- Übersicht über verfügbare Untersuchungsmethoden
- Vor- und Nachteile der Methoden
- Eignungsbewertung für die Quantifizierung der Bewertungsparameter
- Anleitung zum Methodeneinsatz

# Hauptbestandteile einer Evaluierung

## *1 Technisch hydraulische Charakterisierung*

- Hydraulische Charakterisierung
- Räumliche Situation (Position der Korridore, Korridorlänge…)
- Technische und hydraulische Parameter der Korridore
- Parameter Turbine, Rechen, Wehr…

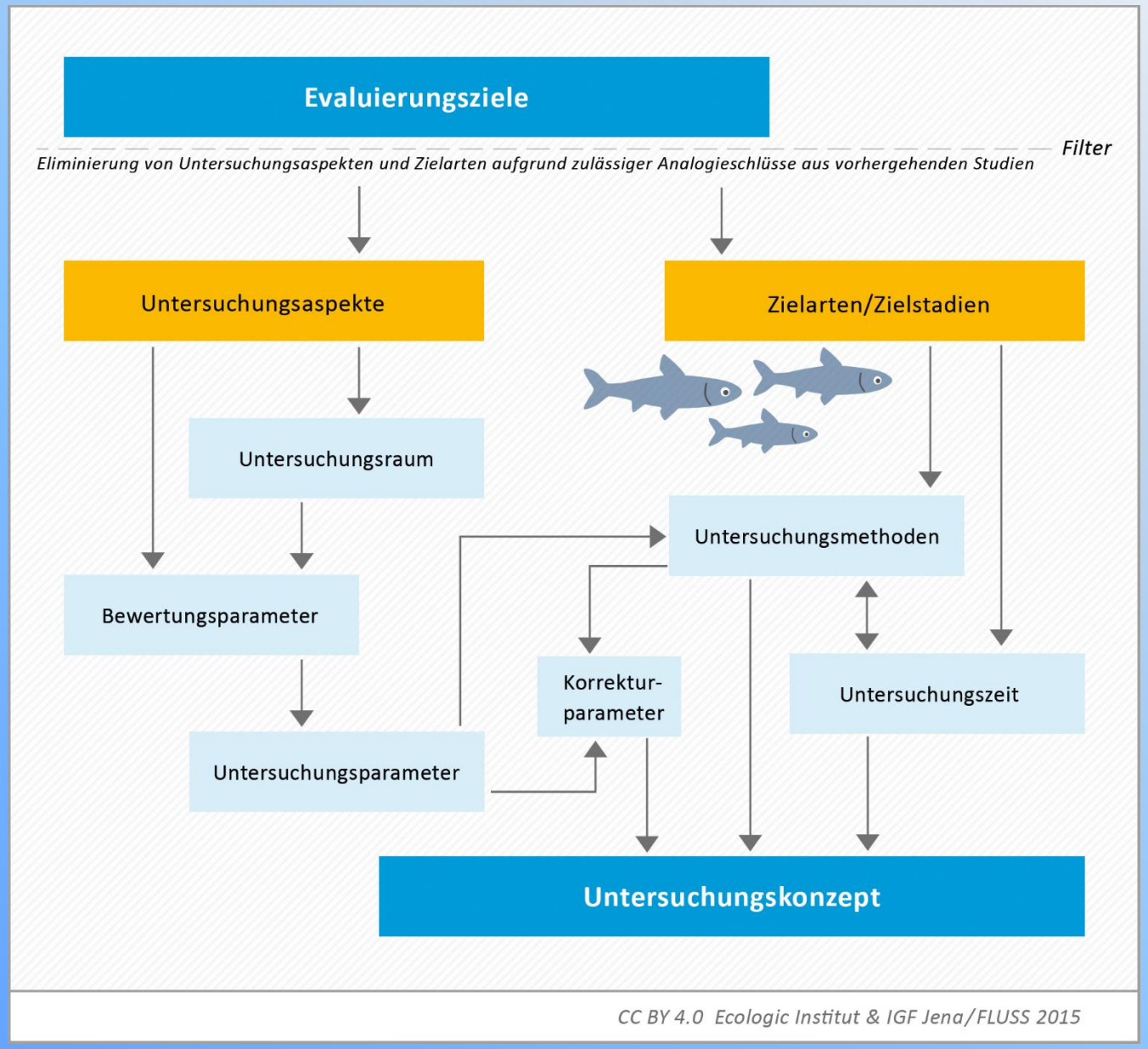
## *2 Biologische Abstiegsuntersuchung*

- Biologische Freilanduntersuchung
- Datenerhebung und Quantifizierung Bewertungsparameter

## *3 Auswertung*

- Ergebnisinterpretation der Abstiegsuntersuchung unter Berücksichtigung technisch- hydraulischer Parameter
- Bewertung

# Biologische Abstiegsuntersuchung

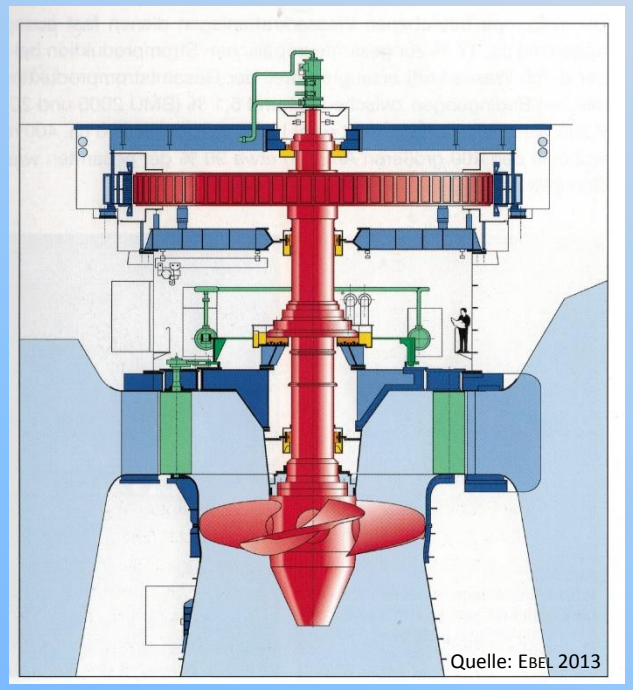



CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

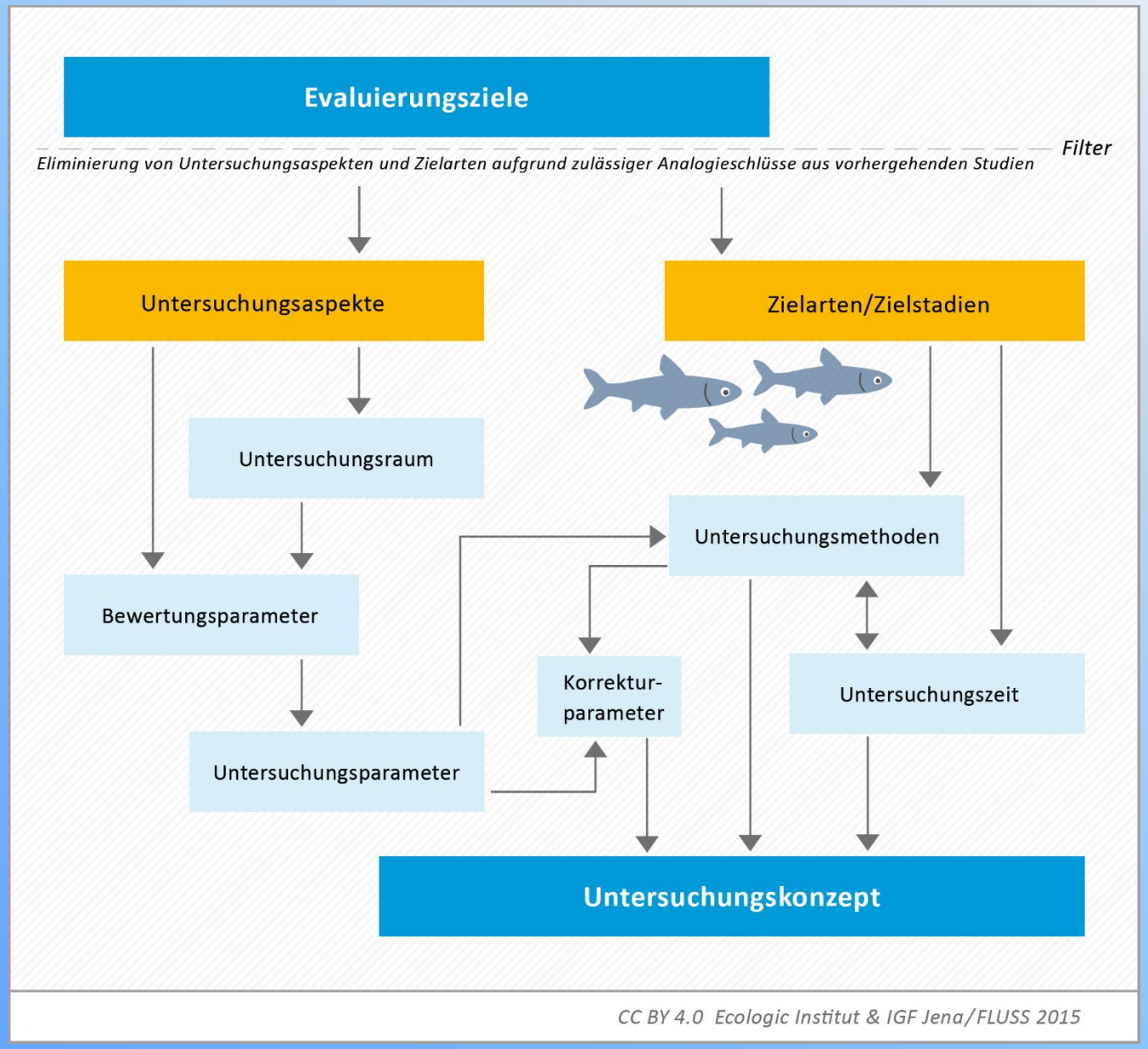
## → Beispiele←

*1. Umfassende Untersuchung der Effizienz der Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen am Wasserkraftanlagenstandort*

*2. Bewertung der Auswirkung einer modifizierten Turbine auf die Mortalität von Fischen bei der Passage*



# Biologische Abstiegsuntersuchung

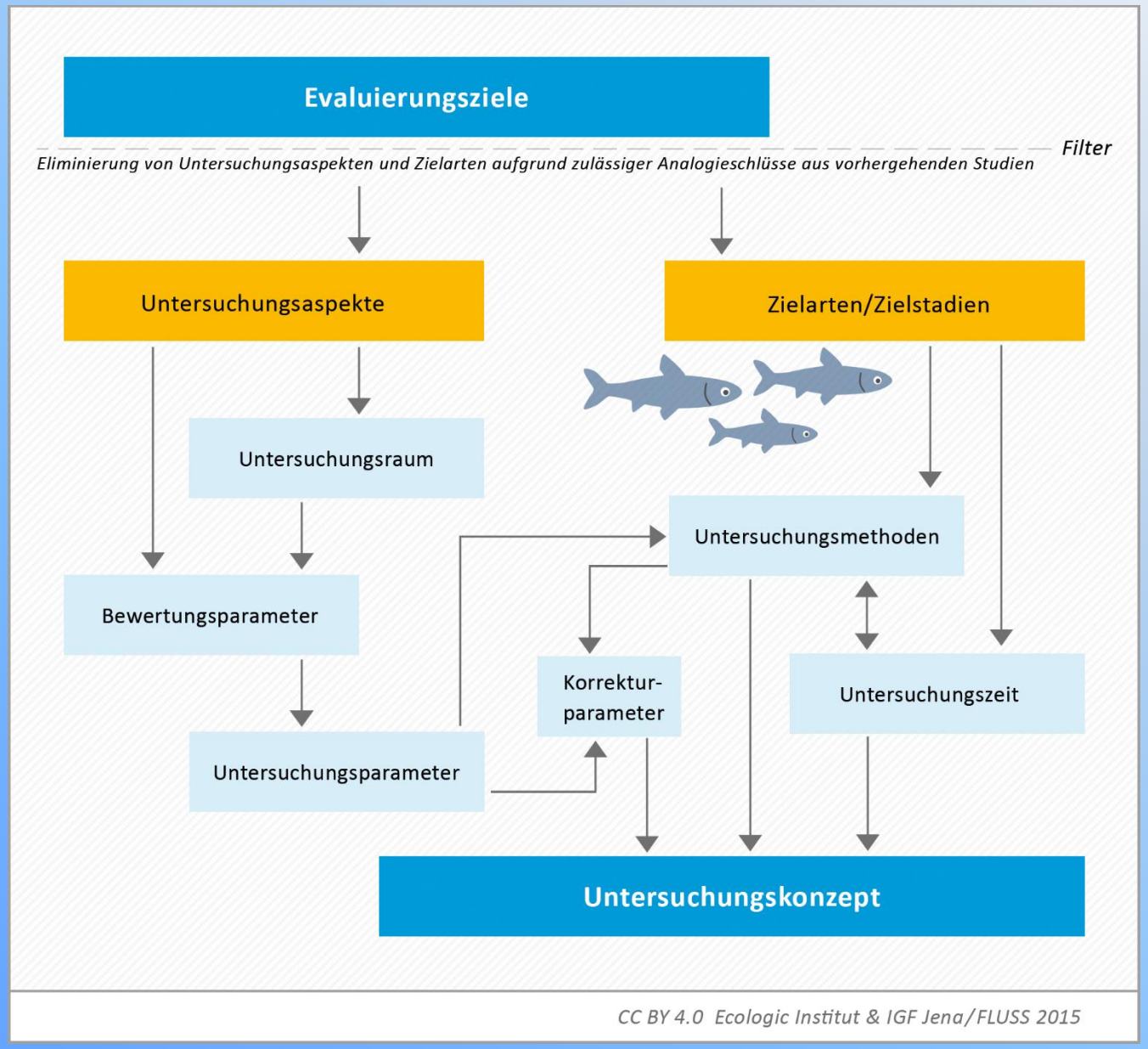



CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

**Aspekte (Arbeitshilfe & DWA Themen)**

1. Durchgängigkeit für absteigende Fische
2. Schädigung der absteigenden Fische
3. Wirksamkeit der Fischschutzeinrichtungen
4. Ursachen für Schädigungen und Defizite am Standort

# Biologische Abstiegsuntersuchung




CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

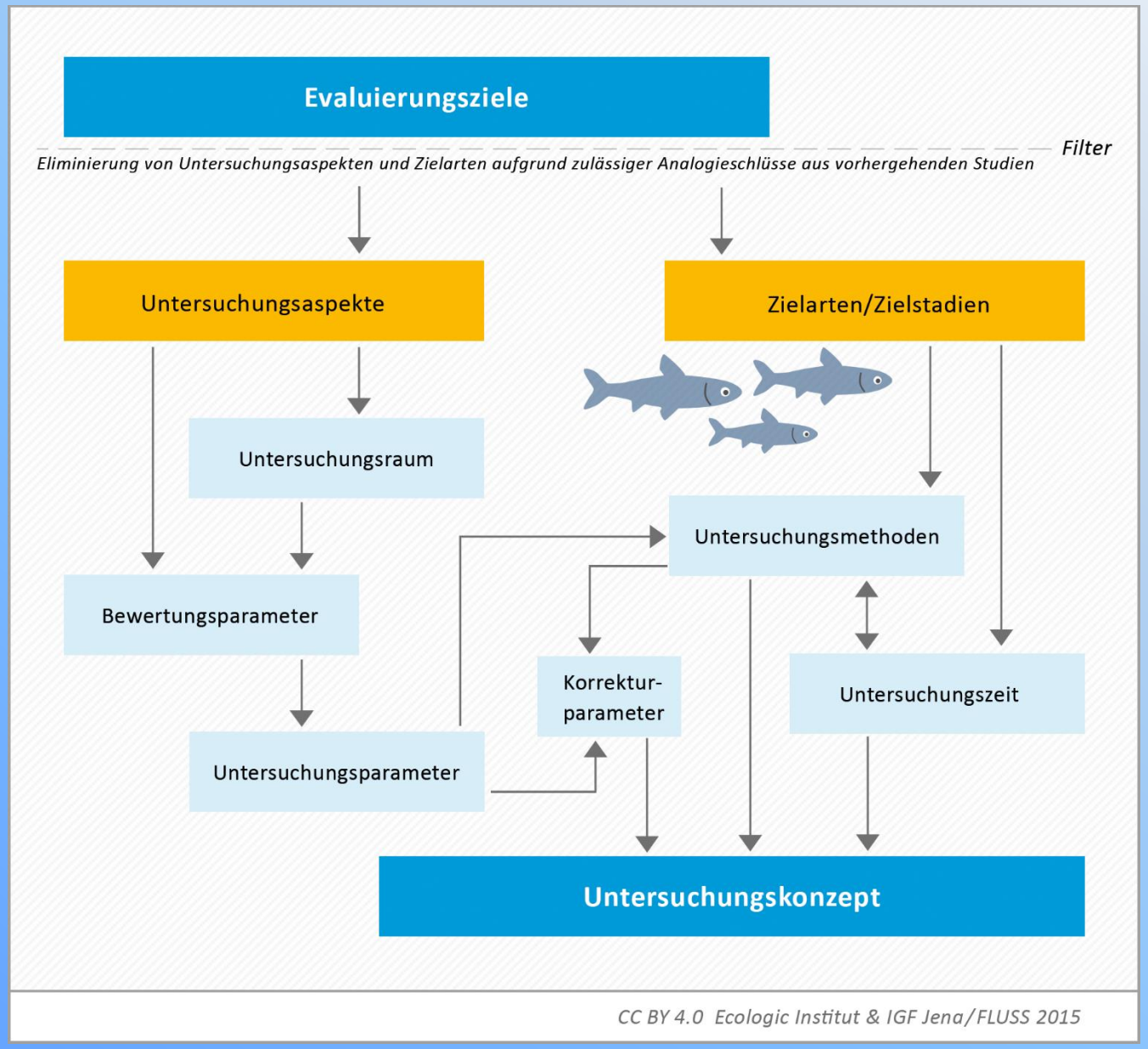
# Biologische Abstiegsuntersuchung - Zielarten

Aus Evaluierungsziel leiten sich Zielarten und –stadien teilweise nicht unmittelbar ab. Festlegung gemeinsam mit Auftraggeber und zuständigen Behörden erforderlich!

Einzelne Arten (z.B. diadrome)

Gesamtartenspektrum

# Biologische Abstiegsuntersuchung




CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Untersuchungsraum

## ① Standort

Der Standort als übergeordnete Einheit kann mehrere Hauptkorridore aufweisen.

## ② Korridorgruppe

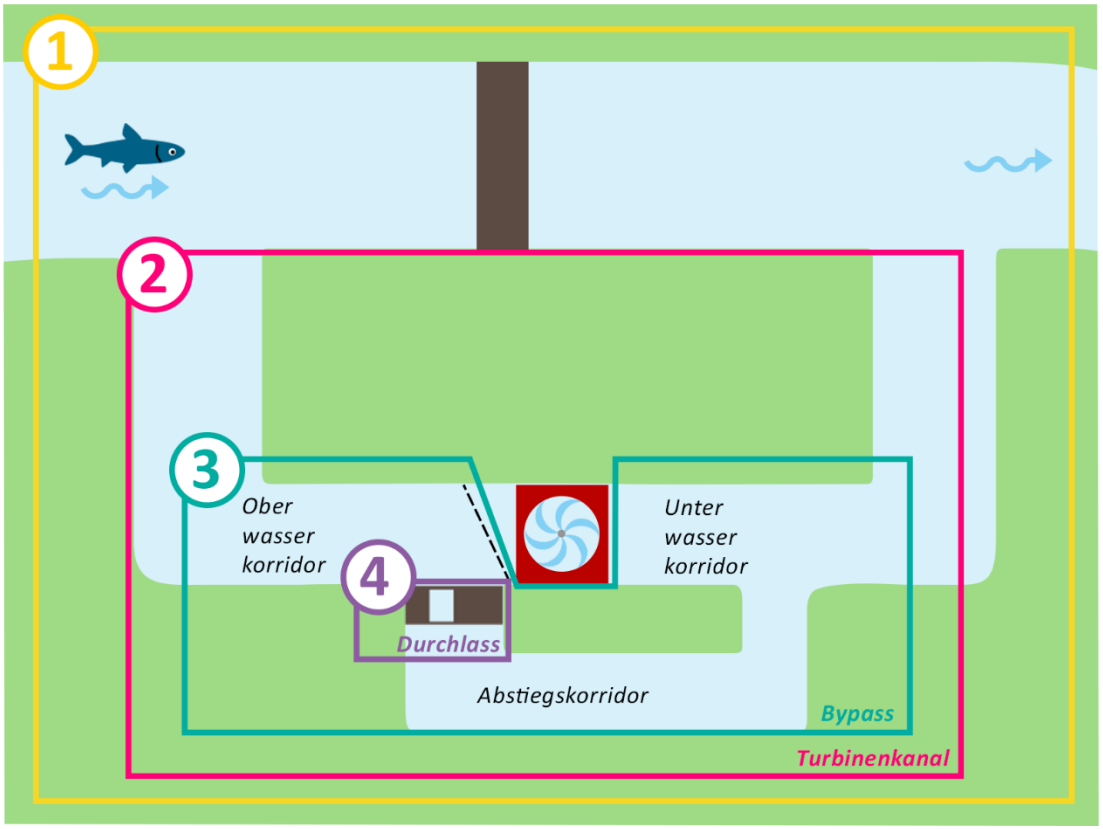
(*hier: Turbinenkanal*)
Eine Korridorgruppe kann aus mehreren Korridoren bestehen.

## ③ Korridor

*(hier: Bypass)*
Ein Korridor gliedert sich stets in Oberwasser-, Abstiegs- und Unterwasserkorridor.

## ④ Korridorkomponente

*(hier: Durchlass)*
In Subkorridoren befindliche Einbauten werden als Korridorkomponenten bezeichnet. Sie stellen die kleinste Betrachtungsebene dar.




Wehr

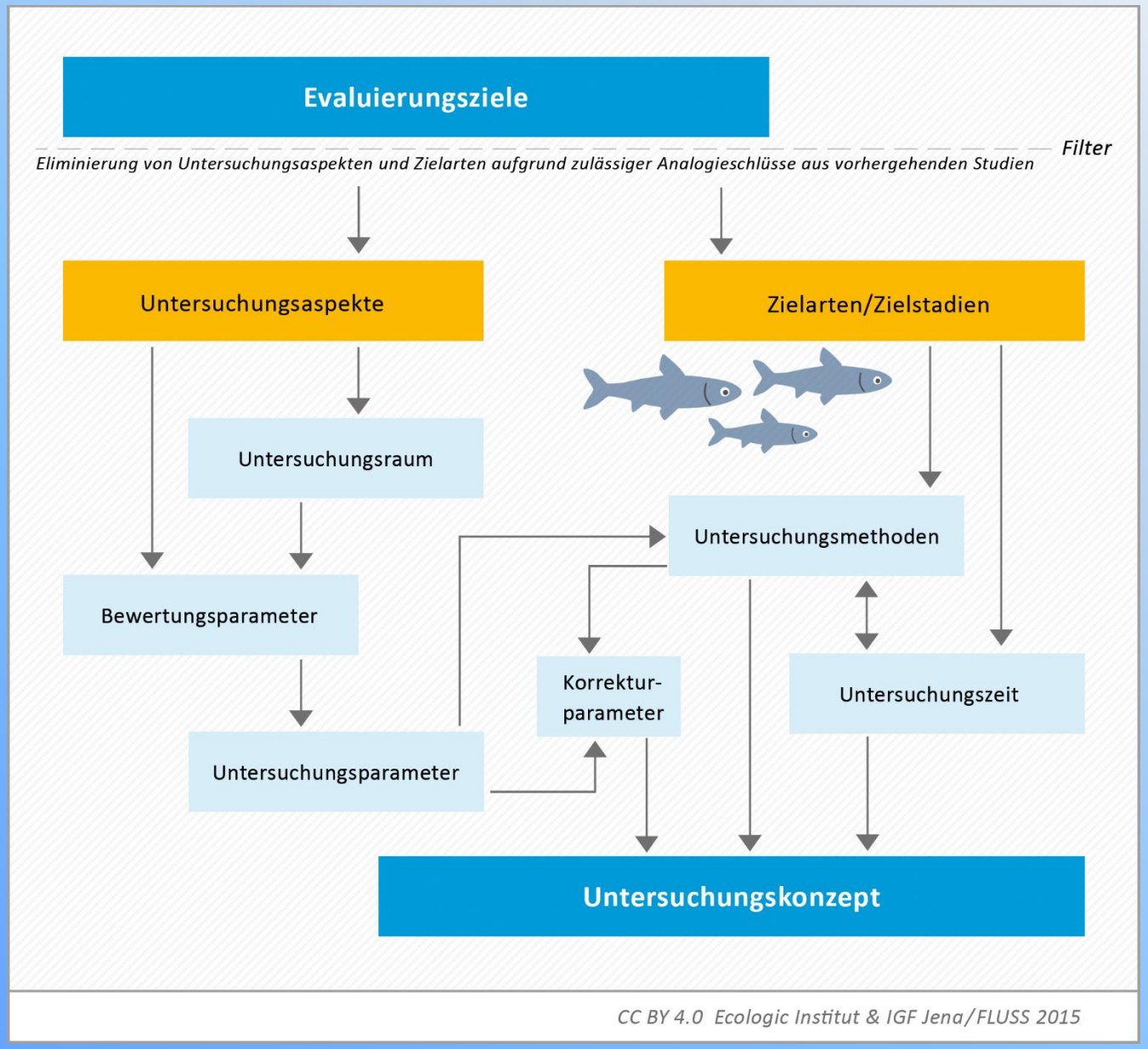
Durchlass

Turbine

Fischschutz

CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Bewertungsparameter

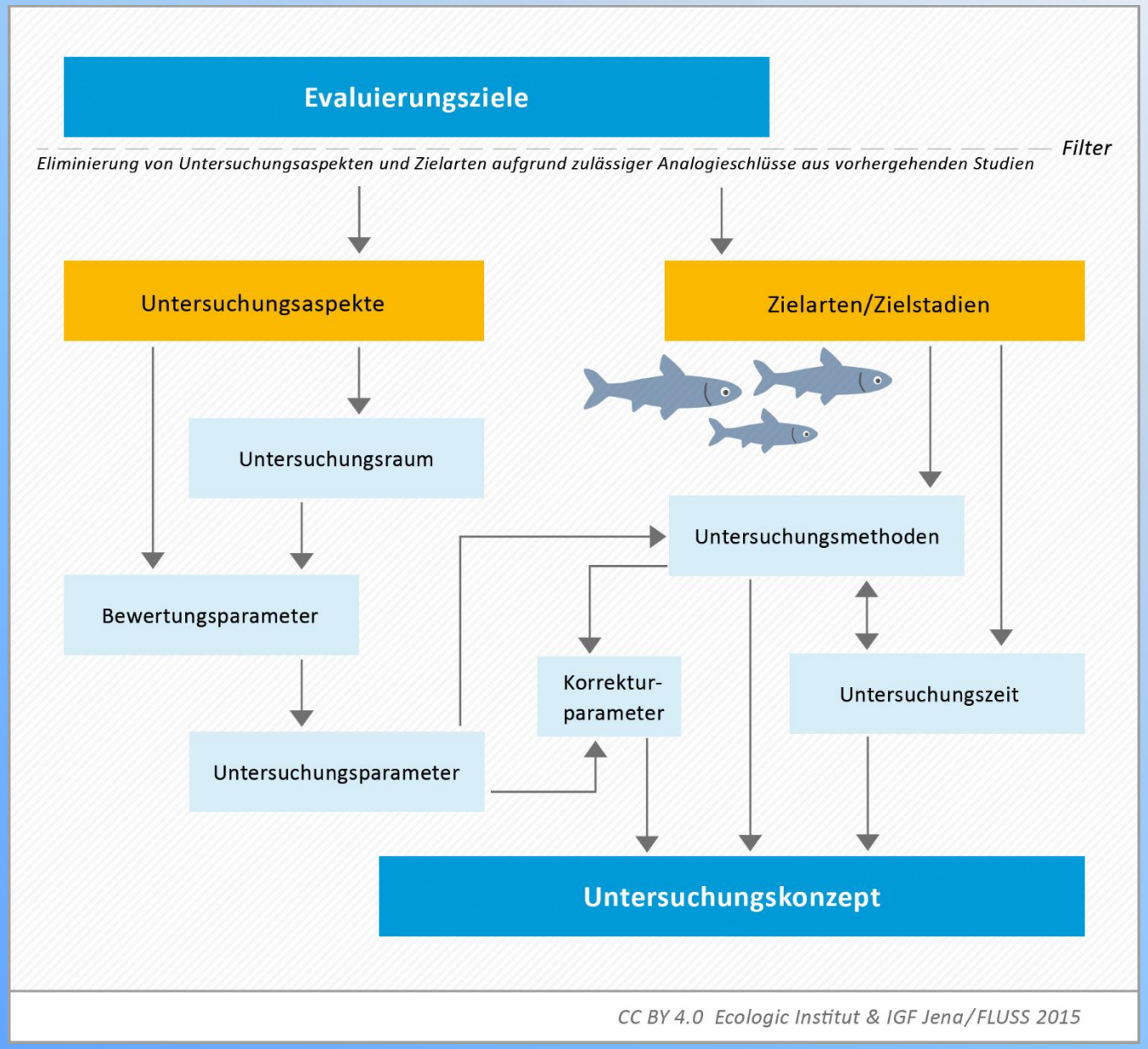



CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Bewertungsparameter

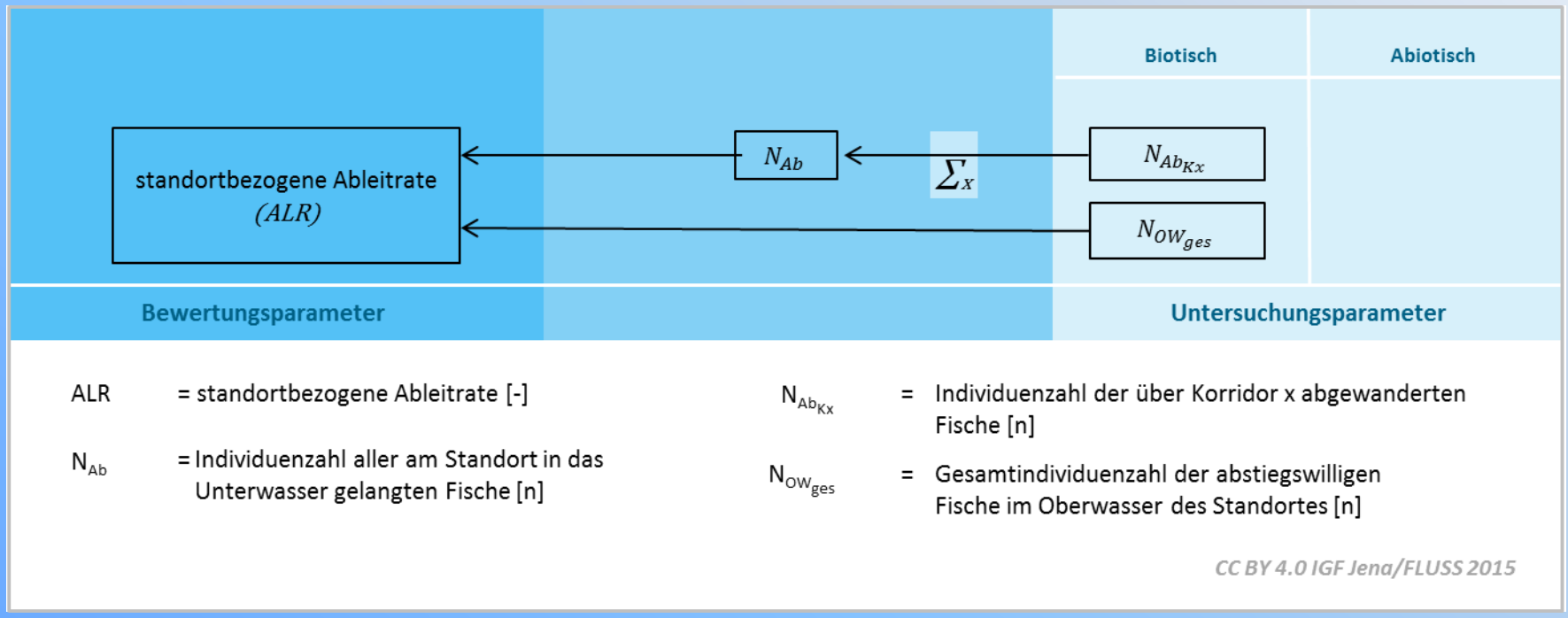
| Lfd.-Nr. | Bewertungsparameter |
|---|---|
| 1 | Vorschädigungsrate |
| 2 | Normierter Tagesfang |
| 3 | Durchflussnormierter Einheitsfang |
| 4 | Abstiegsrate |
| 5 | Korridorspezifische Schädigungsrate |
| 6 | Standortschädigungsrate |
| 7 | Korridorspezifische Mortalitätsrate |
| 8 | Standortmortalitätsrate |
| 9 | Korridorspezifische Überlebensrate |
| 10 | Standortüberlebensrate |
| 11 | Schutzrate |
| 12 | Körpergrößenspezifische Schutzwahrscheinlichkeit |
| 13 | Artenselektivität von Abstiegskorridoren |
| 14 | Schutzsystemableitrate |
| 15 | Standortbezogene Ableitrate |
| 16 | Einschwimmrate |
| 17 | Suchrate |
| 18 | Fluchtrate |
| 19 | Mittlere Suchzeit |
| 22 | Mittlere Migrationsverzögerung |

# Biologische Abstiegsuntersuchung




CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Untersuchungsparameter




ALR = standortbezogene Ableitrate [-]

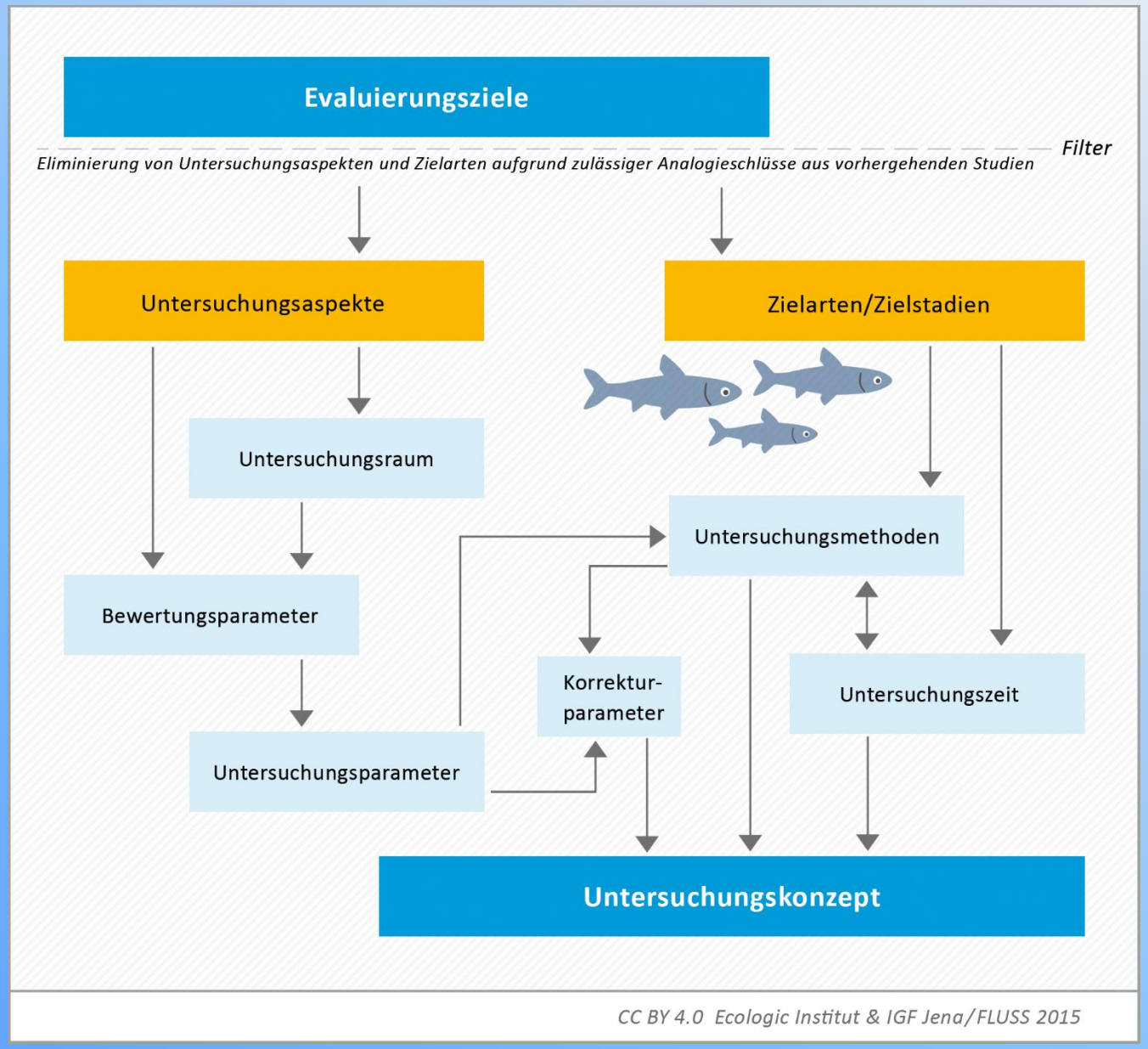
$N_{Ab}$ = Individuenzahl aller am Standort in das Unterwasser gelangten Fische [n]

$N_{Ab_{Kx}}$ = Individuenzahl der über Korridor x abgewanderten Fische [n]

$N_{OW_{ges}}$ = Gesamtindividuenzahl der abstiegswilligen Fische im Oberwasser des Standortes [n]

CC BY 4.0 IGF Jena/FLUSS 2015

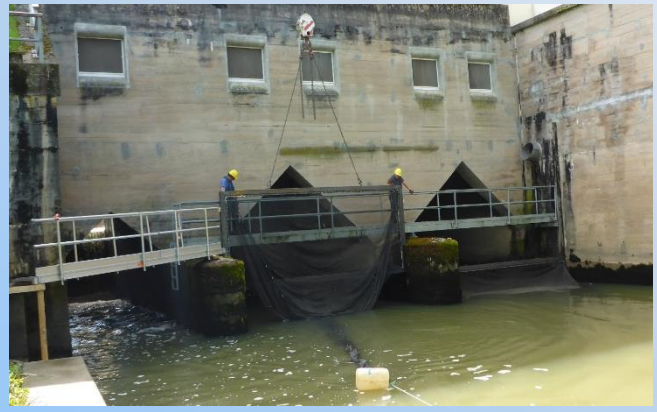
# Biologische Abstiegsuntersuchung



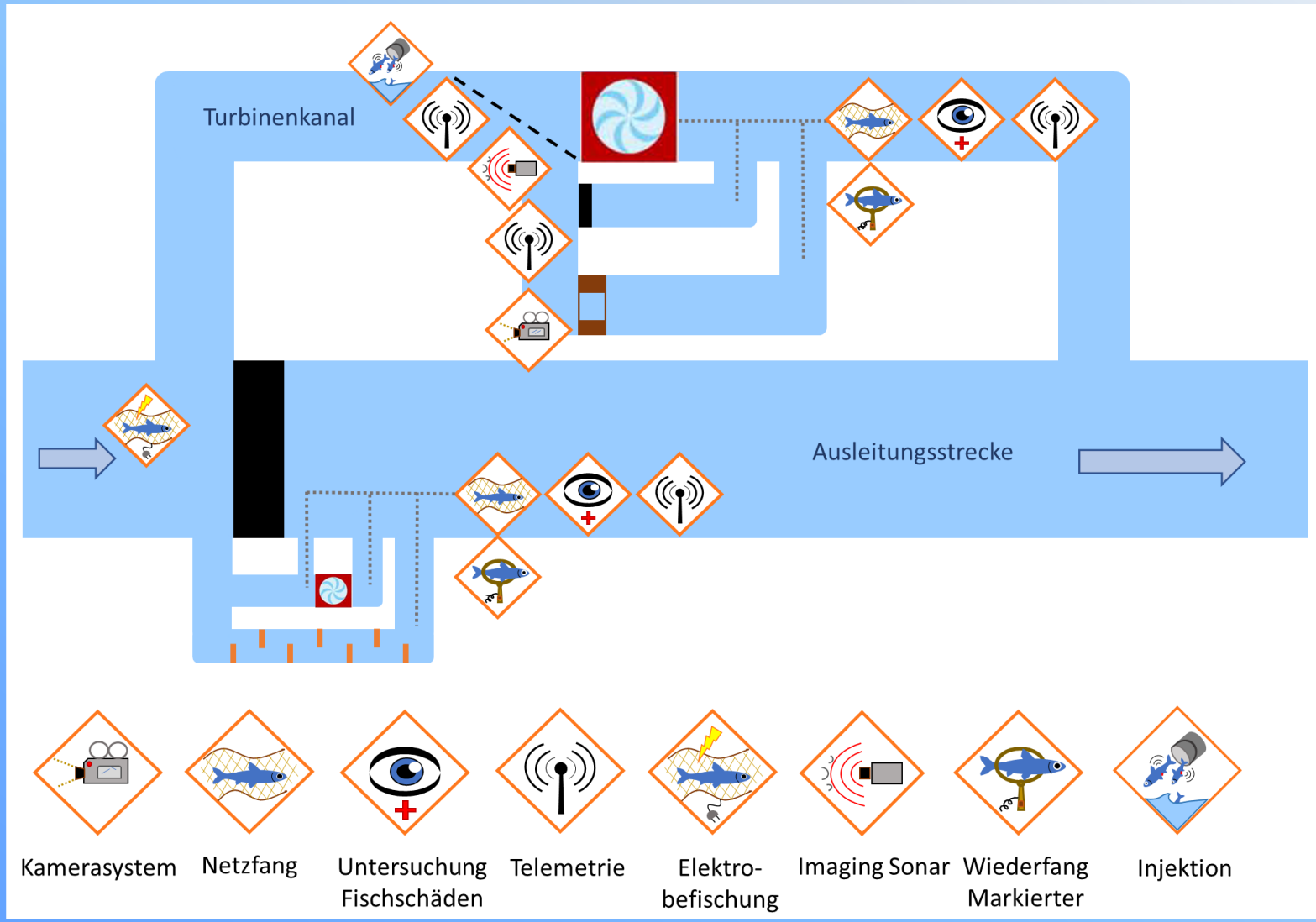

CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Untersuchungsmethoden

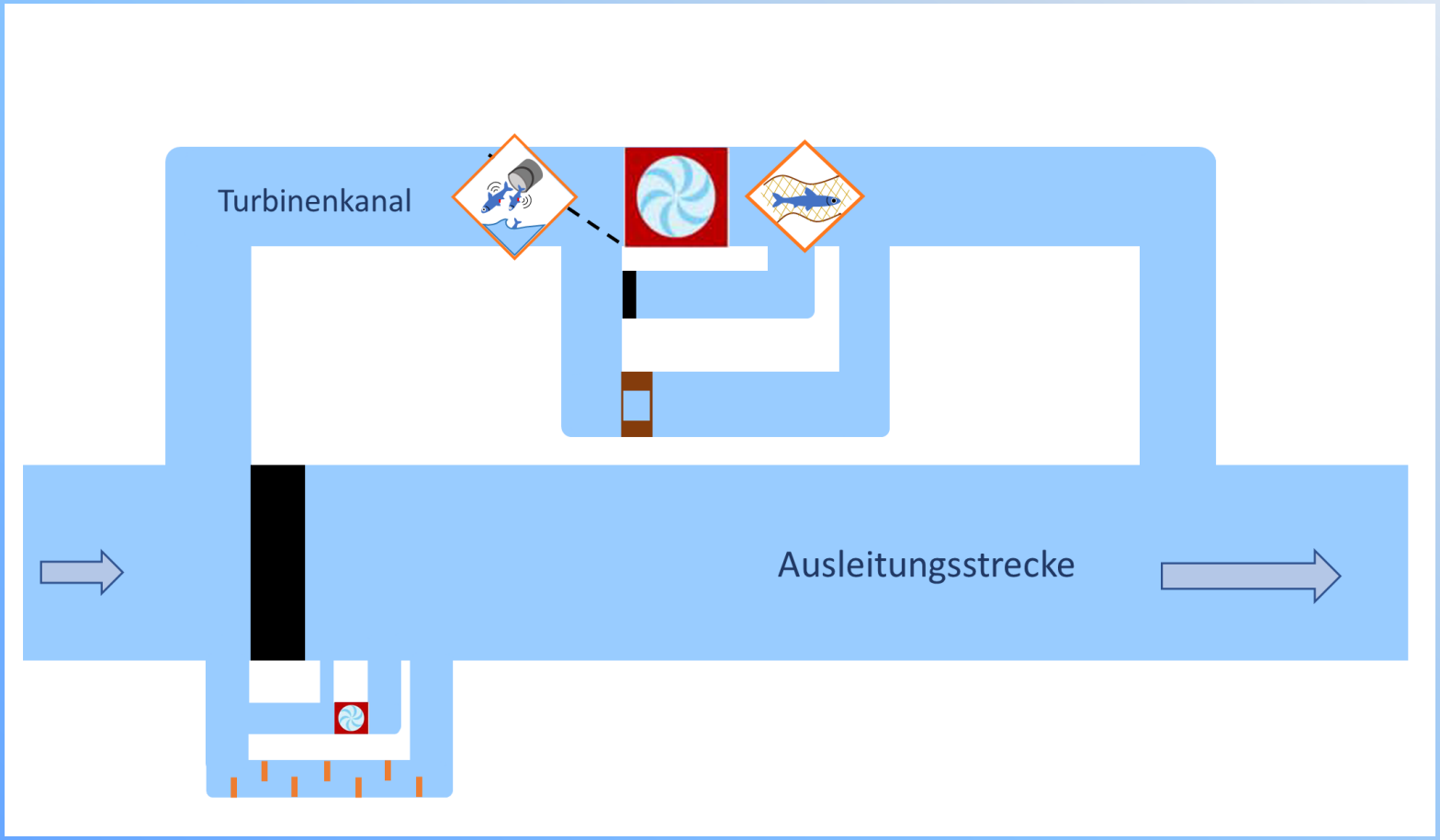
1. Hamen
2. Reuse
3. Rotationsfalle
4. Plankton & Driftnetze
5. Single-, Dual- & Split-Beam Echolot
6. Imaging Sonar
7. Kamerasysteme
8. Automatische Zählsysteme
9. Markierung und Wiederfang
10. Telemetrie
11. Fisch-Injektion
12. Dummys
13. Elektrobefischung
14. Untersuchungen Rechenreinigungssystemen



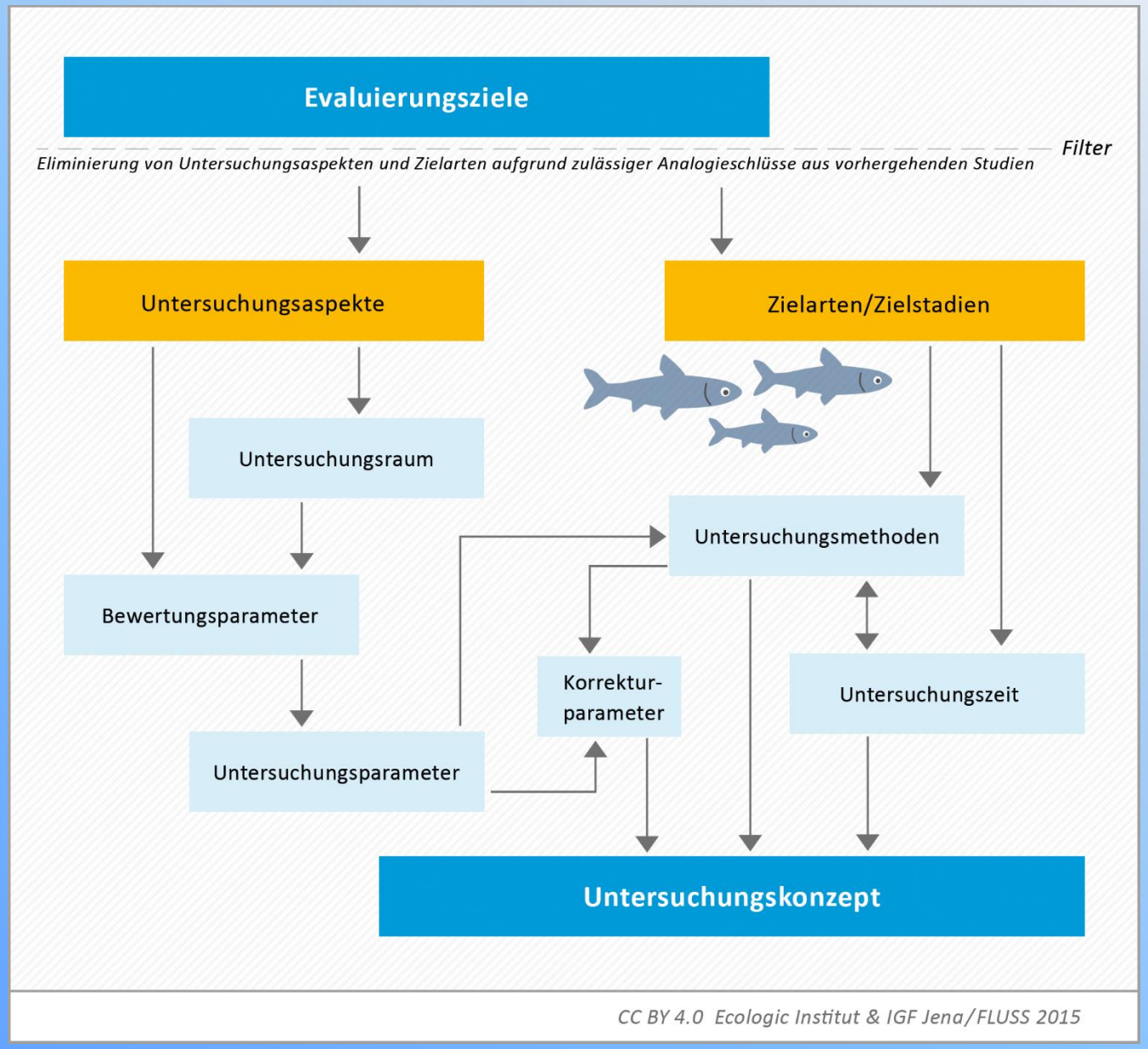
Beispiel 1: *Umfassende Untersuchung der Effizienz der Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen*



Beispiel 2: *Bewertung der Auswirkung einer modifizierten Turbine auf die Mortalität*



# Biologische Abstiegsuntersuchung




CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Untersuchungszeit

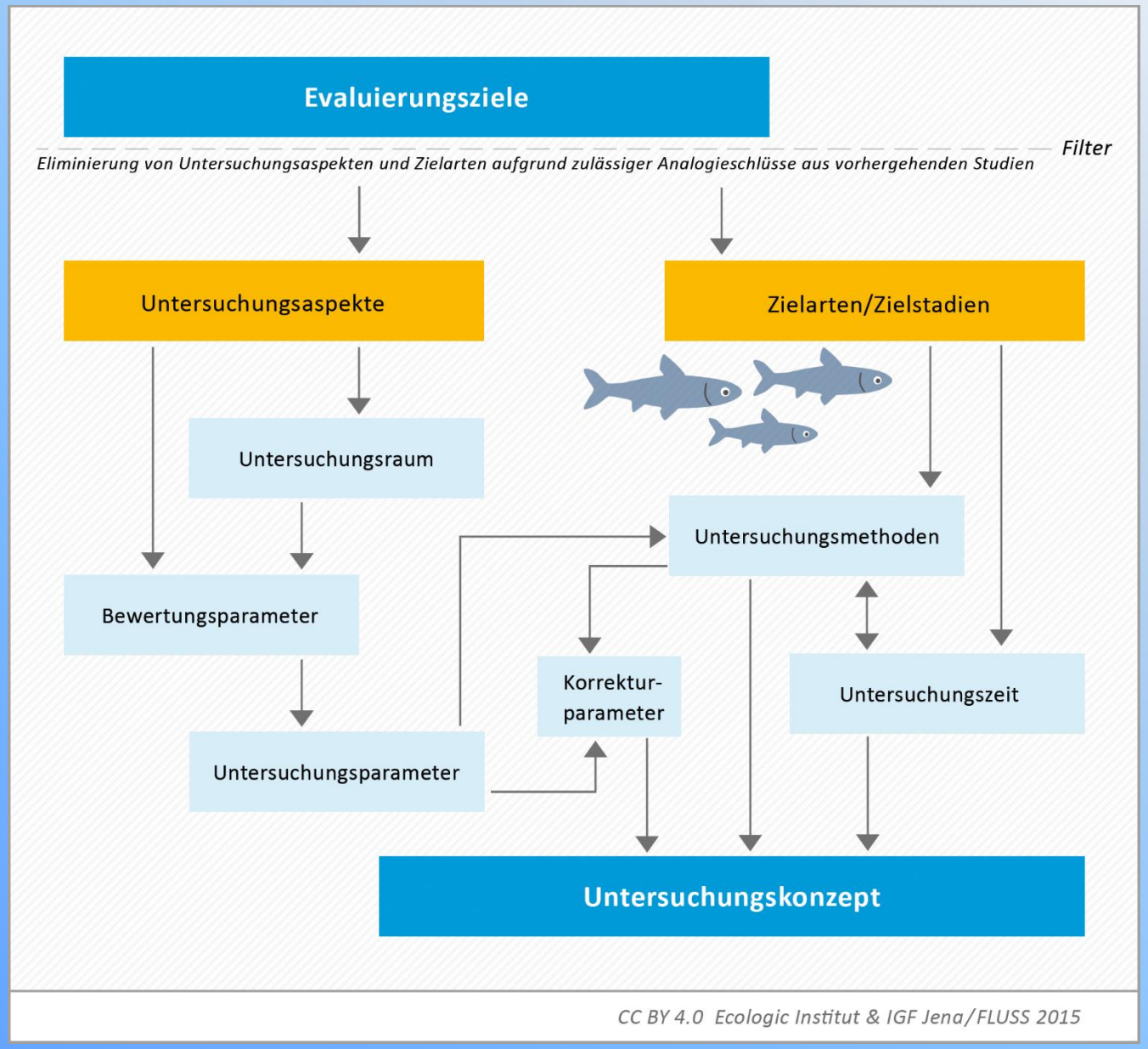
| Art / Artengruppe | Entwicklungs-stadium | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aal (*Anguilla anguilla*) | 4 (Gelbaale) | | | | 20 – 60 cm | | | | | | | | |
| | 5 (Blankaale) | | | | | 30 – 45 cm (Männchen) bzw. 50 – 90 cm (Weibchen) | | | | | | | |
| Atlantischer Lachs (*Salmo salar*) | 4 (Smolts) | | | 10 – 25 cm | | | | | | | | | |
| | 5 (Kelts) | 50 – 120 cm | | | | | | | | | | | |
| Europäischer Stör (*Acipenser sturio*) | 3 + 4 | | | ? Mehrsömmrige (< 60 cm) | | | | ? nsömmrige (< 20 cm) + Mehrsömmrige (< 60 cm) | | | | | ? |
| | 5 | | | | | 100 – 400 cm | | | | | ? | | |
| Finte (*Alosa fallax*) | 1 + 2 + 3 + 4 | | | | | ≤ 11 cm | | | | | | | |
| | 5 | | | | | 20 – 50 cm | | | | | | | |
| Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*) | 4 (Macrophth.) | 10 – 15 cm | | | | | | | | | 10 – 15 cm | | |
| Maifisch (*Alosa alosa*) | 1 + 2 + 3 + 4 | | | | | ≤ 12 cm | | | | | | | |
| | 5 | | | | | 30 – 70 cm | | | | | | | |
| Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) | 4 (Macrophth.) | 12 – 17 cm | | | | | | | | | 12 – 17 cm | | |
| potamodrome Arten (Frühjahrs- und Sommerlaicher) | 1 + 2 + 3 | | | | ≤ 3 cm | | | | | | | | |
| | 4 | | | 3 – 70 cm | | | | | | | | | |
| | 5 | | | 5 – > 150 cm | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **1** | Eier / Embryonen |
| **2** | Dottersackbrütlinge / Eleutheroembryonen |
| **3** | Larven |
| **4** | Juvenile |
| **5** | Adulte / Subadulte |

| | |
|---|---|
| | keine Präsenz im Süßwasser oder geringe Wander- bzw. Driftaktivität |
| | potamodrome Wanderung bzw. Drift mit unterschiedlicher Motivation |
| | diadrome Wanderung bzw. Drift zum Nahrungsgebiet |
| | diadrome Wanderung bzw. Drift zum Laichgebiet |
| ? | Begrenzung des Abwanderungszeitraums ungeklärt |

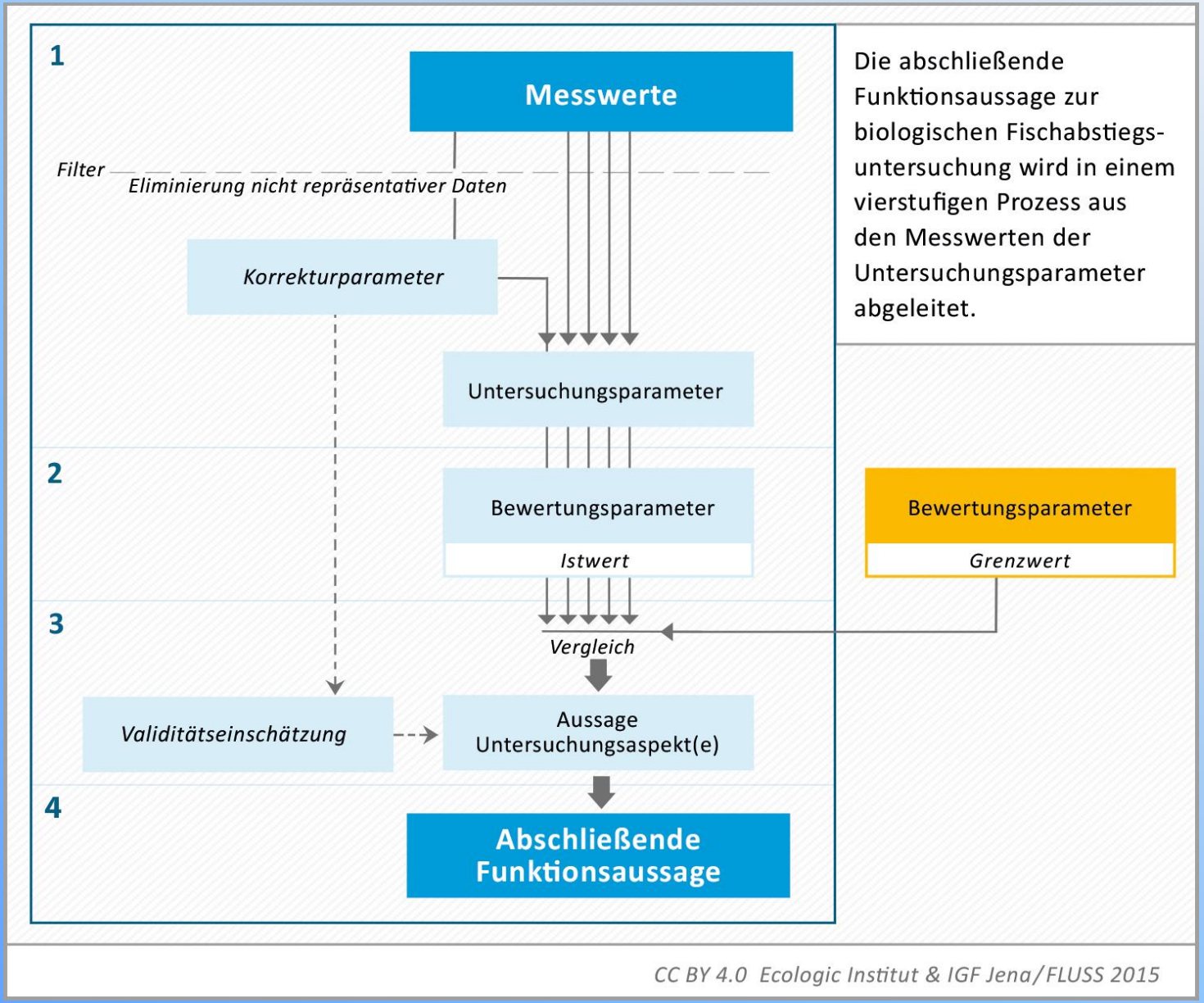
entnommen aus EBEL 2013

# Biologische Abstiegsuntersuchung



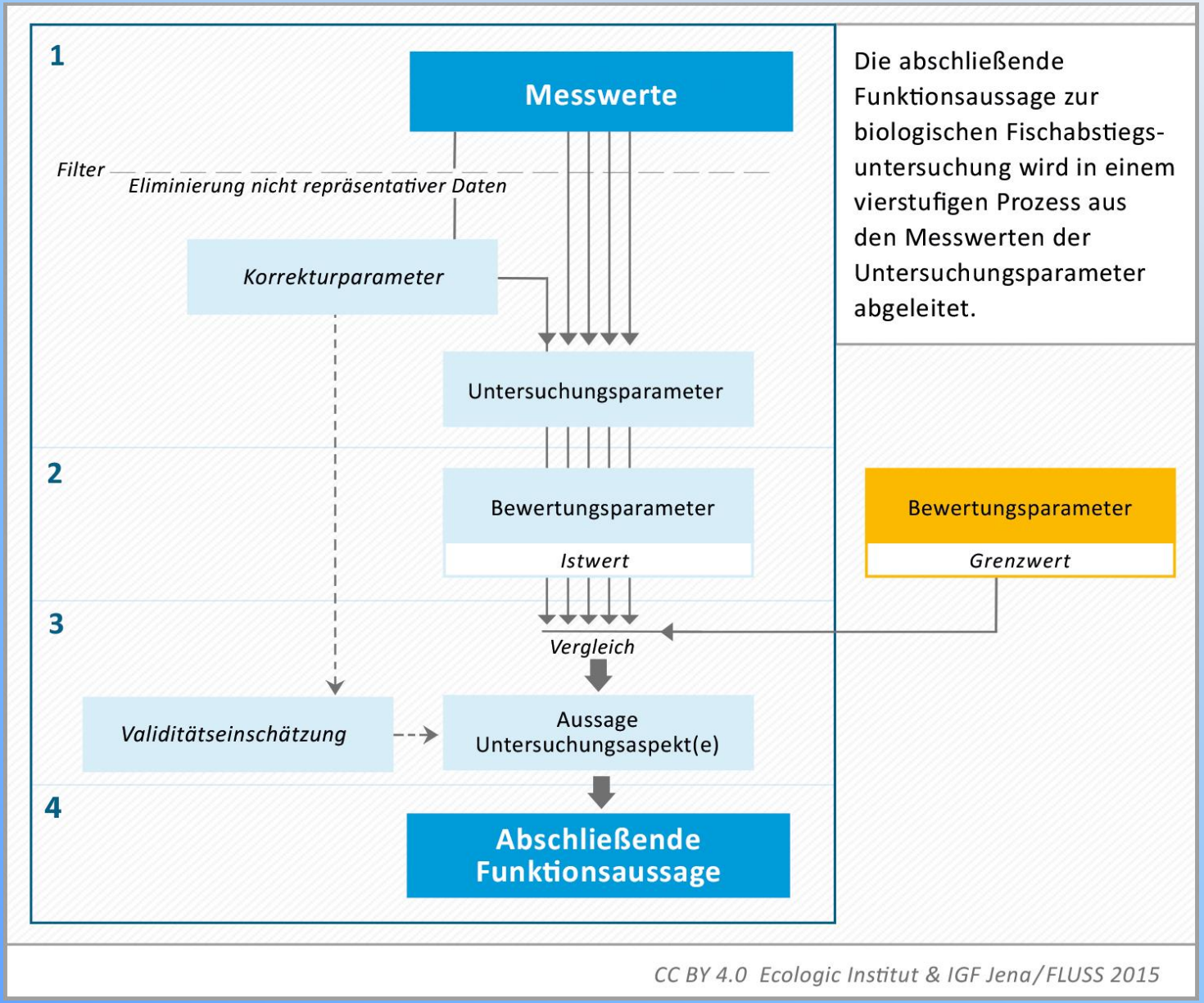

CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Auswertung




CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Biologische Abstiegsuntersuchung - Auswertung



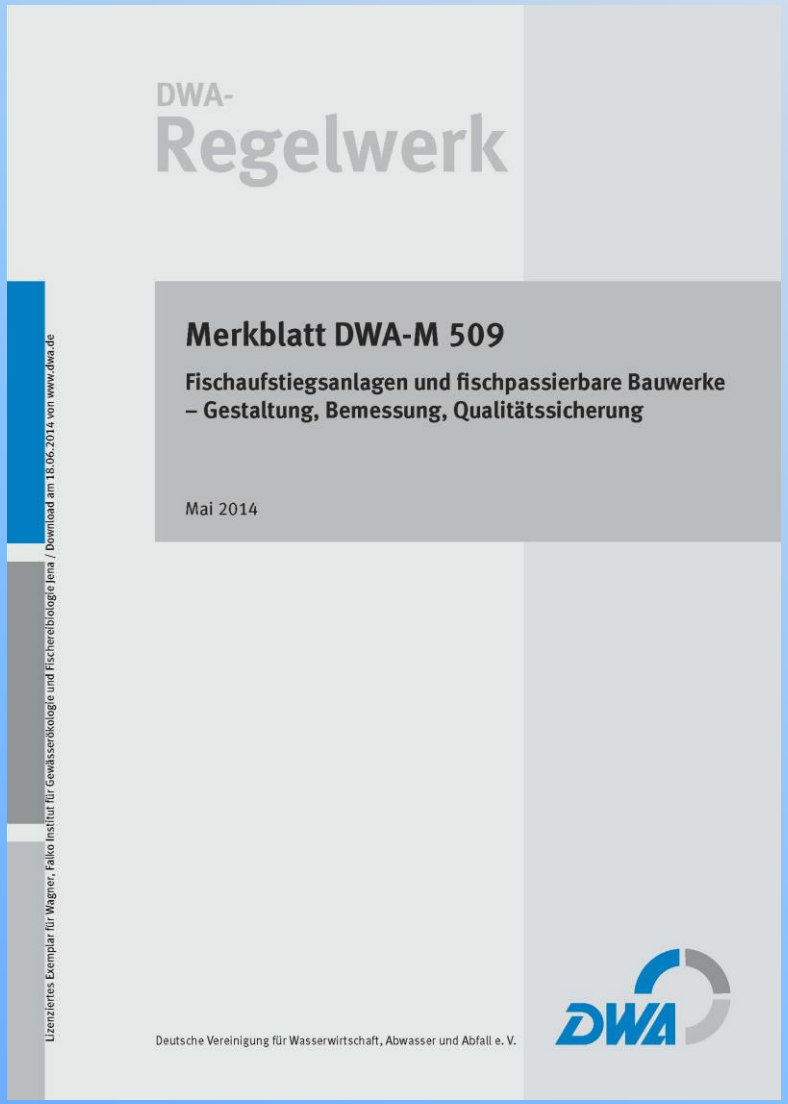

CC BY 4.0 Ecologic Institut & IGF Jena/FLUSS 2015

# Themenblock 2

Funktionskontrolle
Fischaufstiegsanlage

# Warum Funktionskontrolle ?

## Regelwerk für Konzeption und Bau von FAA



# Warum Funktionskontrolle ?

1. Bewertung von Altanlagen
2. FAA unterliegen bei Planung und Bau vielen Restriktionen
3. Planung und Bau nach aktuellem Stand des technischen Regelwerks ist Voraussetzung aber keine Garantie für Funktionsfähigkeit

# Warum Funktionskontrolle ?

Zentrale Frage: Können Fische (& Wirbellose) das Wanderhindernis passieren?

Anforderungen:

1. Eignung als Wanderkorridor (Auffindbarkeit+Passierbarkeit)
2. Alle potentiell natürlichen Fischarten
3. Gesamtes Größenspektrum mobiler Stadien
4. Mindestens 300 Tage pro Jahr funktionsfähig

# Methodisches Konzept

Funktionskontrolle aus zwei Teilen bestehend

1. Technisch-hydraulische Charakterisierung

Erfassung und Dokumentation abiotischer Voraussetzungen für die ökologische Durchgängigkeit am Standort

2. Biologische Funktionskontrolle

Evaluierung des tatsächlichen Fischaufstiegs über FAA und Bewertung der biologischen Anlagenfunktion

# Techn. hydraulische Charakterisierung

Betrachtung:

Baukörper der FAA

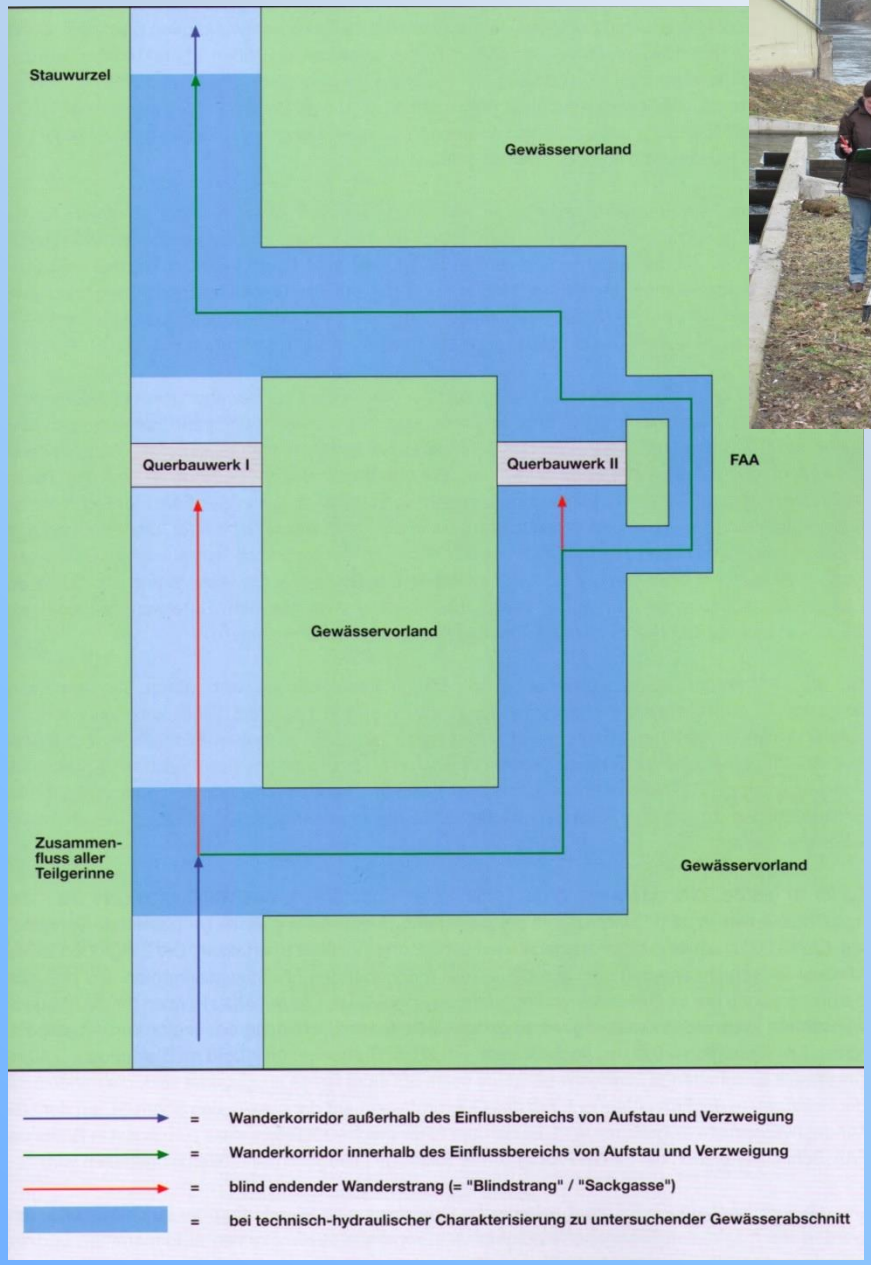
&

benachbarte Gewässerabschnitte

Bedingungen: $Q_{60\pm30d}$ & $Q_{300\pm30d}$

↓

300 Tage Funktionsfähigkeit

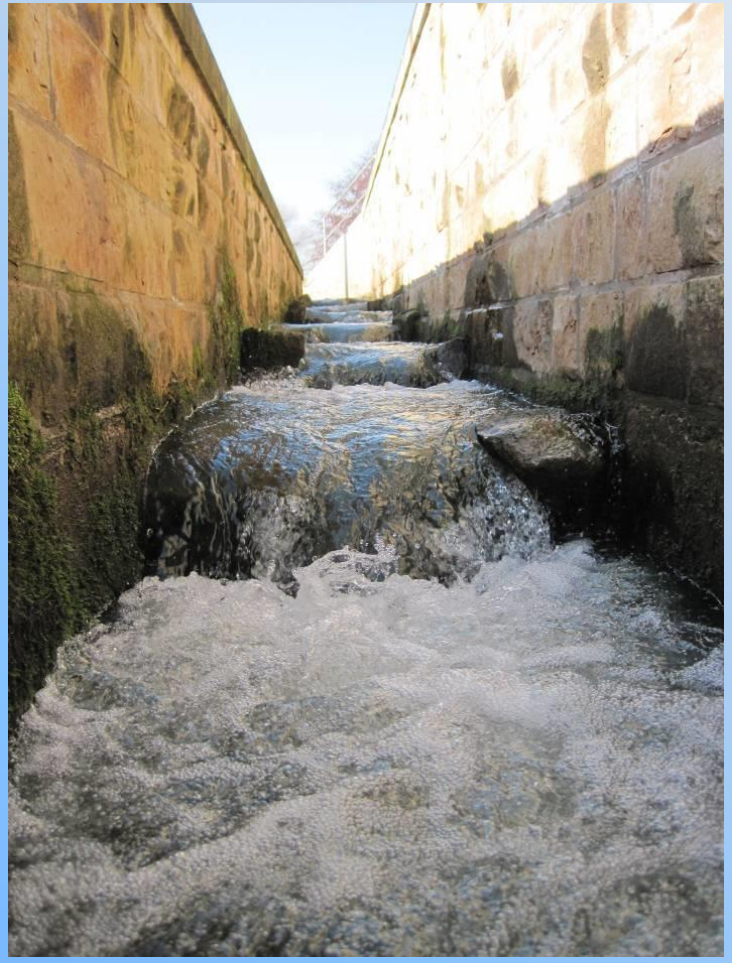


**Prüfkriterium 1** - Auffindbarkeit & Erreichbarkeit der FAA im Unterwasser

- Abflussaufteilung
- Fließgeschwindigkeiten
- Wassertiefe
- Lage Einstieg
- Winkel  Leitströmung
- Sohlanbindung

## **Prüfkriterium 2** - Passierbarkeit FAA

- Beckengeometrie
- Schlitz/Öffnungsweiten
- Wassertiefen
- Wasserspiegeldifferenzen
- Fließgeschwindigkeiten
- Leistungsdichte
- Sohlbeschaffenheit



## **Prüfkriterium 3** - Bedingungen im Oberwasser

- Lage FAA-Ausstieg
- Sohlanbindung
- Fließgeschwindigkeit

# Techn. hydraulische Charakterisierung

| Protokoll technisch-hydraulische Standortcharakterisierung | | | | $Q_{60\pm30d}$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $Q_{300\pm30d}$ | |
| **1. Allgemeine Angaben** | | | | | |
| FAA- Standort / Gewässer | | | | | |
| Datum | | | | | |
| Messnetzpegel / Durchfluss (Q [$m^3/s$] / Unterschreitungsdauer [d] | | | | | |
| Bearbeiter / Institution | | | | | |
| Unterschrift für Protokoll (inkl. Lageplan mit Strömungsskizze + Fotodokumentat. | | | | | |
| **2. Ergebnisdokumentation für Unterwasser-Komponente des Wanderkorridors** | | | | | |
| Hydraulik im Bereich von Gewässerverzweigungen | | Q [$m^3/s$] | $v_{MAX}$ [m/s] | $v_M$ [m/s] | |
| Zusammenfluss von Wanderkorridore (WK) und Blindstrang 1 (BS1) | WK | | | | |
| | BS | | | | |
| Zusammenfluss von FAA und Blindstrang 2 (BS2) | FAA | | | | |
| | BS2 | | | | |
| Entfernung FAA-Einstieg bis hydraulisches oder bauliches Wanderhindernis (a [m]) | | | | | |
| Winkel zwischen FAA-Leitströmung und Gewässerströmungsrichtung (α [°]) | | | | | |
| senkrechter Abstand Gewässersohle bis Sohle FAA-Einstieg ($t_u$ [m]) | | | | | |
| senkrechter Abstand Wasserspiegel bis OK FAA-Einstieg ($t_o$ [m]) | | | | | |
| maximale Wassertiefe auf pessimaler Schnelle ($h_{MAX}$ [m]) | | | | | |
| querprofilgemitt. Fließgeschw. in Engstelle ($h_{MAX}$·s) auf pessim. Schnelle ($V_E$ [m/s]) | | | | | |
| mittlere Stromstrich-Fließgeschwindigkeit ($v_{MAX,M}$ [m/s]) | | | | | |
| durchgehend gewässertypisches Sohlsubstrat | Vorhandensein [ja/nein] | | | | |
| | Ort Unterbrechung | | | | |
| | Länge Unterbrechung [m] | | | | |
| **3. Ergebnisdokumentation für FAA-Komponente des Wanderkorridors** | | | | | |
| minimale Beckenlänge ($l_{MIN}$ [m]) / Lokalität | | | | | |
| minimale Beckenbreite ($b_{MIN}$ [m]) / Lokalität | | | | | |
| minimale Schlitzweite ($s_{MIN}$ [m]) / Lokalität | | | | | |
| minimale Wassertiefe unterhalb Trennwand/Riegel ($h_{B,MIN}$ [m]) / Lokalität | | | | | |
| minimale mittlere Wassertiefe im Becken ($h_{M,MIN}$ [m]) / Lokalität | | | | | |
| maximale Wasserspiegeldifferenz ($\Delta h_{MAX}$[m]) / Lokalität | | | | | |
| maximale sohlnahe Fließgeschwindigkeit ($v_{SO,MAX}$ [m/s]) / Lokalität | | | | | |
| maximale querprofilgemittelte Fließgeschwindigkeit ($v_{E,MAX}$ [m/s]) / Lokalität | | | | | |
| maximale Leistungsdichte ($p_{MAX}$ [$W/m^3$] / Lokalität | | | | | |
| durchgehend raues Sohlsubstrat | Vorhandensein [ja/nein] | | | | |
| | Ort Unterbrechung | | | | |
| | Länge Unterbrechung [m] | | | | |
| **Ergebnisdokumentation für Oberwasser-Komponente des Wanderkorridors** | | | | | |
| Entfernung von FAA-Ausstieg bis Stauwurzel (L[m]) | | | | | |
| mittlere Stromstrich-Fließgeschwindigkeit ($v_{MAX,M}$ [m/s]) | | | | | |
| durchgehend gewässertypisches Sohlsubstrat | Vorhandensein [ja/nein] | | | | |
| | Ort Unterbrechung | | | | |
| | Länge Unterbrechung [m] | | | | |

## Prüfkriterien

1. Auffindbarkeit & Erreichbarkeit der FAA im Unterwasser

2. Passierbarkeit FAA

3. Bedingungen im Oberwasser

## Grundprinzip

Fokus: adulte Individuen häufiger bis regelmäßiger Arten (≥ 1%), während der Laichzeit

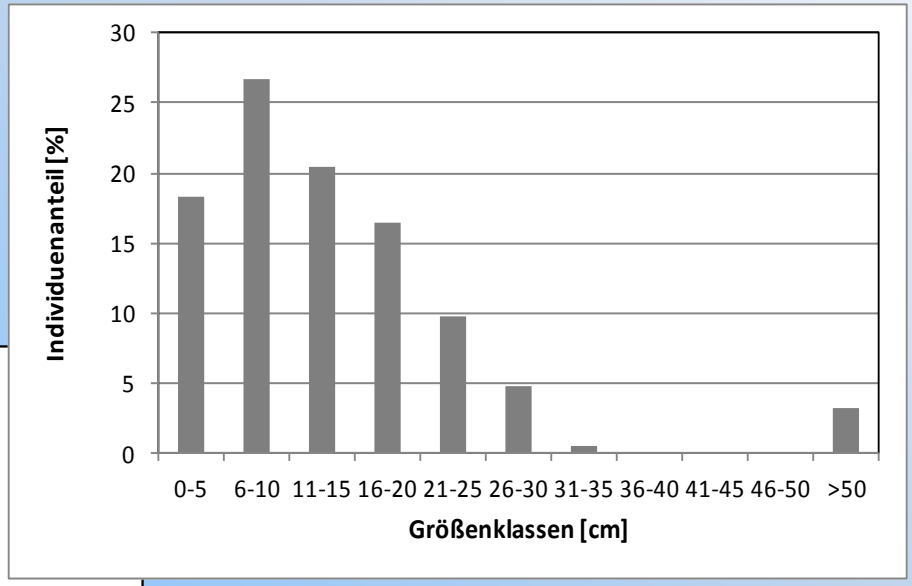
1. Erfassung des Fischbestands im Unterwasser

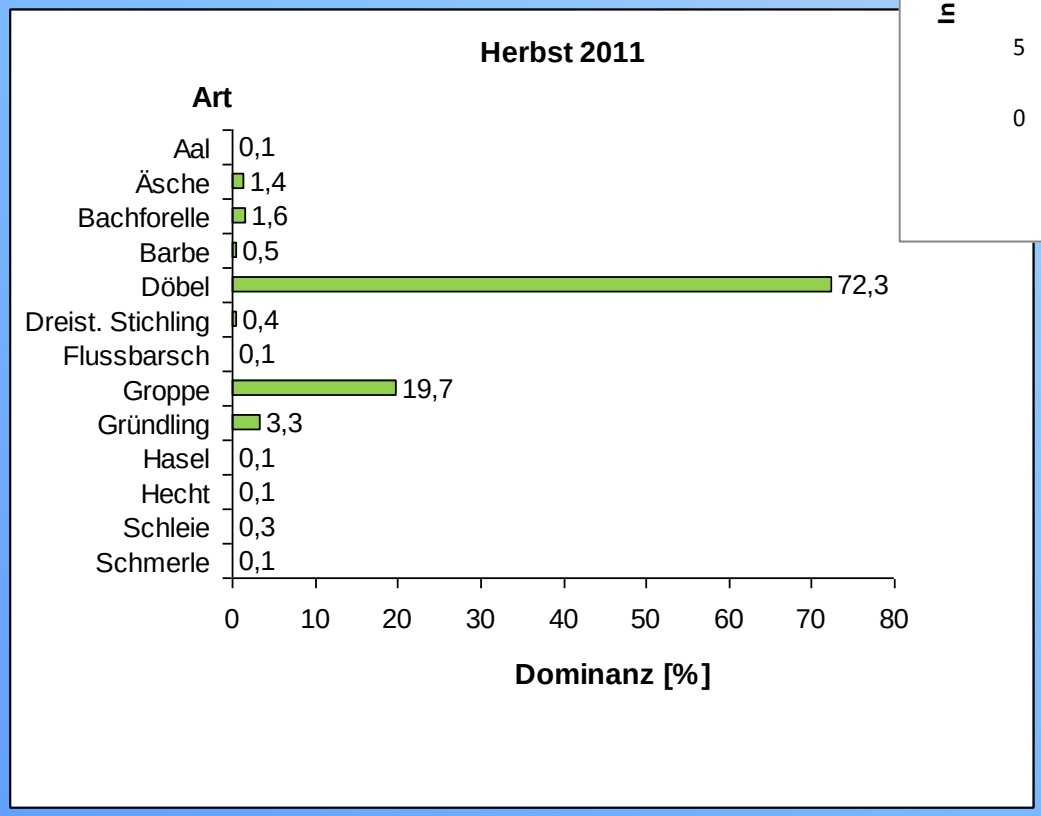
+

2. Erfassung der über die Fischaufstiegsanlage(n) aufsteigenden Fische

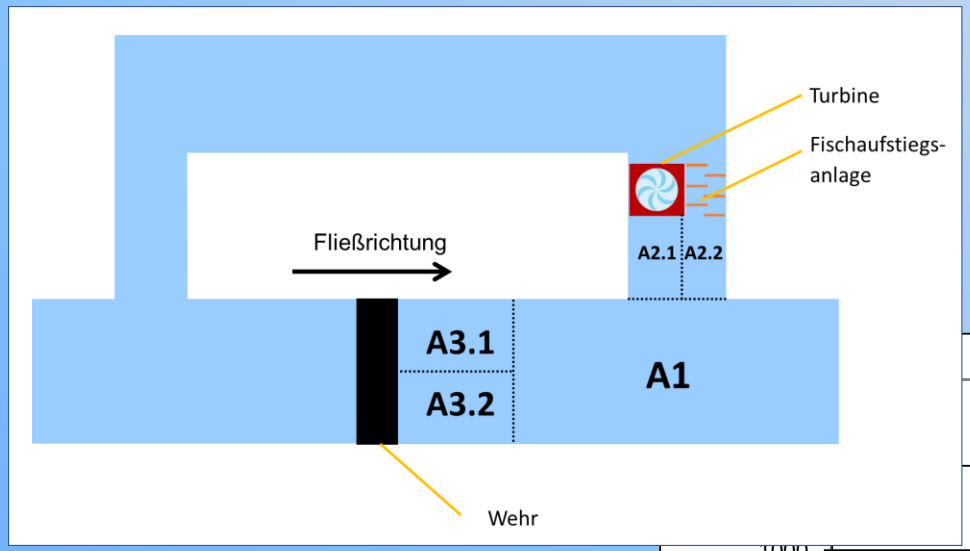
# Fischbestandsuntersuchung Unterwasser

Erfassung
Artenspektrum & Größenspektrum

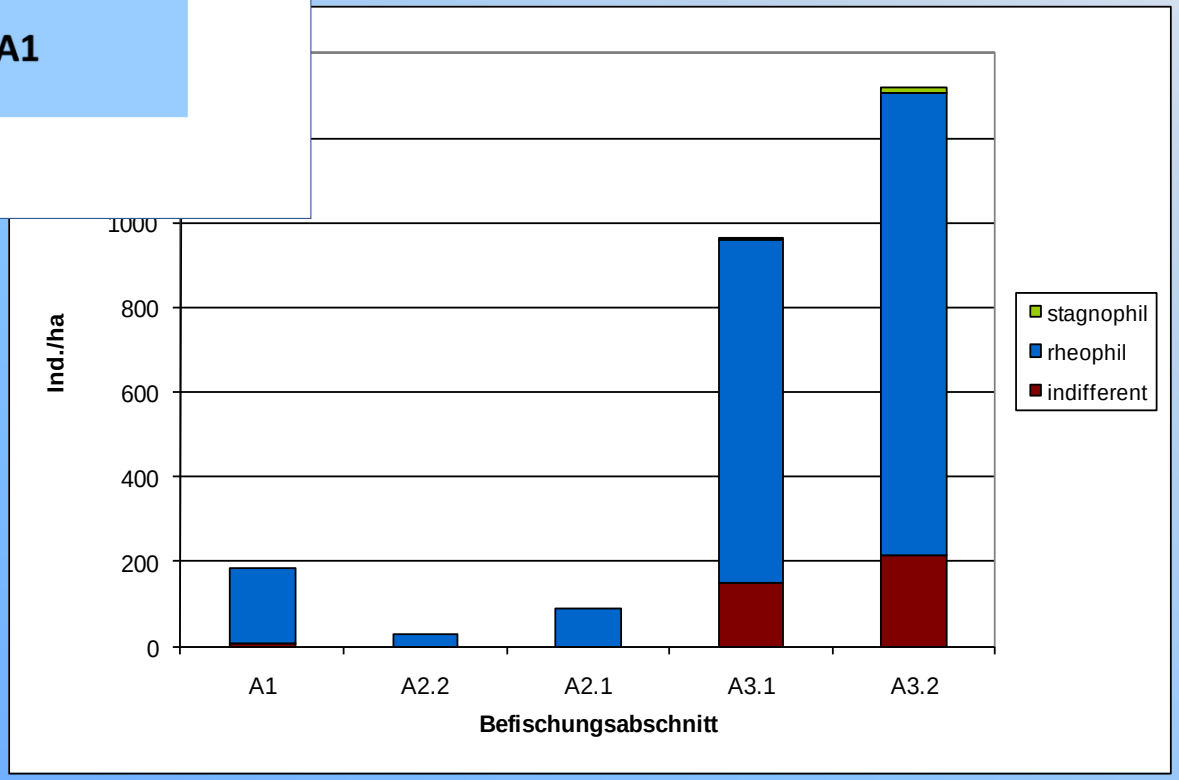


# Fischbestandsuntersuchung Unterwasser

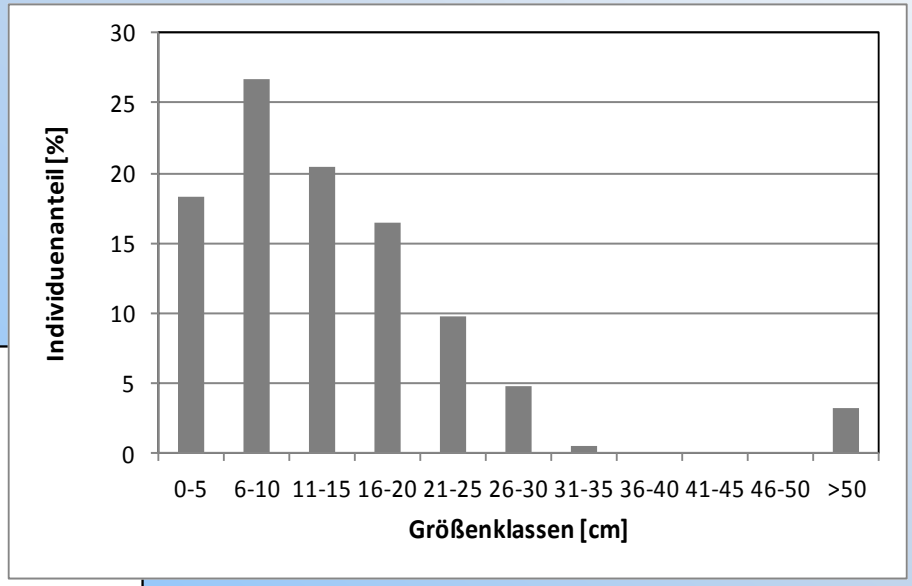


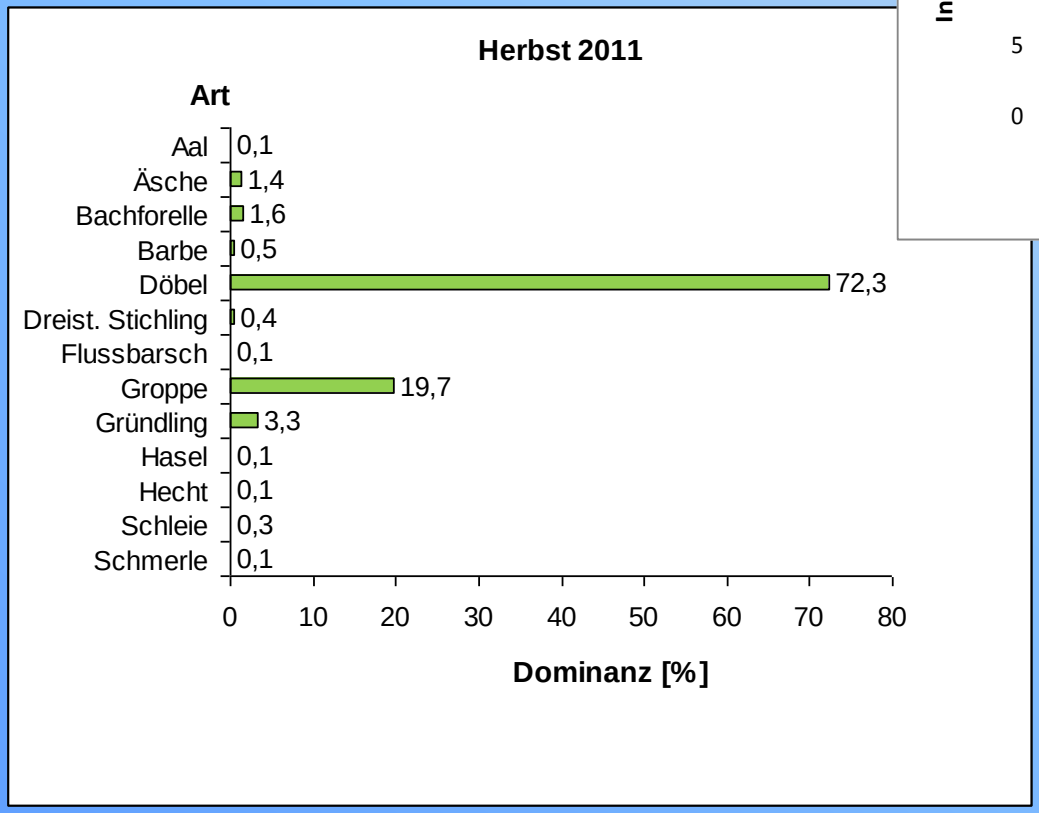

Räumliche Verteilung der Fische



## Reusenfang

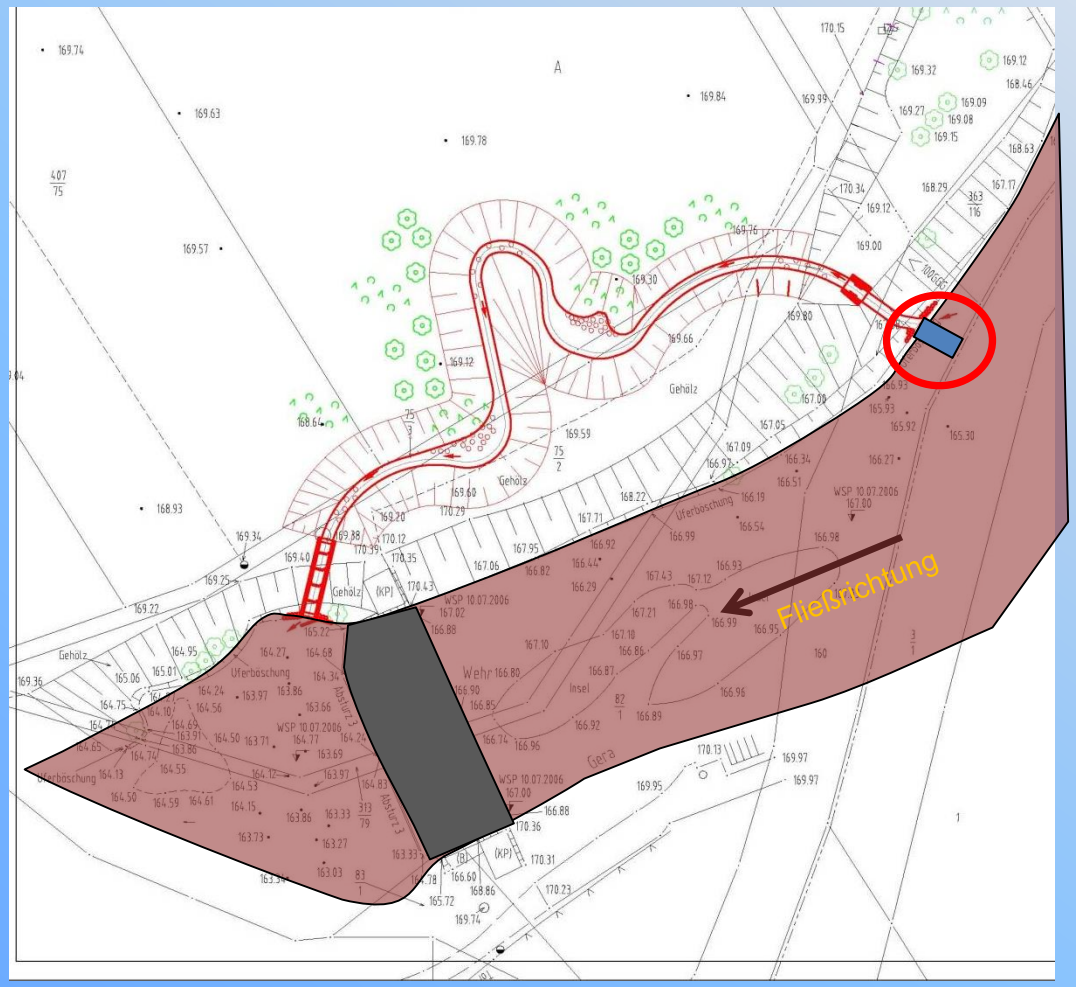
Erfassung
Artenspektrum & Größenspektrum



## Methodik – Reusenfang

1. Position der Reuse



## Methodik – Reusenfang

2. Fangzeitraum / Fangdauer

Bestimmt durch:

- Laichzeiten autochthoner & vorhandener Arten
- Abflussverhältnisse
- Klimatische Bedingungen

| Fischart | Laichzeit |
|---|---|
| Aal | März- Juni |
| Äsche | März - Juni |
| Bachforelle | Oktober – Februar |
| Bachneunauge | März – Juni |
| Barbe | Mai- Juli |
| Blei | Mai – Juli |
| Döbel | April – Juni |
| Dreistachliger Stichling | April – Mai |
| Elritze | April – Juli |
| Flussbarsch | März – Juni |
| Groppe | Februar – Mai |
| Gründling | Mai – Juni |
| Hasel | März – Mai |
| Hecht | Februar – Mai |
| Nase | März – Mai |
| Plötze | Mai – Juni |
| Quappe | Jan - März |
| Regenbogenforelle | November - Mai |
| Rotfeder | April - Mai |
| Schleie | April - August |
| Schmerle | März – Juni |
| Ukelei | April – Juni |

## Methodik – Reusenfang

3. Reusengröße, Maschenweite /Lochdurchmesser

- autochthone Arten
- Bedingungen am Fangort

| Art | | Maschenweite 8 mm | Maschenweite 10 mm |
|---|---|---|---|
| Aal | *Anguilla anguilla* | 16,0 | 20,0 |
| Äsche | *Thymallus thymallus* | 4,1 | 5,2 |
| Bachforelle | *Salmo trutta (*Fließgewässerform) | 3,9 | 4,8 |
| Bachneunauge | *Lampetra planeri* | 10,9 | 13,6 |
| Bachsaibling | *Salvelinus fontinalis* | 3,9* | 4,8* |
| Barbe | *Barbus barbus* | 4,4 | 5,5 |
| Bitterling | *Rhodeus amarus* | 2,5 | 3,5 |
| Brassen (Blei) | *Abramis brama* | 2,4 | 3,0 |
| Döbel[2] | *Leuciscus cephalus* | 3,2* | 4,0* |
| Dreistacheliger Stichling | *Gasterosteus aculeatus* | 3,7 | 4,7 |
| Elritze | *Phoxinus phoxinus* | 4,2 | 5,3 |
| Flussbarsch | *Perca fluviatilis* | 3,2 | 4,0 |
| Giebel | *Carassius gibelio* | 2,8* | 3,4* |
| Groppe | *Cottus gobi* | 5,0* | 5,0* |
| Gründling | *Gobio gobio* | 4,6 | 5,8 |
| Hasel [1] | *Leuciscus leuciscus* | 3,2* | 4,0* |
| Hecht | *Esox lucius* | 5,7 | 7,1 |
| Karpfen | *Cyprinus carpio* | 2,8 | 3,4 |
| Kaulbarsch | *Gymnocephalus cernuus* | 3,2 | 4,0 |
| Plötze | *Rutilus rutilus* | 3,2 | 4,0 |
| Regenbogenforelle | *Oncorhynchus mykiss* | 3,9* | 4,8* |
| Schmerle | *Barbatula barbatula* | 6,7* | 8,4* |
| Schleie[2] | *Tinca Tinca* | 2,8* | 3,4* |
| Steinbeißer | *Cobitis taenia* | 6,7 | 8,4 |
| Zander | *Sander lucioperca* | 4,6 | 5,7 |

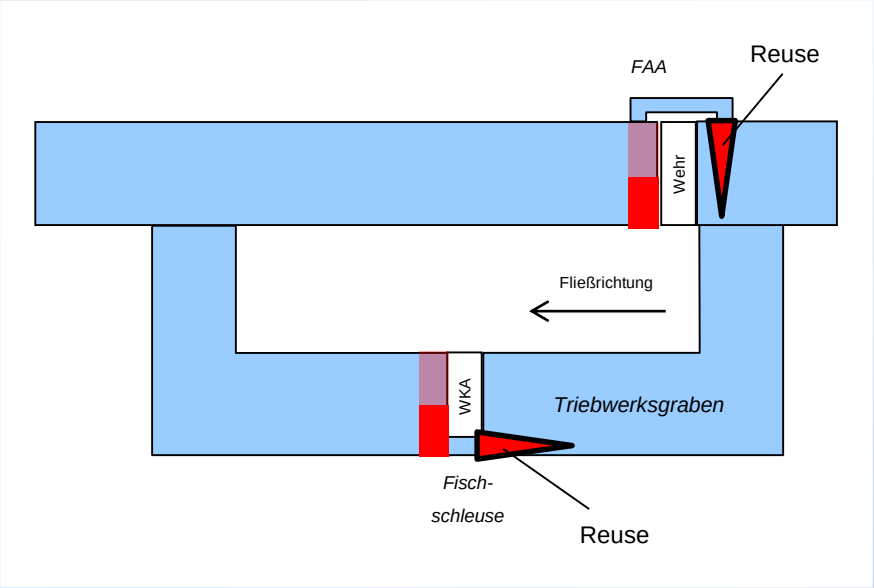
Kritische Körpergrößen für Netzfang

## Methodik – Reusenfang

4. Leerung & Reusenwartung  mindestens 1 bis 2 x täglich!

## Bewertung

Bewertungsrelevant:
*adulte Individuen während der Laichzeit*




## 7 Qualitätsmerkmale

1. Effektivität (anadrome)
2. Funktionalität (anadrome)
3. Artenselektivität
4. Größenselektivität gegenüber kleinen Individuen
5. Größenselektivität gegenüber großen Individuen
6. Normierte Aufstiegszahl
7. Akkumulation aufstiegswilliger Fische / Sackgasseneffekt

Gesamtbewertung (Index) = arithmetisches Mittel

## Ziel DWA-AG 8.2

1. Nutzung der Erfahrungen mit dem Einsatze des BWK-Methodenstandards seit über 10 Jahren zur Optimierung des bestehenden Bewertungsverfahrens
2. Berücksichtigung zusätzlicher Methoden zur Quantifizierung des Fischaufstiegs (Zählsysteme, Kameras, Telemetrie, …)
3. Erweiterung des Verfahrens zum Einsatz in großen Gewässern
4. Eichung des Bewertungssystems auf Basis gewachsener Datenbasis

# Fazit

1. Solide Grundlagen zur Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegssystemen sowie Fischaufstiegsanlagen sind vorhanden
2. Für alle Interessengruppen nutzbare Planungsinstrumente sind verfügbar, um den Untersuchungsaufwand entsprechend der standörtlichen Fragestellung abzuleiten und nachzuvollziehen
3. Die Passierbarkeit und Schädigungsrisiken an Querbauwerksstandorten sind für den Fischauf- und Fischabstieg anhand quantitativer Parametern überprüfbar
4. Geeignete Untersuchungsmethoden zur Quantifizierung der Parameter sind verfügbar

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!