

DIN EN 17233

ICS 13.060.99

**Wasserbeschaffenheit –
Anleitung zur Beurteilung der Wirksamkeit und zugehöriger Kennwerte
von Fischaufstiegshilfen mittels Fernmessung;
Deutsche Fassung EN 17233:2021**

Water quality –
Guidance for assessing the efficiency and related metrics of fish passage solutions using
telemetry;
German version EN 17233:2021

Qualité de l'eau –
Recommandations pour l'évaluation par télémétrie de l'efficacité des dispositifs de
franchissement piscicole et d'indicateurs associés;
Version allemande EN 17233:2021

Gesamtumfang 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17233:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Bei Anwendung der Norm ist im Einzelfall je nach Aufgabenstellung zu prüfen, ob und inwieweit die Festlegung von zusätzlichen Randbedingungen erforderlich ist.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Deutsche Fassung

**Wasserbeschaffenheit —
Anleitung zur Beurteilung der Wirksamkeit und zugehöriger
Kennwerte von Fischaufstiegshilfen mittels Fernmessung**

Water quality —
Guidance for assessing the efficiency and related
metrics of fish passage solutions using telemetry

Qualité de l'eau —
Recommandations pour l'évaluation par télémétrie
de l'efficacité des dispositifs de franchissement
piscicole et d'indicateurs associés

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Januar 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Grundlage des Verfahrens und Anwendbarkeit	9
5 Geräte	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Kalibrierung und Systemprüfungen	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Akustische Telemetry	10
5.2.3 Funktelemetry	11
5.2.4 PIT-Telemetry	11
5.2.5 Mehrfachmarkierungs-Szenarien	11
6 Prüfaufbau	11
6.1 Vorplanung	11
6.2 Probengröße	13
6.3 Zeitplanung und Dauer von Untersuchungen	14
6.4 Baseline-, Kontroll- und Referenzuntersuchungen	14
6.5 Empfängerstandorte	15
6.5.1 Allgemeines	15
6.5.2 Vorhandene Fische (f_a)	16
6.5.3 FPS-Anziehungseffizienz (η_a)	17
6.5.4 FPS-Eingangseffizienz (η_e)	17
6.5.5 FPS-Passagereffizienz (η_p)	17
6.5.6 Gesamte Fischpass-Effizienz (η_{fps})	18
6.5.7 Hindernis-Passagereffizienz (η_{ip})	18
6.5.8 Zurückfallen und Verzögerung	18
6.5.9 Weitere Informationen	18
6.6 Fang, Markierung und Freisetzung von Fischen	19
6.6.1 Allgemeines	19
6.6.2 Beschaffung von Fisch	20
6.6.3 Motivation	20
6.6.4 Einfangen von Fischen	21
6.6.5 Handhabung und Markierung von Fischen	22
6.6.6 Freisetzung der Fische	23
6.7 Datenerfassung aus zusätzlicher Ausrüstung	23
7 Nachbearbeitung und Datenanalyse	23
8 Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Qualitätskontrolle	24
8.3 Qualitätssicherung	24

9	Berichterstellung.....	24
9.1	Allgemeines	24
9.2	Einleitung und Zielsetzungen	24
9.3	Studienort	25
9.3.1	Allgemeines	25
9.3.2	Informationen zum Gewässer.....	25
9.3.3	Beschreibung von Hindernissen.....	25
9.3.4	FPS-Beschreibung	25
9.4	Ausrüstung und Verfahren	26
9.5	Ergebnisse.....	27
9.6	Diskussion.....	27
9.7	Schlussfolgerungen/Empfehlungen	27
	Anhang A (informativ) Eignung und Grenzen von Telemetriemethoden.....	28
	Anhang B (informativ) Ergänzende Daten durch mobile Nachverfolgung.....	32
	Anhang C (informativ) Schätzungen der Probengröße	33
	Anhang D (informativ) Beispiele für Empfängerstandorte in Telemetriestudien.....	37
	Literaturhinweise.....	46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17233:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Fischaufstiegshilfen (en: Fish Passage Solutions, FPS) sind Maßnahmen, die Fische beim Überwinden von Hindernissen stromaufwärts oder stromabwärts unterstützen. Die Ideallösung - aus globaler, ökologischer Perspektive - wäre, die natürliche Durchgängigkeit des Flusses wiederherzustellen, indem das Hindernis außer Betrieb gestellt oder zurückgebaut wird, was gleichzeitig zur Beseitigung oder Verringerung des stauregulierten Bereichs führen und ungehinderten Sedimenttransport ermöglichen würde. In etwa den letzten zwei Jahrzehnten wurde die Anzahl der errichteten Stromaufwärts-FPS zumindest in einigen Teilen der Welt erheblich erhöht, und das Spektrum vorgeschlagener FPS-Auslegungen wurde ebenfalls erweitert. Allerdings erfordert die Funktionsfähigkeit von FPS trotz sorgfältiger Kontrolle von FPS-Auslegungen vor und nach dem Bau aus den folgenden Gründen umfassendes Vor-Ort-Monitoring: Fischaufstiegshilfe-Auslegungen beruhen weltweit auf Laborversuchen, die *in situ* validiert werden müssen; die Effizienz anfangs gut ausgeführter Fischpässe kann durch Änderungen an der Umgebung (z. B. Abfluss, Flussmorphologie) verändert werden und Verbesserungen erfordern; und die Wirksamkeit für neue Zielarten oder Lebensstadien, die während der ursprünglichen Planung nicht berücksichtigt wurden, kann erforderlich werden. Darüber hinaus ist das Design von FPS für einige Arten und Lebensstadien bereits weit fortgeschritten (z. B. für adulte wandernde Salmoniden), während die Anforderungen anderer Arten und für die Stromabwärtswanderung noch nicht vollständig bekannt sind. Nur systematische, reproduzierbare Monitoring-Studien, die die Leistung von FPS bewerten, werden es ermöglichen, aktuelle Fischaufstiegshilfen-Designs zu verbessern und weiterzuentwickeln.

Allgemein ausgedrückt ist die Überwachung des FPS die Tätigkeit, mit geeigneten Mitteln den Grad des Erfolgs (oder Misserfolgs) der Fische bei der Überwindung eines Hindernisses und der Bewältigung der Bedingungen einer realisierten FPS zu bewerten.

FPS-Monitoring kann mehreren Zwecken dienen:

- Es kann helfen, die Angemessenheit des gewählten Designs eines FPS zu bestimmen, indem es Daten über die Effektivität (Bewertung oder Zählung der Anzahl und Art der Fische, die das FPS erfolgreich überwinden, im Verhältnis zur vorhandenen Fischgemeinschaft) und/oder die Effizienz (Prozentsatz der verfügbaren Fische, die versuchen, ein Hindernis zu überwinden, die das FPS finden, betreten und erfolgreich überwinden) für Fische, die das Hindernis überwinden müssen, liefert. Dadurch kann eine dokumentierte, gut funktionierende Lösung als Beispiel für eine Lösung in einem ähnlichen Flusstyp mit einer ähnlichen Fischgemeinschaft dienen. Jede Leistungsminderung sollte sorgfältig analysiert und die Gründe für Ausfälle identifiziert und durch Anpassungen behoben werden, d. h. durch bauliche Veränderungen (z. B. Modifikationen des Designs [verschiedener Teile] des Passes) oder durch betriebliche Lösungen (z. B. durch Optimierung der Attraktivität am Eingang, durch Anpassung des Abflusses durch den Pass oder durch Anpassung des Betriebs der Turbinen).
- Zusammen mit den Beobachtungen des Fischverhaltens können technische Informationen gesammelt werden, die für die Designentwicklung oder Optimierung zukünftiger FPS unerlässlich sind.
- Unter der Voraussetzung, dass geeignete Methoden verwendet werden, kann das FPS-Monitoring ein fundiertes Management der Fischpopulationen flussaufwärts oder flussabwärts des Hindernisses unterstützen, z. B. zur Unterstützung der EU-Aalverordnungen, der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) oder des direkten Managements der Süßwasserfischereiressourcen und der allgemeinen Biodiversität im Fluss.

FPS-Überwachungsstudien können mehrere Ebenen von Informationen liefern. Methoden zur Bewertung der Wirksamkeit von FPS werden in diesem Dokument nicht behandelt. Dazu gehören: Fallen, Video, akustische Kameras, direkte Beobachtung/Online-Überwachung, physiologische Telemetrie (z. B. EMG (Elektromyogramm), Beschleunigungsmessung und Herzfrequenz), eDNA (Environmental Deoxyribonucleic Acid), Catch Per Unit Effort (CPUE) und Rinnenstudien (siehe [10] und [11] für weitere Informationen zu diesen Methoden). Diese Methoden liefern keine Informationen über die Anzahl der Fische, die sich dem Hindernis nähern und es passieren können, daher kann die Misserfolgsrate nicht bewertet werden.

Wenn es um die Effizienz geht, ist die Messung des Anteils der Fische, die erfolgreich passieren, im Verhältnis zu denen, die es versuchen, von entscheidender Bedeutung, zusammen mit Hinweisen auf passagebedingte Verzögerungen, Mortalität oder andere gesundheitliche Auswirkungen [2]. Zu diesem Zweck haben Telemetriemethoden (akustisch, Funk- und Passive Integrated Transponder [PIT]-Tagging), die eine Schätzung des prozentualen Anteils der Fische ermöglichen, die das Hindernis passiert haben, im Verhältnis zur Anzahl der Fische, die sich dem Hindernis nähern, um es zu passieren, große Vorteile gegenüber anderen Methoden. Akustische und funktelemetrische Methoden werden typischerweise in mittelgroßen bis großen Flusssystemen eingesetzt. Für kleinere Flüsse mit geringeren Tiefen ist die PIT-Telemetrie oft ein geeigneterer Ansatz. Telemetriemethoden können kostspielige Verfahren für die Fischaufstiegshilfeüberwachung sein und sind naturgemäß mit Implantation, Chirurgie und damit Tierschutz verbunden und erfordern immer eine Tierversuchsgenehmigung. Einige Aspekte der Effizienz (FPS-Passageeffizienz) können in bestimmten Situationen, vor allem in kleineren Flüssen, auch mit anderen Methoden (Capture-Mark-Recapture [CMR], Reusen in Kombination mit Elektrofischerei) erhoben werden. Diese anderen Methoden werden in diesem Dokument jedoch nicht behandelt.

Es sollte beachtet werden, dass isoliert eingesetzte Telemetriemethoden in der Regel nur eine einzelne Art und/oder Fische eines begrenzten Größenbereichs (z. B. adulte, subadulte Fische) betrachten und daher ungeeignet sind, um die Gesamtleistung des FPS für die gesamte vorhandene Fischgemeinschaft und Altersklassen zu beurteilen. Darüber hinaus können andere sehr relevante Aspekte der Fischpassage, die mit der Leistung des FPS zusammenhängen (Anzahl der Arten, Größenklassen usw.), nicht mit Telemetriemethoden beurteilt werden und lassen sich viel besser durch die Kombination mit anderen Methoden bewerten. Ein umfassendes Überwachungsprogramm sollte idealerweise das gesamte Spektrum der vorhandenen Arten und Fischgrößen erfassen und erfordert daher einen Multi-Methoden-Ansatz.

Telemetriemethoden beinhalten die Markierung einzelner Fische und die anschließende Verfolgung dieser Individuen, während sie sich einem Hindernis nähern und es entweder passieren oder nicht passieren. Der Anteil der Fische, die das FPS erfolgreich passieren, kann berechnet werden, und aus den Verfolgungsinformationen lassen sich weitere Informationen über den Punkt des Scheiterns ableiten, z. B. kann eine hohe Anziehungseffizienz, aber eine geringe Passageeffizienz auf mögliche Probleme hinsichtlich der hydraulischen Bedingungen innerhalb des FPS hinweisen. Diese detaillierten Informationen haben das Potenzial, zur Verbesserung aktueller Fischaufstiegshilfenkonstruktionen verwendet zu werden, wenn genügend vergleichbare Überwachungsdaten gesammelt werden können, um detaillierte Bewertungen der Leistung von Fischaufstiegshilfen für verschiedene Arten oder von verschiedenen Fischaufstiegshilfenkonstruktionen zu ermöglichen. Derzeit sind jedoch aufgrund nicht standardisierter Überwachungsmethoden, Definitionen und Protokolle die Daten aus Studien zur Überwachung der Effizienz von Fischaufstiegshilfen mit Telemetrie in ganz Europa nicht direkt vergleichbar.

Dieses Dokument zur Bewertung der Effizienz und der zugehörigen Metriken von FPS befasst sich ausschließlich mit der Telemetrie als vereinbarte Methode zur Beurteilung der Effizienz (Anlockeffizienz, Einstiegseffizienz, Passageeffizienz und Gesamteffizienz eines FPS) eines FPS, um hoch standardisierte und vergleichbare Ergebnisse für ausgewählte Arten und Altersklassen zu erzielen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt standardisierte Methoden für die Bewertung der Effizienz und damit zusammenhängende Metriken von Fischpassage-Lösungen unter Verwendung von Telemetriemethoden fest, mit denen einzelne Fische, die sich einem Hindernis nähern, überwacht werden können.

Es deckt Studien ab, bei denen Fische mit akustischen, passiven integrierten Transpondern oder Funketiketten elektronisch markiert wurden, um eine Vielzahl von definierten Metriken zur Passageeffizienz zu erhalten, und umfasst sowohl die stromaufwärts als auch die stromabwärts gerichtete Passage von Fischen.

Es enthält Empfehlungen und Anforderungen für Ausrüstung, Studiendesign, Datenanalyse und Berichterstattung. Ausgewählte Literatur mit Verweisen zur Unterstützung dieses Dokuments enthalten die Literaturhinweise.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

ANMERKUNG 1 Nicht alle unten aufgeführten Definitionen sind unbedingt auf alle Studien anwendbar. Es sind nur diejenigen erforderlich, die für die Ziele der jeweiligen Studie relevant sind.

ANMERKUNG 2 In diesem Dokument werden Effizienzmetriken durch die folgenden Begriffe definiert.

3.1

Fischaufstiegshilfe

Fischpassage-Lösung

FPS, en: fish passage solution

jegliche Geräte, Strukturen oder Mechanismen, die für die sichere Bewegung von Fischen stromaufwärts und/oder stromabwärts vorbei an einem oder mehreren Hindernissen ausgelegt sind oder dafür betrieben werden

3.2

FPS-Funktion

Gesamtfähigkeit des FPS, sein Auslegungsziel zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Auslegungsziel beinhaltet Ziele in Bezug auf die Zielfischgemeinschaft, die Zielarten, die Anziehungskraft und die Effizienz und Effektivität der Passage.

3.3

verfügbare Fische

f_a

Anzahl der markierten Fische, die sich dem Hindernis nähern

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Punkt, an dem die Fische als sich dem Hindernis nähernd angesehen werden, ist standortspezifisch. Sobald dieser Punkt überschritten ist, wird davon ausgegangen, dass die Fische motiviert sind, das Hindernis zu passieren.

3.4 **gesamte FPS-Effizienz**

η_{fps}

Prozentanteil der vorhandenen Fische, die versuchen, ein (mehrere) Hindernis(se) zu überwinden, der die FPS findet, in diesen eindringt und ihn überwindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Umfasst Anziehungs-, Eintritts- und Passageeffizienzen.

3.5 **FPS-Anziehungseffizienz**

η_a

Prozentanteil der vorhandenen Fische, die vom Fischaufstiegshilfe-Eingang angezogen werden

3.6 **FPS-Eingangseffizienz**

η_e

Prozentanteil der vom Fischaufstiegshilfe-Eingang angezogenen Fische, die nachfolgend eindringen

3.7 **FPS-Passageeffizienz**

η_p

Prozentanteil der Fische, die in die Fischaufstiegshilfe hineingeschwommen sind und ihn erfolgreich überwunden und verlassen haben

3.8 **gesamte FPS-Passagedauer**

Dauer vom ersten Annähern des Fisches an ein Hindernis bis zum Verlassen der FPS

3.9 **FPS-Anziehungsdauer**

Dauer vom ersten Annähern des Fisches an ein Hindernis bis zur Ankunft am Eingangsbereich der FPS

3.10 **FPS-Eindringdauer**

Dauer von der ersten Ankunft des Fisches an der FPS bis zum ersten Eindringen

3.11 **FPS-Passagedauer**

Dauer vom ersten Eindringen des Fisches in die FPS bis zum Verlassen

3.12 **FPS-Wirksamkeit**

Bewertung oder Zählung der Anzahl und Art der Fische, die den FPS erfolgreich überwinden, im Verhältnis zur vorhandenen Fischpopulation

3.13 **Anzahl der Versuche**

Anzahl, wie oft jeder markierte Fisch in die FPS hineingeschwommen ist, bevor er diese erfolgreich überwunden und verlassen hat

3.14 **Zurückfallen**

Prozentanteil der Fische, die sich stromabwärts/stromaufwärts zurückbewegen, nachdem sie über ein Hindernis auf-/abgestiegen sind (über die FPS oder einen anderen Weg)

3.15

Hindernis-Passageeffizienz

η_{ip}

von allen Fischen, die versuchen, ein Hindernis zu passieren, der Teil, der das Hindernis auf irgendeinem Weg überwindet

3.16

gesamte Hindernis-Passagedauer

Dauer von der ersten Annäherung des Fisches an ein Hindernis bis zur erfolgreichen Passage auf jeglichem Weg

3.17

Telemetrie

Verwendung elektronischer Marken wie Funk- und Akustik-Sender, Datenspeicher-Marken, Pop-Up-Satellitenmarkierungen und PIT-Marken (passive integrierte Transponder) für die Sammlung von Informationen zu freilebenden Fischen

4 Grundlage des Verfahrens und Anwendbarkeit

Hindernisse für die Fischwanderung und damit verbundene FPS treten in Süßwasser- und Übergangsgewässern auf innerhalb eines breiten Spektrums von Habitaten, die von flachen Oberläufen bis zu tiefen, breiten Tieflandflüssen reichen, von belebten städtischen Umgebungen bis hin zu abgelegenen ländlichen Standorten. Die in diesem Dokument behandelten Telemetriemethoden ermöglichen die Überwachung in all diesen Bereichen, obwohl keine einzelne Methode für die gesamte Bandbreite der Gewässertypen verwendet werden kann.

Die Effizienz der Fischpassage umfasst die Anziehung, den Eintritt in und die erfolgreiche Passage durch die FPS. Um die Effizienz von Fischaufstiegshilfen zu bewerten, ist es notwendig, einzelne Fische zu identifizieren, die sich dem Hindernis nähern und es passieren können, so dass der Erfolg oder Misserfolg jedes Fisches bekannt ist. Die individuelle Erkennung wird am besten durch Telemetrie sichergestellt.

Die in diesem Dokument behandelten telemetrischen Methoden zur Beurteilung der Effizienz von FPS sind:

- akustische Telemetrie;
- Funktelemetrie;
- kombinierte Akustik-/Funksender (en: combined acoustic radio transmitter, CART);
- PIT-Telemetrie;
- Permutationen der genannten Verfahren.

Die Eignung und Beschränkungen dieser Verfahren sind in Anhang A zusammengefasst.

Jede dieser Techniken beinhaltet die elektronische Markierung einzelner Fische und die Positionierung von Empfängereinheiten, um einzelne Fische zu verfolgen, während sie sich einem Hindernis nähern und es passieren (oder nicht passieren). Die Positionierung von Empfängereinheiten, wie in diesem Dokument beschrieben, ermöglicht es, relevante Aspekte der FPS-Effizienz (Attraktion, Passage, insgesamt) bewertet werden, je nach den spezifischen Zielen der Studie.

Es werden Anleitungen zur Auswahl geeigneter Überwachungsgeräte, zum Versuchsaufbau von FPS-Monitoring-Studien und der Datenerfassung (siehe Abschnitt 6), Datenverarbeitungsverfahren (siehe Abschnitt 7), Qualitätskontrolle und -sicherung (siehe Abschnitt 8) gegeben und die Darstellung der

Ergebnisse in einem Standard-Berichtsformat (siehe Abschnitt 9), um wesentliche Kennzahlen zur Effizienz der Fischpassage und zu Verzögerungen zu liefern.

5 Geräte

5.1 Allgemeines

Um nahezu durchgehende Erfassungsleistung und genaue Erfassungszeiten bereitzustellen, erfordert die telemetrische Bestimmung der FPS-Funktion die Verwendung von automatischen Empfängersystemen und Antennen-/Hydrophon-Arrays. Die Wahl der Telemetriemethode und der zugehörigen Ausrüstung beruht auf mehreren Faktoren, einschließlich Studienzielen, Umweltfaktoren wie die Kanaltiefe und -breite, Arten und Größen der Zielfische und Probengröße. In Anhang A (Tabelle A.1) sind die Eignung und Begrenzungen der verschiedenen Telemetriemethoden zur Bewertung der Effizienz von Fischpässen zusammengefasst.

5.2 Kalibrierung und Systemprüfungen

5.2.1 Allgemeines

Zur Sicherstellung der Sammlung qualitativ hochwertiger, genauer Daten ist die gründliche Kalibrierung und Einstellung der Empfängerausrüstung entscheidend. Es ist wesentlich, dass die Erfassungsreichweite der Empfängerausrüstung vollständig kartiert und verstanden wird. Das System muss regelmäßig geprüft werden, um sich ändernde Bedingungen wie beispielsweise Temperatur, eingeschlossene Luft oder elektromagnetische Felder zu berücksichtigen, die die Erfassungsreichweiten der Empfänger verändern können. Daten zur Ausfallhäufigkeit von Tags sollten vom Hersteller bezogen werden oder, besser, für eine Teilmenge unter Untersuchungsbedingungen aufgenommen werden; dies ermöglicht die Quantifizierung einer Variablen für den Verlust von Tags während der Nachverfolgung. Ebenso müssen sorgfältige Qualitätskontrollen bei falsch-positiven Aufzeichnungen von Tags durchgeführt werden, die auf Signalverarbeitungsfehler und Tag-Identifizierungs (ID)-Code-Kollisionen zurückzuführen sind.

Markierte Fische sollten vor der Freisetzung gescannt werden, um die Funktionsfähigkeit der Marken zu bestätigen; dies gilt für alle Arten von Telemetrie-Tags. Die wahrscheinlichen Effekte von Tag-ID-Code-Kollisionen oder Zykluszeiten zwischen Empfangsfrequenzen (die in einigen Funkanwendungen verwendet werden) im Verhältnis zur Antennenreichweite auf die Erfassungswahrscheinlichkeit von Tags müssen berücksichtigt und in den Prüfaufbau einbezogen werden. Der prozentuale zeitliche Anteil der Studie, während dessen das Remote-Array funktionsfähig war, muss aufgezeichnet werden; dies ist besonders für PIT-Stationen wichtig, da die Tag-Reichweite gering ist und die manuelle Ortung zur Bestimmung des Verbleibs von PIT-markierten Fischen überall außer in kleinen Fließgewässern schwierig ist (vgl. Funk, Akustik mit batteriebetriebenen Sendern).

5.2.2 Akustische Telemetrie

Zu Beginn der Studie muss eine detaillierte Prüfung der Erfassungseffizienz mit einer oder mehreren Testmarken zur Ermittlung der zu verwendenden Ausgangsleistung durchgeführt und möglichst im Verlauf der Studie wiederholt werden. Die Erfassungsverhältnisse von Test-Tags im Hydrophon-Array sollten aufgezeichnet werden. Die tatsächliche Erfassungseffizienz markierter Fische sollte aus bekannten Wanderwegen zurückgerechnet und dokumentiert werden. „Tag Drags“ (Bewegen eines Tags innerhalb des Hydrophon-Arrays) sollten durchgeführt werden, um die Verfolgungsfähigkeit des Systems zu testen.

In mehreren Tiefen an bekannten Stellen sollten unter typischen Prüfbedingungen akustische Referenzsender angebracht werden, und die Genauigkeit und Präzision der übermittelten Senderpositionen sollte berechnet werden. Es wird empfohlen, einen oder mehrere Referenzsender („Wächter“-Tags) für die Dauer der Studie aufzubewahren.

Die Erfassungsreichweite jedes Hydrophons sollte im Bereich der wahrscheinlich zu erwarteten Prüfbedingungen bestimmt werden.

5.2.3 Funktelemetrie

Zu Beginn der Studie sollte für die zu verwendenden Tags eine detaillierte Signalstärke-Karte der Umgebung der Antennen angelegt werden. Protokolldaten sollten analysiert und Signalstärken von mehreren Datensammlern (falls vorhanden) verwendet werden, um eine Signalstärke-Karte anzulegen, die eine genaue Ortung des aufzufindenden Fisches ermöglicht. Der gleiche Ansatz sollte auch dann angewendet werden, wenn ein Empfänger mehrere Antennen bündelt.

Die Erfassungsverhältnisse von Test-Tags im Antennenfeld sollten aufgezeichnet werden. Die tatsächliche Erfassungseffizienz markierter Fische sollte aus bekannten Wanderwegen zurückgerechnet und dokumentiert werden.

In mehreren Tiefen an bekannten Stellen sollten in bekannten Zeiträumen Funksender angebracht werden, und die Genauigkeit und Präzision der übermittelten Senderpositionen sollte berechnet werden.

Zur Kompensation verschiedener Störungen können Referenzsender verwendet werden, und die gemessene Signalstärke sollte aufgezeichnet werden. Es wird empfohlen, einen oder mehrere Referenzsender („Wächter“-Tags) für die Dauer der Studie aufzubewahren.

5.2.4 PIT-Telemetrie

Wegen der kleinen Reichweite von PIT-Antennen ist eine gründliche Prüfung mit Tags der zu verwendenden Größe und Art wesentlich. Prüfungen zu Reichweite und Erfassungseffizienz sollten über den möglichen Umfang der Prüfbedingungen für alle Tag-Ausrichtungen und für mehrere wie auch für einzelne Tags durchgeführt werden (ein Tag in der Nähe kann die Erfassung anderer Tags stören). Dies sollte Prüfungen mit Tags beinhalten, die mit derselben Geschwindigkeit bewegt werden, mit der die Wanderung von Fischen durch das Erfassungsfeld erwartet wird.

Regelmäßige Prüfungen der Antenneneffizienz sollten als manuelle Kontrollen oder mit automatischen Wächter-Tags (Kontroll-Tags) durchgeführt und aufgezeichnet werden. Die tatsächliche Erfassung markierter Fische sollte aus bekannten Wanderwegen zurückgerechnet und dokumentiert werden.

5.2.5 Mehrfachmarkierungs-Szenarien

Zur Überwindung der Beschränkungen einzelner Telemetriemethoden können Fische mit mehreren Tags versehen werden, vorausgesetzt, das Wohlergehen der Fische wird nicht beeinträchtigt. Beispielsweise können sowohl akustische als auch PIT-Tags für Fische verwendet werden, die durch einen breiten und tiefen Fluss sowie durch einen schmalen und flachen Fischpass wandern. Akustische Telemetrie ermöglicht die Untersuchung der Annäherung von Fischen an die Versperrung, während PIT-Telemetrie die Untersuchung von Bewegungen innerhalb des Fischpasses ermöglicht.

6 Prüfaufbau

6.1 Vorplanung

Vor der Durchführung einer Studie müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- **Ziele und Zielsetzungen** müssen klar definiert werden, da diese die Auslegung der Studie bestimmen. Diese könnten teilweise durch eine Anfrage nach dem Monitoring eines bestimmten Ortes, einer Art, Alters-/Größenklasse oder eines Einzugsgebiets vorbestimmt sein.
- **Mögliche Kooperationspartner** sollten bereits in einem frühen Stadium des Planungsprozesses identifiziert werden, um den Wert und die Ergebnisse der Studie zu maximieren.
- **Der Studienort** darf zu Beginn der Studie festgelegt werden. Falls nicht, muss der strategisch geeignetste oder wichtigste Standort ermittelt werden.

- **Studienort-Logistik.** Die betrieblichen und physikalischen Aspekte und Beschränkungen des Studienorts müssen bestimmt werden. Diese sollten Folgendes umfassen:
 - Sicherheit von Betreibern und Ausrüstung;
 - Möglichkeit von Vandalismus;
 - Einwirkungen von Überflutung;
 - Verfügbarkeit einer Stromversorgung;
 - Zugangsbedingungen;
 - Anzahl/Dichte von Raubtieren;
 - Lokale Geräuschquellen oder andere mögliche Störungen.
- **Die Abflussvariabilität des Studienorts** muss im Voraus bewertet werden, um sicherzustellen, dass die Studienzielsetzungen erreichbar sind und dass die Zielmessgrößen über den gesamten Interessenbereich gemessen werden können.
- Der Bereich der **Umweltbedingungen** muss gewählt werden, über den die Effizienz des Fischpasses bewertet wird, z. B. Abfluss, Temperatur.
- **Die Eigentumsverhältnisse des Studienorts** müssen erfragt und eine entsprechende Erlaubnis eingeholt werden.
- **Zulassungen und Genehmigungen.** Für die Arbeiten müssen entsprechende Zulassungen und Genehmigungen von den zuständigen Behörden eingeholt werden, einschließlich der Genehmigungen für Tierversuche, die für die Durchführung von Fischmarkierungen erforderlich sind (siehe 6.6.5).
- **Dauer und räumliche Maßstäbe** der Studie müssen festgelegt werden, z. B. einzelnes Jahr/mehrere Jahre; einzelner Standort/gesamtes Einzugsgebiet.
- **Mögliche Zielarten.** Informationen zu möglichen Zielarten müssen bewertet werden; falls die Informationen fehlen oder spärlich sind, müssen Anstrengungen unternommen werden, das Fachwissen durch aktive Probenahme und/oder lokale Erfahrungen zu verbessern.
- **Ausgewählte Zielarten.** Die Zielarten und deren Lebensstadien müssen auf Grundlage der Ziele und Zielsetzungen der Studie gewählt werden. Die folgenden Faktoren müssen dabei berücksichtigt werden:
 - ob die gewählten Arten für die gesamte Fischpopulation/ -zusammensetzung repräsentativ sind;
 - Verhalten und Saisonabhängigkeit des Wanderverhaltens der untersuchten Altersklasse.
- **Probengröße.** Ob eine ausreichende Anzahl von Fischen der untersuchten Art gefangen werden kann (ohne Verletzungen zu verursachen oder das Verhalten zu beeinträchtigen), um eine statistisch tragfähige Probengröße zu erhalten (siehe 6.2 und Anhang C), einschließlich Teilproben, die für die quantitative Analyse von Größenklassen, Geschlechtseffekten, Effekten der Herkunft der Fische ausreichend sind, oder Teilprobengruppen, die für die Studienzielsetzungen relevant sind. Die Kooperation mit Partnern mit Ortskenntnissen kann für das Erreichen dieser Ziele wichtig sein. Die Probengröße hängt auch von Fragen des Tierwohls und den drei „R“ ab (siehe 6.6.5).
- Ob eine **Proxy-Art** (d. h. taxonomisch verwandte Art) verwendet werden kann, wenn keine ausreichende Anzahl der Zielart zur Verfügung steht. Es muss berücksichtigt werden, dass dieser Ansatz erhebliche Kenntnisse über die Arten erfordert, um solide Schlussfolgerungen ziehen zu können.

- **Markierungsverfahren.** Es müssen Verfahren gewählt werden, die für den Studienort (z. B. Breite und Tiefe des Flusses), die Zielarten, Lebensstadien und Zielsetzungen der Studie geeignet sind. Das verfügbare Budget und die Beschränkungen jedes Verfahrens (siehe Anhang A) sollten berücksichtigt werden.
- **Pilotstudie.** Es kann notwendig sein, vor der vollumfänglichen Studie eine Pilotstudie zur Prüfung der Umsetzbarkeit der Studienplanung und -verfahren durchzuführen. Weiterhin müssen, wo möglich, die Sterblichkeit nach der Markierung und die Wiederbeschaffung der Tags bewertet werden.
- **Kontroll- oder Grundlinien-Untersuchungen.** Je nach Zielen und Zielsetzungen der Studie kann eine Kontroll-, Grundlinien- oder Referenzuntersuchung angebracht sein. Alle vorhandenen Grundlinien- oder Kontrollinformationen müssen geprüft werden.
- **Statistische Analysen** müssen vor der Durchführung der Studie und mit entsprechenden Eingaben geplant werden.

6.2 Probengröße

Die Probengröße ist wichtig und muss im Vorplanungsstadium berücksichtigt werden. Nichtstatistische Sachverhalte müssen betrachtet werden. Dazu gehören:

- Verfügbarkeit der Fische für den Fang. Falls die Probengröße zu klein ist und keine wertvollen Ergebnisse zu erwarten sind, ist es tatsächlich besser, die Studie nicht durchzuführen;
- Erhaltungszustand der Zielarten;
- verfügbare Zeit;
- Anwendung der „3 R“ – insbesondere „Reduce“ (Vermindern) – im Kontext der Tierschutzgesetze (siehe 6.6.5).

Statistische Überlegungen hängen von den Zielen, Zielsetzungen und der Planung der Studie ab und beinhalten:

- ob die vorgeschlagene Studie erkundend, beschreibend oder vergleichend ist;
- die erforderliche Genauigkeit oder statistische Aussagekraft des Ergebnisses;
- wahrscheinliche Variabilität in den Daten;
- wie viele markierte Fische wahrscheinlich verloren gehen, entweder durch Wilderei, legale Fischereigeräte, Raubtiere, natürliche Sterblichkeit, Begegnungen mit tödlichen/verletzenden mechanischen Ereignissen oder durch Verlassen des Untersuchungsgebiets.

Die geeignete Probengröße muss unter Berücksichtigung aller dieser Faktoren berechnet werden. Beschreibenden Studien können oft zu vergleichenden Studien führen. Die Abschätzung der Probengröße muss dies auch berücksichtigen, und die Probe muss ausreichend groß für zukünftige Fragestellungen sein; allerdings müssen die Prinzipien der „3 R“ (siehe 6.6.5) durchgängig berücksichtigt werden. Die endgültige Probengröße muss ein sorgfältiger Kompromiss zwischen statistischer Aussagekraft und Überlegungen zum Tierwohl sein.

Anhang C enthält Ansätze zur Abschätzung der Probengröße.