Dokumentation und Standardisierung bei Videomonitoring-Anwendungen

Standardisierte Vorgehensweisen sind essenziell, um das Videomonitoring an Fischaufstiegsanlagen als belastbare Methode zu etablieren. Durch klar definierte Dokumentationsstandards, von Standortparametern über Systemtechnik bis hin zur biologischen Datenerhebung, kann die Vergleichbarkeit und Aussagekraft von Monitoringdaten deutlich verbessert werden. Neben methodischen Empfehlungen wird die Eignung dieser Daten für die gängigen Bewertungssysteme diskutiert. Der Beitrag liefert eine praxisnahe Grundlage, die Qualität und Reproduzierbarkeit videobasierter Erhebungen systematisch zu sichern.

Maria Schmalz, Christian Haas, Bernd Mockenhaupt, Matthias Meyer und Frederic de Schaetzen

1 Ziele der Standardisierung

Die zunehmende Verbreitung von Videomonitoring-Systemen zur Überwachung von Fischaufstiegsanlagen (FAA) verlangt nach verlässlichen, vergleichbaren und reproduzierbaren Ergebnissen. Ohne standardisierte Dokumentationsroutinen besteht die Gefahr, dass wertvolle Daten inkonsistent, nicht auswertbar oder nicht vergleichbar sind. Die detaillierte Dokumentation und die Standardisierung von Methoden sind entscheidend für die erfolgreiche Anwendung von Videomonitoring-Technologien im Rahmen der Erfolgskontrolle von FAA. Dieser Artikel behandelt die im Videomonitoring anzuwendenden Vorgehensweisen im Bereich der Dokumentation und Datenerfassung, die essenziell sind, um die Qualität und Aussagekraft der gewonnenen Daten sicherzustellen. Der Fokus des Fachbeitrages liegt dabei vor allem auf der Darstellung, welche Parameter zwingend erhoben werden müssen sowohl im methodischen Bereich als auch bei der Auswertung der Videos. Die eigentliche Bewertung der FAA erfolgt mit der etablierten Literatur, in Deutschland häufig der BWK-Methodenstandard [1], in der Schweiz der Leitfaden für die Wirkungskontrolle [2] und in Österreich der Leitfaden zu den Mindestanforderungen bei der Überprüfung von Fischaufstiegshilfen [3]. Zusammenhänge und ergänzende Informationen bieten die Fachbeiträge de Schaetzen et al. [13] und Haas et al. [14].

2 Dokumentation und Datenerfassung

Um die Anwendung, Installation und Bewertung von Kamerakontrollen zukünftig immer besser standardisieren zu können, ist die detaillierte Dokumentation der Untersuchungen von großer Bedeutung. Hierzu müssen Protokolle entwickelt werden, welche die erfassten Parameter möglichst genau und ohne Interpretationsspielraum dokumentieren können. So sollten nicht nur erfolgreiche Installationen genau beschrieben werden, sondern auch solche, die den Anforderungen nicht gerecht wurden und somit künftig vermieden werden sollten. Die Dokumentation erfasst dabei die technischen Parameter der Installation, der Einsatzorte und -zwecke, eine Beschreibung des Standortes sowie die Erfassung der Ergebnisse. Von entscheidender Bedeutung ist die Auswertung der erzielten Daten sowie das Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen der letztendlichen Bewertung dieser Befunde.

Die Autoren empfehlen die folgenden drei Dokumentationsschritte:

- Dokumentation der standörtlichen Parameter (standörtliche Dokumentation),
- Erfassung der technischen Parameter (methodische Dokumentation) und
- die Darstellung der biologischen Parameter inklusive der abiotischen Verhältnisse (biologische Dokumentation).

Ergänzend ist eine qualitativ hochwertige und ausführliche Foto- sowie ggfs. Videodokumentation anzufertigen.

2.1 Standörtliche Dokumentation

In der standörtlichen Dokumentation werden alle Parameter des Einsatzortes dargestellt (**Tabelle 1**). So ist ein Vergleich mit anderen Untersuchungsorten z. B. hinsichtlich der hydrologischen Situation oder der Fischregion möglich.

2.2 Technische Dokumentation des Kamerasystems

Damit beurteilt werden kann, ob das Kamerasystem die an es gestellten Anforderungen erfüllt hat und ggfs. für ähnliche Untersuchungen geeignet ist, ist eine detaillierte technische Dokumentation der Parameter des Systems und der Einsatzparameter notwendig (**Tabelle 2**).

Kompakt

- Standardisierte Dokumentation erhöht die Vergleichbarkeit und Qualität videobasierter Monitoringdaten.
- Einheitliche Erfassungsprotokolle für Standort, Technik und Biologie sind unverzichtbar.
- Videomonitoring ist grundsätzlich für die gängigen Bewertungssysteme geeignet.

Tabelle 1: Dokumentation standörtlicher Parameter (Quelle: Schmalz)

Parameter	Bemerkung
Standort der Untersuchungen	Gewässer, Ort, Koordinaten des Standortes, der FAA, eventuelle Gewässeraufteilungen am Standort etc.
Wehranlage und Kraftwerksstandort	z. B. Ausleitungskraftwerk, Flusskraftwerk, Länge der Ausleitung, Art der Turbine, Rechenparameter, Ausbaudurchfluss
hydrologische Verhältnisse	Ggfs. Daten des nächstgelegenen Pegels (mindestens NMQ, MQ, NHQ, auch Q_{30}, Q_{330})
Charakterisierung des Gewässers	Tiefland, Bergland, geschiebereich, schnellfließend usw.
Art und Bauform der FAA	• technische Angaben zur FAA (Typ, Lage, Länge, Anzahl Becken, Abfluss, Fließgeschwindigkeiten etc.) • Sind alle Mindestanforderungen an die Dimensionierung der FAA gemäß den Regelwerken erfüllt (baulich-hydraulisches Aufmaß durchgeführt)?
Angaben zur Fischfauna	Fischregion (potenzielle Fischfauna), Leit- oder Bemessungsfischarten, aktuell vorkommende Arten

2.3 Biologische Dokumentation

Zur biologischen Dokumentation gehört in erster Linie die Erfassung und Einordnung der Fischsichtungen. Ergänzend sind abiotische Parameter, wie Durchfluss, Temperatur und Trübung zu erfassen, da sie das Wanderverhalten wesentlich beeinflussen (**Tabelle 3**).

3 Datenauswertung - Möglichkeiten und Grenzen

3.1 Datenaufzeichnung

Durch den Einsatz von Kameras erhält man primär Videos. Je nach Bedingungen können die erhaltenen Datenmengen beträchtlich sein und sich bei längerer Einsatzdauer auf mehrere Terabytes summieren. Mittlerweile arbeiten nahezu alle Kamerasysteme zumindest mit Bewegungserkennung, so dass nur Videos aufgezeichnet werden, wenn ein Objekt erkannt wurde, dass über der vorher festgesetzten Reizschwelle für Größe, Kontrast und Schnelligkeit liegt (z .B. www.go1984.de). Zunehmend gibt es Software, die bereits auch eine Unterscheidung zwischen „Fisch“ und „Sonstigem bewegten Objekt“ vornehmen kann ([4], [5]). Ob dies unter den eingesetzten Bedingungen gut funktioniert, sollte anfangs überprüft werden. Bisher wurden diese automatisierten Auswertungsmöglichkeiten in Verbindung mit dem Einsatz von Videotunneln im Postprocessing erprobt ([4], [6]) aber auch in Verbindung mit kompakten Kamerasystemen in Echtzeit [7]. Der zunehmende Einsatz von KI wird die Vorauswertung von Videodaten in diesem Einsatzfeld in den kommenden Jahren vermutlich deutlich voranbringen. Über diese Möglichkeiten informiert der Fachbeitrag Tuhtan et al. [15] im gleichen Themenheft.

3.2 Fischsichtung und Artbestimmung

Die aufgezeichneten Videos, welche Fische enthalten, werden dann der weiteren Auswertung unterzogen. An erster Stelle erfolgt die Bestimmung der Fischart und die Abschätzung der Größenklasse. Sollte eine Artbestimmung nicht korrekt möglich

Tabelle 2: Dokumentation technischer Parameter des Kamerasystems (Quelle: Schmalz)

Parameter	Bemerkung
Art des eingesetzten Systems	Kompaktsystem, Kamera mit Konus, mit /ohne Tunnel, Überwachungsraum
Hersteller und Spezifikationen der eingesetzten Kameras	z. B. Auflösung, Sensor, infrarotsensibel, digital, analog
Anzahl und Einsatzort der eingesetzten Kamerasysteme	Genaue Beschreibung des Einsatzortes (z. B. Einschwimmöffnung der Fischschleuse, oberstes Becken der FAA am Schlitz etc.)
Beleuchtungsmodus im Kamerablickfeld	Uhrzeiten tags, nachts, Weißlicht, IR, Dimmung, Beleuchtungswinkel zur Kamerablickrichtung etc.
Details der Einsatzstelle	Genaue Stelle des Kameraeinsatzes, Abstand zur Engstelle, Winkel der Kameraausrichtung zur Strömung etc.
Art der Befestigung/Installation	z. B. mit Kran eingesetzter Konus, manuelle Hebevorrichtung
Aufzeichnung	z. B. PC-gebunden, Digitaler Videorekorder (DVR), spezielle Aufzeichnungseinheit, verwendete Software für Aufzeichnung und Auswertung
Art der Aufzeichnung	Dauerhaft, Bewegungserkennung, Schwellen für Bewegungserkennung
Art der Auswertung	z. B. manuell, KI-gestützt
durchgeführte Wartungen	Zyklus der notwendigen Reinigungen (Beschreibung von Wartungsnotwendigkeiten, z. B. viel Treibgut, starke Biofilmbildung etc.)
technische Probleme des Kamerasystems	z. B. Aufzeichnungsfehler etc.
Einschränkungen der Erfassung	z. B. Öffnung nicht komplett überwacht, Zeiten starker Trübung, Ausfall (inkl. Grund) etc.
weitere Untersuchungsmethoden	z. B. Reuse, Transponder, Didson, genaue Beschreibung des Einsatzes dieser Methoden (im Verhältnis zum Kameramonitoring)

Tabelle 3: Dokumentation biologischer Komponenten (Quelle: Schmalz)

Allgemeines	
Zweck der Untersuchung	z. B. Funktionskontrolle, Effizienzkontrolle, Fischaufstieg, Fischabstieg, weitere wissenschaftliche Untersuchungen
Dauer der Untersuchungen	Gesamtdauer des Kameraeinsatzes
Auswahl des Untersuchungszeitraumes	Falls nicht der komplette Einsatzzeitraum ausgewertet wird
Abiotische Parameter	
Durchfluss	gesamt, FAA, ggfs. benachbarte Pegel nutzen
Wassertemperatur	Messung z. B. durch Datalogger
Trübung	ggfs. Nutzung von entsprechenden Sonden oder händische Messung mit Secchi-Scheibe
wenn möglich weitere Parameter	z. B. Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit, pH-Wert
Intensität von Geschwemmselanfall	potenzielle Beeinträchtigung FAA
Besondere Vorkommnisse und deren Auswirkungen	z. B. Hochwasser, technische Störungen von Turbine oder Anlage
Biologische Komponenten	
Anzahl gesichteter Fische	Bei Schwarmaufstiegen ggfs. Schätzung
Art oder Gattung/Familie gesichteter Fische	Abhängig von Größe der Fische und Trübung
Bewegungsrichtung/Verhalten	Mindestens auf- oder abwärts gerichtete Bewegung, ggfs. weitere Verhaltensweisen (z. B. Zögern oder Verweilen)
Länge oder Längenschätzung gesichteter Fische	Nutzung von Sichtmarkern im Blickfeld der Kamera, Nutzung von Stereosystemen
Zeitstempel der Verhaltensweise gesichteter Fische	Datum, Uhrzeit auf Sekunde genau
Besonderheiten	Wenn ersichtlich, z. B. Verletzungen, besondere Verhaltensweisen, Mehrfachsichtung von einzelnen Individuen

sein, kann häufig zumindest die Familie oder Ordnung angegeben werden (z. B. *Salmonidae, Percidae, Cypriniformes*). Erschwert wird die Artbestimmung bei Schwarz-weiß-Aufnahmen (z. B. nachts), bei starker Trübung, bei sehr kleinen Exemplaren oder in großen Gemischtartenschwärmen. Große Exemplare lassen sich demgegenüber häufig sehr gut ansprechen. Im Idealfall kann sogar eine individuelle Zuordnung z. B. anhand eines individuellen Punktmusters bei Salmoniden erfolgen [8]. Die Größenschätzung sollte in Größenklassen nach den Zielvorgaben der Untersuchung erfolgen.

3.3 Verhaltensbeobachtungen

Parallel zur Artbestimmung und Größeneinordnung erfolgt die Klassifizierung des Verhaltensmusters. Grob ist dabei zu unterscheiden zwischen aufwärts gerichteter Bewegung, abwärts gerichteter Bewegung und sonstigen Bewegungen/Verhaltensweisen, z. B. ins Blickfeld einschwimmen und dort verweilen. Je nach Zielstellung der Untersuchung können diese Verhaltensweisen näher klassifiziert werden, z. B. Aufstiegswanderung im Schwarm oder einzeln, zögernd oder zielgerichtet, zurückscheuen, wechseln der Bewegungsrichtung etc.

Je nachdem, wie gut sich diese Verhaltensweisen klassifizieren lassen, kann eine weiterführende Auswertung erfolgen (z. B. welcher Anteil an Fischen zeigt ein Abstiegsverhalten, welche Arten zu welcher Tageszeit).

Letztendlich ist das Ziel der Untersuchung bereits bei der Anordnung der Kameras im Vorfeld genau abzuwägen und danach auszurichten, welche Verhaltensweisen bevorzugt untersucht werden soll [16].

3.4 Zählungen und Mehrfachzählungen

Die erfassten Fische bzw. Fischverhaltensweisen werden in einer Ergebnisdatenbank mindestens minutengenau, bei Bedarf auch sekundengenau erfasst. Besondere Herausforderungen ergeben sich bei der Beurteilung der Anzahl der Fischsichtungen. Da sich, anders als bei Reusenkontrollen, die Fische mehrmals in das Sichtfeld der Kamera begeben können (z. B. wenn sie ihre Bewegungsrichtung ändern), muss damit gerechnet werden, dass die Zahl der Fischsichtungen nicht unbedingt der Zahl der erfassten Fischindividuen entspricht. Bei großen und markanten Fischen ist möglicherweise eine Zuordnung von Mehrfachsichtungen zu einem speziellen Individuum möglich. Bei kleinen Fischen und Schwarmsituationen scheitert diese Ansprache meist. Kommen potenzielle Mehrfachsichtungen häufig vor (typisch ist dies z. B. bei Einschwimmsituationen in Fischschleusen), ist eine entsprechende Auswerteroutine und Einordnung dieser Situation zu entwickeln. Hierfür können jedoch noch keine Standards angegeben werden, da dies stark vom speziellen Anwendungsfall abhängig ist. Ebenso ist es möglich, dass bei nicht optimaler Anordnung der Kamera (vor allem bei kompakten Videosystemen) oder bei zeitweise starker Trübung nicht alle Fischindividuen erfasst oder aufgezeichnet werden. Bilden Fisch und Hintergrund keinen starken Kontrast, besteht die Gefahr, dass die Bewegungserkennung nicht alle Fische erkennt. Sollten begründete Bedenken hinsichtlich der Zielerreichung mit den durch das Videosystem erfassten Fischzahlen bestehen, ist dies zu dokumentieren und eine zumindest zeitweilige Ergänzung der Videoerfassung durch andere Methoden anzuraten (z. B. Reusenkontrollen, Didson). Es wird empfohlen, dabei

wenn möglich die Videoerfassung zeitgleich weiterzuführen, da hierdurch ein methodischer Fehler ermittelt werden kann. Dies hängt jedoch vom verwendeten Monitoringsystem und dem verfügbaren Platz ab.

3.5 Zusammenfassung der den Videos zu entnehmenden Informationen

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der den Videos zu entnehmenden Informationen.

3.6 Nutzung der Videomonitoring-Daten für die Bewertung der FAA

Mit den bei geeigneter Installation gewonnenen Daten ist es möglich, Anzahl, Art (wenn nicht möglich Gattung, Famile oder Ordnung) sowie die Größenklasse der in einer FAA aufgestiegenen Fische auszuweisen. Mit diesen Parametern können die in Deutschland, Schweiz und Österreich derzeit genutzten Bewertungsstandards ([1], [2], [3]) für die Funktionalität von FAA nach Ansicht der Autoren grundsätzlich angewendet werden. Es ist anzumerken, dass auch diese Standards immer wieder angepasst und verändert werden. Die in diesem Kapitel getätigten Aussagen beziehen sich auf die aktuell verfügbaren und veröffentlichten Werke.

Im Allgemeinen erfolgt die Bewertung der Funktionsfähigkeit der FAA durch einen Vergleich der im Unterwasser erfassten Fischfauna mit den Fischen, welche die FAA erfolgreich genutzt haben. Unabhängig von der Art der Erfassung der aufgestiegenen Fische erfolgt die Untersuchung des Aufsteigerpotenzials nahezu ausschließlich durch Elektrobefischung. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze und Methoden, die an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden.

Je nach Standard sind weitere Parameter für die Bewertung der Funktionsfähigkeit hinzuziehen. So wird beim in Deutschland häufiger genutzten BWK-Methodenstandard [1] ein möglicher Sackgasseneffekt einbezogen. In der Schweiz wird teilweise auch die Feststellung von Auffindbarkeit, Eintrittseffizienz, Passierbarkeit und Zeitbedarf gefordert. In Österreich wird insbesondere in großen Umgehungsgerinnen die Habitateignung bewertet.

Bei allen aufgeführten Bewertungsstandards werden jedoch drei Hauptkategorien bewertet:

- die Art,
- die Anzahl und
- die Größe der aufgestiegenen Fische.

Diese Kategorien haben teils Unterkategorien und nutzen teils unterschiedliche Begriffe. Die Autoren sind aufgrund jahrelanger Anwendung und Erfahrung mit Videomonitoring-Systemen der Auffassung, dass sich die hiermit gewonnen Daten grundsätzlich dazu eignen, die Funktionsfähigkeit einer FAA anhand dieser Kategorien zu bewerten. In den jeweiligen Standards wird Videomonitoring teils gar nicht [1], teils nur untergeordnet [2] erwähnt, dennoch halten wir die Methode für geeignet, um belastbare Bewertungen zu erzielen.

In **Tabelle 5** wird ein Überblick darüber gegeben, wie gut die mit Videosystemen gewonnenen Daten nach Auffassung der Autoren geeignet sind, um die geforderten Parameter plausibel bewerten zu können. Generell sind die Bewertungssysteme offen für eine gut begründete Einschätzung von Experten, bspw. im Falle von Einschränkungen bei Größen- und Artbestimmung. In bisherigen Untersuchungen mit Videosystemen konnten plausible Bewertungen der Daten mit Experteneinschätzung erzielt werden (z. B. [9], [10], [11])

Durch die Erfassung des Zeitstempels sind weitere wichtige Informationen verfügbar, die bspw. mit Reusenkontrollen nicht gewonnen werden können. Dazu zählt z. B. die tageszeitliche Rhythmik des Fischaufstieges oder die nötige Dauer der Phasen bei Fischschleusen.

3.7 Abschätzung der Aufstiegseffizienz von FAA

Bei Einsatz einer Kamera auch im Unterwasser einer FAA kann bei idealen Bedingungen theoretisch die Effizienz des Fischaufstieges bewertet werden. In der Praxis trifft dies selten zu, da Fische im Unterwasser oft nicht quantitativ zu erfassen sind. Es werden teils mehrere Annäherungs- und Abwendungszyklen gezeigt, bevor das endgültige Einschwimmen in eine Anlage erfolgt. Dies erschwert die Quantifizierung. Die Beurteilung des Fischaufkommens im Unterwasser kann daher meist nur qualitativ oder semiquantitativ erfolgen (z. B. in Form eines Aktivitätswertes der bspw. die Fischsichtungen pro Zeiteinheit angibt).

Dennoch kann ggfs. ein Vergleich mit der Zahl aufgestiegener Fische erfolgen und so auch Defizite beim Fischaufstieg benannt werden. Dieser Einsatzzweck ist insbesondere bei Fischschleusen und Fischliften sehr wichtig, da es hier häufig vorkommt, dass Fische in die Schleusen- oder Liftkammer einschwimmen, diese aber nach einer gewissen Zeit wieder verlassen. Durch die Beobachtungen im Unterwasser kann dann ggfs. eine Verbesserung des Einschwimmverhaltens z. B. durch

Tabelle 4: Mindestanforderungen für die Auswertung von Videos (Quelle: Haas)

Datenerfassung	Bemerkung
Art, Gattung, Familie oder Ordnung	Bei guter Sicht und großen Exemplaren Artbestimmung gut möglich, insbesondere bei kleinen Individuen und in Gemischtartenschwärmen möglicherweise eingeschränkt; wenn möglich, mindestens Zuordnung Gattung, Familie oder Ordnung.
Anzahl	Bei guter Ausrichtung der Kameras, bei Kameras mit Konus oder Tunnel und guter Sicht sehr gut möglich, Einschränkungen bei Schwärmen
Datum & Uhrzeit	Erfassung für jede Fischpassage
Größe der Fische	Ermittlung der Fischgröße durch Abschätzung in Größenklassen
Wanderrichtung	Differenzierung von Fischaufstieg & Fischabstieg sowie Erfassung, wenn nicht differenzierbar
Verhaltensweisen	Zögern, Suchbewegungen, Verweilen, Meidungsreaktion sowie die Erfassung offensichtlicher Wiederkehrer. Situations- oder standortbedingt kann es nötig sein, weitere Verhaltensweisen zu dokumentieren.

Tabelle 5: Eignung der Videodaten für die Funktionsbewertung von FAA mit verschiedenen Methodenstandards (Quelle: Schmalz)

Mit Video erfasste Parameter	BWK-Methodenstandard Deutschland [1]		Handbuch Wirkungskontrolle Schweiz [2]		Richtlinie Mindeststandards Österreich [3]	
	Bewertungs-parameter	Eignung Video-daten	Bewertungs-parameter	Eignung Video-daten	Bewertungsparameter	Eignung Video-daten
Fischanzahl	Normierte Aufstiegszahl	+++	Aufstiegszahl	+++	Qualitativer Fischaufstieg (Kurz- und Mitteldistanzwanderer)	+++
					Indikatorgruppen	++
					FFH-Arten	++
Fischgröße	Größenselektivität ggü. großen Ind.	++	Längenklassen	++	Größenbestimmende Fischart	++
	Größenselektivität ggü. kleinen Ind.	++	Passierbarkeit durch große Individuen	+++	Qualitativer Fischaufstieg (Altersstadien)	++
Fischart	Artenselektivität	++	Artenselektivität	++	Qualitativer Fischaufstieg (Kurz- und Mitteldistanzwanderer)	++
			Gilden	+++	Indikatorgruppen	
					Bodenbewohnende Arten	++
					Schwimmschwache Arten	++
					Schwärme	+++
					FFH-Arten	++
Zeitstempel			Zeitbedarf*	+		
Sonstiges	Sackgasseneffekte	-	Auffindbarkeit (kleinräumig bis ca. 2 m bei guten Sichtverhältnissen)**	+	Habitateignung	-
			Eintrittseffektivität**	++		
			Passierbarkeit**	++		

* Nur bei Möglichkeit der Unterscheidung von Individuen

** Bei Verwendung mehrerer Kameras bzw. Zusatzkameras im Einstiegsbereich

+++ = sehr gut geeignet
++ = geeignet
+ = bedingt geeignet
- = nicht geeignet

Anpassung der Phasendauer, der Leitströmung oder durch Beleuchtung erfolgen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Aussagekraft von Videoaufnahmen im Unterwasser auch davon abhängt, wie gut die großräumige Auffindbarkeit der FAA ist.

Besonders bei Sonderbauweisen, wie Fischschleusen oder Fischliften, kann es hilfreich sein, bereits im Vorfeld den Einsatz von Kameras an weiteren, möglicherweise kritischen Stellen einzuplanen. Dazu zählen z. B. Einstiegsöffnungen in ggfs. vorhandene Vorkammern, Passagen durch längere Engstellen oder Rohre etc. So kann bei Feststellung eines Aufstiegsdefizits im Oberwasser evaluiert werden, an welcher Stelle der FAA evtl. eine Schwachstelle liegt.

Die tatsächliche Passagedauer einer FAA kann nur bestimmt werden, wenn unterscheidbare Individuen (z. B. Punktmuster bei großen Salmoniden, Flosseneinrisse, markante Abschürfungen etc.) die Anlage nutzen und sowohl im Unterwasser als auch beim Ausschwimmen beobachtet werden.

Die Auffindbarkeit einer FAA kann mit Videoaufnahmen nur im Nahbereich (je nach Bedingungen 1-2 m) ermittelt werden. Dabei ist es meist nur möglich, zu beobachten, ob Fische in eine angebotene Öffnung einschwimmen oder diese ggfs. verfehlen. Für die Beurteilung der großräumigen Auffindbarkeit sind andere Methoden notwendig.

3.8 Sonstige Beobachtungen

Nicht zuletzt können durch den Einsatz von Kameras auch eher anekdotische Beobachtungen, wie die Nutzung der Anlagen durch Biber, Fischotter, Kormorane oder große Raubfische, dokumentiert werden (**Bild 1**).

Prädatoren können durchaus einen starken Einfluss auf die Wirksamkeit einer FAA haben [12], so dass diese Erkenntnisse unter Umständen ebenso wichtig für die Beurteilung der Funktion sein können wie bspw. hydraulische Bedingungen.

© I am Hydro GmbH

Bild 1: In einer FAA aufsteigender Wels

3.9 Grenzen der Methode

Die Auswertung der mit Hilfe von videobasierten Fischmonitoringsystemen erhaltenen Daten unterliegt verschiedenen methodischen und technischen Einschränkungen, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Eine zentrale Herausforderung stellen stark wechselnde Umgebungsbedingungen, wie bspw. variierende Trübung und Lichtverhältnisse, dar. Diese können die Bildqualität erheblich beeinflussen und führen zu deutlichen Schwankungen in der Detektionsgenauigkeit. So kann eine Anlage, die an einem Tag hervorragende Aufnahmen liefert, an einem anderen Tag aufgrund erhöhter Schwebstoffkonzentrationen oder einfallenden Lichts deutlich an Aussagekraft verlieren. In begrenztem Maß kann die Nachjustierung von Helligkeit und Kontrast der Kamera sowie der Beleuchtung eine Abhilfe bei sich verschlechternden Sichtungsbedingungen schaffen.

Ein weiterer limitierender Faktor ist die Wahl und Positionierung des Kamerasystems, insbesondere bei frei installierten Monitoringlösungen. Wenn der gewählte Bildausschnitt nicht die gesamte relevante Öffnung oder den gesamten Wanderkorridor erfasst - etwa weil die Öffnung zu groß oder die Kamera aufgrund örtlicher Zwänge ungünstig ausgerichtet ist - besteht die Gefahr einer signifikanten Unterschätzung der Fischbewegungen. Diese räumliche Begrenzung kann dazu führen, dass nur ein Teil der passierenden Individuen dokumentiert wird, wodurch die Datengrundlage verzerrt wird.

Auch die Schätzung der Fischgröße ist mit Unsicherheiten behaftet. Ohne fest eingemessene Skalierungen oder Kalibrierhilfen erfordert die Größeneinordnung ein hohes Maß an Erfahrung. Besonders bei schlechter Sicht, großen Entfernungen zur Kamera oder bei schräger Kameraposition ist die Längenschätzung nur eingeschränkt zuverlässig.

Schließlich stellt die Artbestimmung bei bestimmten Szenarien eine erhebliche Herausforderung dar - insbesondere bei der Erfassung sehr kleiner Fische oder bei Schwarmaufstiegen. In solchen Fällen überlagern sich Tiere, bewegen sich schnell oder verweilen nur kurz im Sichtfeld, was eine differenzierte Ansprache deutlich erschwert. Auch hier ist Expertenwissen notwendig, um zumindest eine taxonomische Einordnung (z. B. auf Familienebene) vorzunehmen. Diese Grenzen machen deutlich, dass die Auswertung videobasierter Daten sorgfältig kontextualisiert und kritisch interpretiert werden muss. Auch muss schon im Vorhinein über diese Grenzen informiert werden, um nicht falsche Zielvorstellungen zu erhalten.

Durch fachgerechte Anwendung lassen sich viele Herausforderungen beim Videomonitoring deutlich reduzieren. Eine gezielte Platzierung und Konfiguration der Kameras verbessert die Erfassungsqualität auch unter schwierigen Bedingungen. Erfahrung in der Systemintegration sowie eine standortangepasste Beleuchtung erhöhen zusätzlich die Datenzuverlässigkeit. Moderne KI-Modelle unterstützen die automatische Erkennung von Arten und Bewegungsmustern, minimieren Fehldetektionen und ermöglichen eine effiziente Auswertung großer Datenmengen. So lassen sich auch unter variablen Umweltbedingungen belastbare und reproduzierbare Ergebnisse erzielen.

4 Schlussfolgerung

Die Standardisierung der Prozesse und die präzise Dokumentation der Ergebnisse sind fundamentale Aspekte, um die Glaubwürdigkeit und Vergleichbarkeit von Videomonitoring-Studien zu verbessern. Dieser Artikel hebt hervor, wie wichtig eine einheitliche Vorgehensweise und klare Richtlinien für die Auswertung von Videomonitoring-Systemen sind. Durch die Etablierung von Standards können Forschungsergebnisse effektiver genutzt und verglichen werden, was zu besseren ökologischen Erkenntnissen und Managemententscheidungen führt. Die Verbindung dieser Standards mit den in diesem und anderen Fachbeiträgen beschriebenen praktischen Erfahrungen und Fallstudien bildet eine robuste Grundlage für die Weiterentwicklung der Videomonitoring-Technologie.

Standardisierte Dokumentationsformate, wie sie in diesem Beitrag vorgeschlagen werden, erleichtern nicht nur die wissenschaftliche Vergleichbarkeit, sondern auch die praktische Umsetzung von Monitoringprojekten durch Behörden, Planungsbüros und Betreiber. Sie dienen als Entscheidungsgrund-

lage bei der Wahl der Methode zur Bewertung der Funktionsfähigkeit von FAA.

Insbesondere mit dem zunehmenden KI-Einsatz zur Datenauswertung gewinnt die strukturierte Erfassung und Archivierung von Metadaten an Bedeutung. Einheitliche Datenstrukturen ermöglichen das effiziente Training, die Validierung und Weiterentwicklung von KI-Modellen.

Die Autoren sind der Auffassung, dass das Videomonitoring insbesondere durch die jüngsten technischen Weiterentwicklungen mittlerweile eine gut geeignete Methode ist, um Daten für die Bewertung der Funktionsfähigkeit einer FAA zu generieren.

Langfristig könnten durch standardisierte Erfassungs- und Auswertungsverfahren auch internationale Vergleiche und länderübergreifende Studien erleichtert werden. Dies stärkt nicht nur die wissenschaftliche Aussagekraft, sondern eröffnet neue Möglichkeiten für koordinierte Gewässerschutzstrategien auf europäischer Ebene.

Autoren

Dipl.-Biol. Maria Schmalz
Fischökologische & Limnologische Untersuchungsstelle Südthüringen (Fluss)
Koppewiese 2
98553 Schleusingen
maria.schmalz@fluss-im-netz.de

Dipl.-Ing. Christian Haas
I am Hydro GmbH
Leopoldstraße 1
78112 St. Georgen
christian.haas@iamhydro.com

Dipl.-Biol. Bernd Mockenhaupt
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
mockenhaupt@bafg.de

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Meyer
Dr. sc. ETHZ Frederic de Schaetzen
Kraftwerke Oberhasli (KWO)
Grimselstrasse 19
3862 Innertkirchen, Schweiz
matthias.meyer@kwo.ch
frederic.deschaetzen@kwo.ch

Literatur

[1] Ebel, G.; Fredrich, F.; Gluch, A.; Lecour, C.; Wagner, F.: Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. In: BWK-Fachinformation (2006), BWK-F 1/2006
[2] Bundesamt für Umwelt (Hrsg.): Massnahmenumsetzung Sanierung Fischgängigkeit. Handbuch Wirkungskontrollen. Bern, 2017.
[3] Österreichischer Fischereiverband (Hrsg.). Mindestanforderungen bei der Überprüfung von Fischaufstiegshilfen (FAH) und Bewertung der Funktionsfähigkeit. In: Richtlinien der Fachgruppe Fischereisachverständige beim Österreichischen Fischereiverband (2020), 1/2003 i. d. F. 2020.
[4] Mader, H.; Käfer, S.: FishCam & FishNet - fischökologisches Monitoring 4.0. In: Österreichs Wasser- und Abfallwirtschaft 72 (2020), Heft 1-2, S. 129-141 (doi.org/10.1007/s00506-020-00654-z).
[5] Soom, J.; Pattanaik, V.; Leier, M. Tuhtan, J. A.: Environmentally adaptive fish or no-fish classification for river video fish counters using high-performance desktop and embedded hardware. In: Ecological Informatics 72 (2022), Paper 101 817 (doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101817).
[6] Mockenhaupt, B.; Tuhtan, J. A.: BfG-Projekt Smart Fish Counter: Automatisierte Bewertung von Art, Größe und Migrationsverhalten durch Künstliche Intelligenz. In: WasserWirtschaft 113 (2023), Heft 2-3, S. 26.
[7] de Schaetzen, F.; Meyer, M.; Meier, M. et al.: Monitoring zur Muota-Seeforellenpopulation 2024/2025. Bericht im Auftrag der ebs Energie AG, 2025.
[8] Meyer, M.; Reuther, K.; Zaugg, C.; Meier, M.; Wagner, B.: Sanierung Fischgängigkeit KW-Schifffahrtskanal - Biologische Wirkungskontrollen Fischschleuse. Bericht im Auftrag der Industrielle Betriebe Interlaken, 2024.
[9] Schmalz, M.: Funktionskontrolle der Fischaufstiegsanlagen an den Wasserkraftanlagen Spichra, Mihla und Falken an der Werra. Unveröff. Gutachten im Auftrag der e.on Thüringer Energie AG, 2012.
[10] Fischer, J.; Schmalz, M.: Optimierung der Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein. In: WasserWirtschaft 105 (2015), Heft 10, 38-41
[11] Schmalz, M.; Schmalz, W.: Fischökologisches Monitoring der Fischschleuse Klosterbuch. Gutachten im Auftrag der enviaTherm GmbH, 2024.
[12] Schneider, J.; Seufert, T.; Theobald, S.: Spitzenprädator Wels - wie stark beeinträchtigen große Individuen die Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen? In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 10, S. 14-18.
[13] de Schaetzen, F.; Meyer, M.; Mockenhaupt, B.; Schmalz, M.; Haas, C.: Machbarkeit von Videomonitoring - Entscheidungshilfen und Herausforderungen. In: WasserWirtschaft 115 (2025), Heft 11, S. 18-23.
[14] Haas, C.; de Schaetzen, F.; Meyer, M. et. al.: Praxisbeispiele der Implementierung von Videomonitoring-Systemen an Fischaufstiegsanlagen. In: WasserWirtschaft 115 (2025), Heft 11, S. 44-53.
[15] Tuhtan, J. A.; Mockenhaupt, B.; de Schaetzen, F. et al.: KI-gestütztes Videomonitoring aquatischer Ökosysteme - Chancen, Grenzen und Praxisanforderungen. In: WasserWirtschaft 115 (2025), Heft 11, S. 54-61.
[16] Meyer, M.; Mockenhaupt, B.; de Schaetzen, F.; Schmalz, M.; Haas, C.: Integration von Videomonitoring-Systemen in Fischaufstiegsanlagen. In: WasserWirtschaft 115 (2025), Heft 11, S. 24-30.

DOI dieses Beitrags: http://doi.org/10.1007/s35147-025-2582-2

Maria Schmalz, Christian Haas, Bernd Mockenhaupt, Matthias Meyer and Frederic de Schaetzen

Documentation and standardization for video monitoring applications

Standardised procedures are essential to establish video monitoring at fish ladders as a reliable method. Clearly defined documentation standards, from site parameters to system technology and biological data collection, can significantly improve the comparability and significance of monitoring data. In addition to methodological recommendations, the suitability of this data for the common evaluation systems is discussed. The article provides a practical basis for systematically ensuring the quality and reproducibility of video-based surveys.

Springer Professional

Fischaufstieg

Schneider J.: Spitzenprädator Wels - wie stark beeinträchtigen große Individuen die Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen? In: WasserWirtschaft, Ausgabe 10/2024. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2024. https://sn.pub/25ntd8