Betrieb und Wartung von Videomonitoring-Systemen in Fischaufstiegsanlagen

Dieser Fachbeitrag konzentriert sich auf die entscheidenden Aspekte des Betriebs und der Wartung von Videomonitoring-Systemen, die zur Überwachung von Fischaufstiegsanlagen eingesetzt werden. Er behandelt die Herausforderungen und Lösungsansätze bezüglich der Stromversorgung, Netzwerkzugänglichkeit, Systemwartung sowie der Anpassung der Kameraeinstellungen. Zudem werden die erforderlichen Qualifikationen und Mindestanforderungen an das Personal, das diese Systeme betreibt und wartet, detailliert beschrieben. Durch praxisnahe Hinweise und Anleitungen wird aufgezeigt, wie ein effizientes und zuverlässiges Videomonitoring gewährleistet werden kann.

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

1 Einleitung

Der zuverlässige Betrieb von Videomonitoring-Systemen ist entscheidend für die langfristige und störungsarme Erfassung fischökologischer Daten [1] an Fischaufstiegsanlagen (FAA). Dabei geht es nicht nur um den technischen Unterhalt, sondern um ein Zusammenspiel aus Infrastruktur, Systemkonfiguration und qualifiziertem Personal. Dieser Beitrag ergänzt die weiteren Fachbeiträge in diesen Themenheft um praxisrelevante Hinweise zur Betriebsführung und gibt konkrete Empfehlungen zur Wartung, Zugänglichkeit und technischen Feinabstimmung.

In diesem Fachbeitrag werden praktische Lösungen und Verfahren vorgestellt, die den Betrieb von Videomonitoring-Systemen optimieren sowie ihre Langlebigkeit und Effektivität sicherstellen. Darüber hinaus wird auf die Rolle des technischen und biologischen Fachwissens des betreuenden Personals eingegangen.

Durch die Implementierung effektiver Betriebs- und Wartungspraktiken können die in den anderen Fachbeiträgen diskutierten, fortschrittlichen Technologien und methodischen Ansätze effizient genutzt werden, um die ökologische Forschung und das Management von Fischpopulationen und deren Habitaten zu unterstützen.

Kompakt

- Regelmäßige Reinigung und robuste Infrastruktur sind entscheidend für ein verlässliches Videomonitoring.
- Qualifiziertes Personal sichert Datenqualität und reibungslosen Langzeitbetrieb.
- Standortangepasste Konfiguration reduziert Fehlaufnahmen und erhöht die Effizienz der Monitoringeinrichtung.

2 Betrieb von Videomonitoring-Systemen

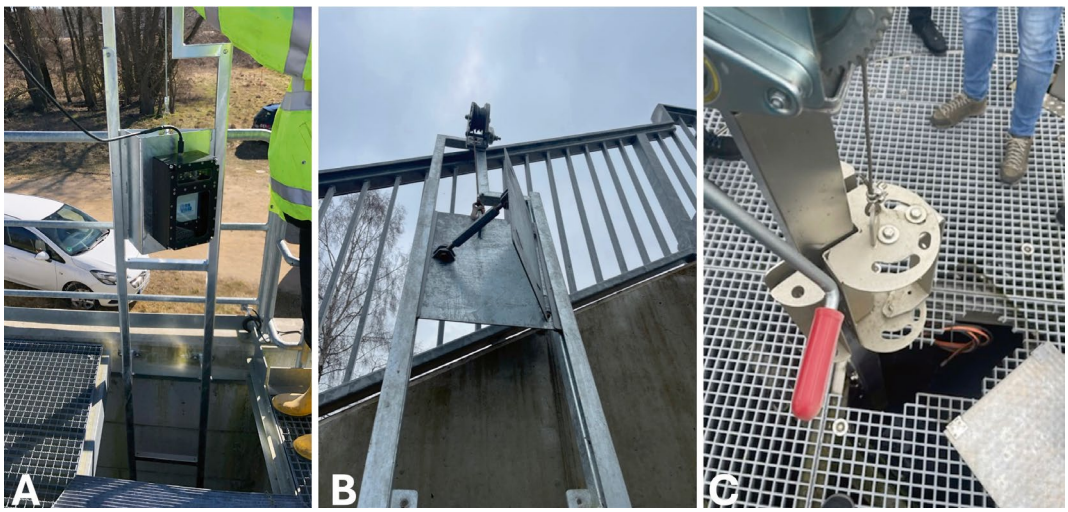
Ist die FAA noch nicht gebaut, sollte die für den Betrieb der ggf. erwünschten Videomonitoring-Einrichtung notwendige Infrastruktur schon bei der Planung der FAA festgelegt werden, um die technischen und räumlichen Anforderungen der Systeme zu erfüllen. Sollen mehrere Kamerasysteme an verschiedenen Stellen eingesetzt werden, wie es z. B. häufig bei der Überwachung von größeren Bauwerken wie Fischschleusen erfolgt [2], gelten für jedes Kamerasystem die gleichen Empfehlungen.

2.1 Stromversorgung und Netzwerkzugang

Die Planung sollte die notwendige Infrastruktur für eine stabile und dauerhafte Stromversorgung sowie Datenkonnektivität auch unter Hochwassereinflüssen berücksichtigen. Eine grundlegende Anforderung für den Betrieb von Kamerasystemen ist daher die Verfügbarkeit eines Stromanschlusses am Installationsort [9]. Weitere Stromanschlüsse vor Ort können für den Betrieb von Hochdruck-Reinigungsgeräten oder einer Tauchpumpe sinnvoll sein. Falls ein elektrisch betriebenes Hebegerät zu Einsatz kommen soll, ist die Notwendigkeit eines Starkstromanschlusses zu prüfen. Zusätzlich muss im Vorfeld geklärt werden, wie das System per Fernzugriff erreichbar ist. Dies kann über das Mobilfunknetz oder ein bereits vorhandenes Netzwerk am Standort erfolgen. Das System sollte so konfiguriert sein, dass nach einem ungeplanten Stromausfall alle Komponenten (Beleuchtung, Kamera, Software etc.) automatisch wieder in Betrieb gehen und das System auch wieder per Fernzugriff erreichbar ist.

2.2 Zugänglichkeit, Reinigung und Instandhaltung

Der Aufwand für die Reinigung und Instandhaltung kann die Kosten eines Videomonitoring-Projektes erheblich steigern. Insbesondere im Herbst und bei ansteigenden Abflüssen kann eine häufige Reinigung notwendig sein. Die Zugänglichkeit des Systems für regelmäßige Reinigung und Wartung ist daher entscheidend für einen reibungslosen Betrieb, da Unterwasserka-



© I am Hydro

Bild 1: Schienensysteme für kompakte Kamerasysteme zur einfachen Zugänglichkeit zur Reinigung, bei den Ausführungen B & C ist die Ausrichtung der Kamera adaptierbar

meras erheblichen Umweltbelastungen ausgesetzt sind, die ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigen können. Die notwendigen Vorkehrungen zum gefahrlosen Arbeiten sind immer mitzudenken und im Vorfeld zu treffen. Insbesondere bei der Installation an technischen Einrichtungen wie Wasserkraftanlagen sind die sicherheitstechnischen Vorschriften genauestens zu beachten. Es empfiehlt sich eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung sowohl für die notwendigen Arbeiten als auch für die Standzeit eines Monitoringsystems in Zusammenarbeit mit dem technischem (Sicherheits-) Personal des Standortes zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang sind ggfs. auch Zutrittsgenehmigungen zu beantragen.

Kompakte Kamerasysteme im flachen Wasser können u. U. mit einem geeigneten Besen oder anderen Reinigungsgeräten direkt in der Einbausituation gereinigt werden. Bei großen Wassertiefen, schlechter Zugänglichkeit oder der Notwendigkeit, das System bei Hochwasser schnell aus dem Wasser entfernen zu können, empfiehlt sich der Einbau der Kamera mit einem Hebemechanismus, wie z. B. einem Schienensystem mit handbetriebener Winde (**Bild 1**). Bei Installationen in gewässerbreiten Bauwerken mit sehr eingeschränkter Zugänglichkeit kann es sinnvoll sein, auf kompakte Kamerasysteme mit Selbstreinigungsfunktion zurückzugreifen [3], [6].

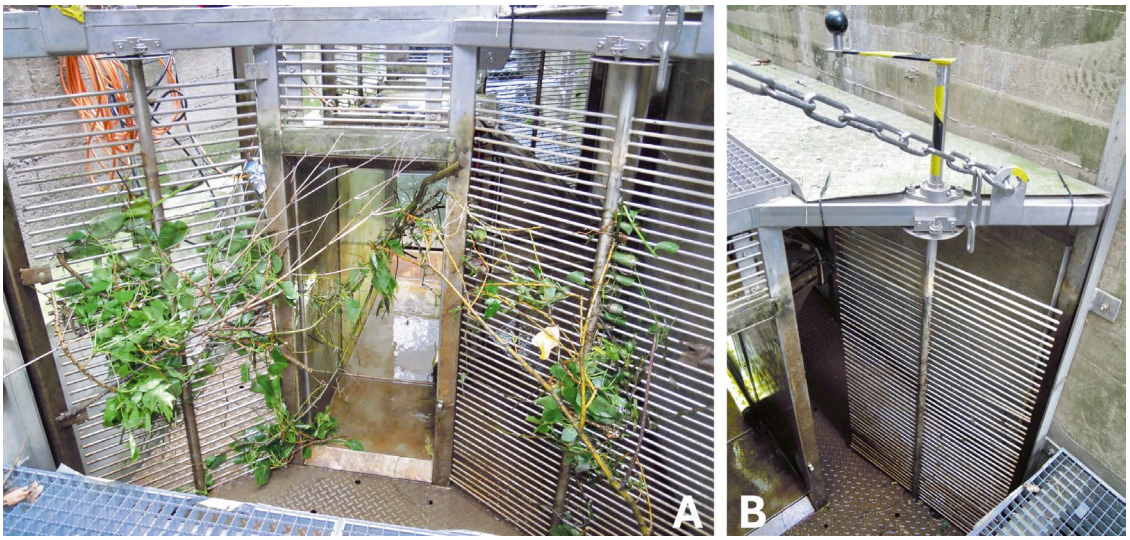
Bei größeren Kamerasystemen mit Konus und Videotunnel müssen neben der Sichtscheibe, dem Tunnel und der Beleuchtung auch regelmäßig Leitrechen gesäubert werden, um eine Veränderung der Hydraulik in der FAA zu vermeiden. Dies kann nach Möglichkeit im Wasser geschehen, z. B. mit einem robusten Straßenbesen oder durch drehbare Leitrechen (**Bild 2**). Bei drehbaren Rechen ist zu empfehlen, die Rechenstäbe ohne Rahmen auszuführen, da flexibles Treibgut, wie z. B. Wasserpflanzen, dann deutlich besser abgespült werden können. Es muss jedoch eine Hebevorrichtung, bspw. ein Portal- oder Säulenschwenkkran, vorgesehen werden [10], die es ermöglicht, das System zumindest bei Notwendigkeit inklusive Leitvorrichtung aus dem Wasser zu heben. Die Hebevorrichtung muss so ausgelegt sein, dass der Videotunnel auch im gehobenen Zustand gefahrlos von einer Person betreten werden kann.

Je nach Bedingungen (Anfall an Treibgut, Wassertemperatur etc.) wird eine Reinigung mindestens alle 7-14 Tage empfohlen. Optimal ist es, wenn das Kamerabild (**Bild 3**) täglich über den Fernzugriff kontrolliert wird und so bedarfsgerecht auf mögliche Verschmutzungen oder Einschränkungen reagiert werden kann.

Im Idealfall kann jederzeit durch vorhandenes Personal eine Reinigung erfolgen, sobald dies notwendig ist. Für die Ressourcenplanung ist zu beachten, dass die Reinigungsanforderungen im Sommer (Algenwachstum), bei größerer organischer Fracht des Wassers, z. B. durch Massenvorkommen von Wasserpflanzen (**Bild 3**) oberstrom der Anlage (Barben- oder Brachsenregion) deutlich höher sind als bei kaltem und klarem, nährstoffarmem Wasser in den Gewässeroberläufen (Forellenregion). Vor allem im Herbst kommt es häufig zu Beeinträchtigungen durch Laubfall, was das Reinigungsintervall verkürzen kann. Selbstverständlich sollte nach jedem Hochwasser die gesamte Anlage inspiziert werden.

Ein unterschätzter Faktor ist die Lage der FAA. Sind Ortschaften oder viele Gärten oberhalb der FAA vorhanden, ist häufig mit in das Gewässer eingebrachtem Gras-/Gehölzschnitt und Gartenabfällen zu rechnen (**Bild 2**). Bei Vorkommen des Bibers *(Castor fiber)* sind Beeinträchtigungen durch abgenagte Zweige zu erwarten. Einen Sonderfall stellen Fischschleusen dar, die gleichzeitig als Treibgutableitung des Rechenreinigers der WKA genutzt werden [2]. Hier ist immer mit einer großen Treibgutfracht und entsprechend häufigen Reinigungsintervallen zu rechnen. Möglicherweise ist es in einem derartigen Fall sinnvoll, eigene Treibgutableitungen zum Schutz des Kamerasystems zu installieren.

In einigen Videomonitoring-Systemen werden mittlerweile Scheibenwischer eingesetzt, um zumindest den manuellen Reinigungsaufwand der Kameras zu minimieren [3], [5], [6]. Eine automatisierte Reinigung von Leitgittern, z. B. durch elektrisch drehbare Elemente, kann nur bedingt empfohlen werden, da bei größerem Treibgut die Gefahr einer ungewollten Beschädigung des Systems gegeben ist.



© Bundesanstalt für Gewässerkunde

Bild 2: A) Verlegung durch Schnittgut am Videotunnel in der FAA Koblenz; B) Drehbares Gitterelement mit blind endenden Stäben

Bei FAA im Nebenschluss wird auch aus grundsätzlicher Unterhaltungssicht ein Treibgutabweiser am Ausstieg empfohlen [4], welcher das anfallende Treibgut optimalerweise nicht ansammelt, sondern in den Fluss weiterleitet [7].

Sind die Abflussvorhersagen ungünstig und es ist mit größerem auflaufendem Hochwasser rechnen, empfiehlt es sich unter Umständen, die Kameras aus dem Wasser zu entnehmen, um Beschädigungen zu vermeiden. Da sich bei Hochwasser die Sicht unter Wasser meist so verschlechtert, dass keine sinnvolle Datenerfassung möglich ist, ist kein Datenverlust durch das Entnehmen zu erwarten.

In Abhängigkeit der Zugänglichkeit der Monitoringeinrichtung sollten vorbeugende Sicherungsmaßnahmen gegenüber Diebstahl und Vandalismus getroffen werden. Das Risiko eines Totalverlustes auch durch Hochwasser sollte bei der Planung berücksichtigt werden.

© Fluss

Bild 3: Durch Treibgut vollständig verlegtes, kompaktes Kamerasystem

Die Instandhaltung betrifft alle Elemente des eingesetzten Systems. Je nach Dauer des geplanten Monitorings ist daher auf robuste Ausführungen (z. B. Edelstahl, Polyoxymethylen (POM)) zu achten. Bei fachgerechter Installation [9] sind ansonsten nur wenige materielle Instandhaltungsarbeiten zu erwarten. Zu nennen wäre hier die eventuelle Entfernung von massivem Muschelbewuchs (*Dreissena spp.*), Schadstellen im Sohlensubstrat des Tunnels und der Austausch von beschädigten Kabeln. Zur Instandhaltung gehört auch das Daten- und Speichermanagement.

2.3 Anpassung der Kameraeinstellungen

Bei kompakten Kamerasystemen bei guten Sichtbedingungen wird ein Neigungswinkel von 30° stromab empfohlen. Dies gilt insbesondere in Schlitzpässen, da diese Ausrichtung in Verbindung mit einem Öffnungswinkel der Kamera von ca. 90°-100° eine optimale Abdeckung des Wanderkorridors bietet. Auch für Kameratunnel werden Empfehlungen bzgl. Installation gegeben [9]. Nichtsdestotrotz ist die Anpassung der Kameraeinstellungen ein kontinuierlicher Prozess, der sich nach den vorherrschenden Umweltbedingungen und spezifischen Anforderungen der Studie richtet. Einstellungen, wie Beleuchtung, Bildauflösung und Bewegungserkennung, sollten engmaschig bei Beginn der Untersuchung regelmäßig überprüft und optimiert werden, um die bestmögliche Datenqualität zu sichern. Je nach Standort und Verhalten der Fische kann es z. B. sinnvoll sein, nachts eine Standardbeleuchtung der ansonsten empfohlenen Infrarotbeleuchtung vorzuziehen. Bzgl. Bewegungserkennung und Szenenerzeugung haben sich im Videotunnel in Koblenz folgende Einstellungen in der Software (Go1984 Pro [8]) bewährt, wenn auch sehr kleine Fische detektiert werden sollen:

- Optimierte Einstellungen für Innenbereich übernehmen
- Ansprechverzögerung: 0,5 s
- Empfindlichkeit: 95 %
- Größe der zu detektierenden Objekte: 0,02 %

- Reduzierung der Noise Reduktion auf 2 (erweiterte Einstellungen)
- Bildaufnahmepause: mind. 100 ms (10 fps)
- Pre- und Postaufnahme: jeweils 2 Sekunden
- Neue Szenenerzeugung: wenn 8 Sekunden keine Bewegung erkannt wird
- Maximale Szenendauer: 3 Minuten

Bei steigender Wassertrübung oder größeren Zielfischen kann die Empfindlichkeit verringert und die minimale Objektgröße zu erhöht werden. Viele Kameras haben inzwischen aber auch eine Bewegungserkennung integriert, so dass nicht unbedingt eine zusätzliche Software notwendig ist. Hierbei sollte auf die Handhabbarkeit der Einstellungen geachtet werden. Insbesondere die Anpassung der Bewegungsdetektion auf Bereiche von Interesse und die Minimierung von Fehlauslösungen durch die Eliminierung nicht zielrelevanter Beobachtungsbereiche sind von großer Bedeutung, um den Aufwand der Auswertung zu reduzieren.

Die Anpassung kann je nach Kamerasystem direkt vor Ort erfolgen und/oder über Fernzugriff.

3 Anforderungen an das ausführende Personal

Die Effektivität des Kameramonitorings in FAA hängt auch von den technischen und biologischen Kenntnissen sowie von den praktischen Fähigkeiten des ausführenden Personals ab. In Ermangelung spezifischer Schulungsprogramme oder Zertifizierungen zielt dieses Kapitel darauf ab, die essenziellen Anforderungen an das Personal für die Durchführung eines solchen Monitorings festzulegen. Die in **Tabelle 1** aufgeführten Kompetenzen sind Empfehlungen, die auf den Erfahrungswerten der Autoren beruhen und haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Häufig befindet sich die Monitoringeinrichtung auf dem Betriebsgelände eines Wasserkraftbetreibers. Oftmals wird nur autorisiertem Personal mit entsprechender Einweisung der Zugang zur Anlage ohne Begleitung von Betriebspersonal gewährt. Um permanent und flexibel Unterhaltsarbeiten vornehmen zu können, wird empfohlen, die standortsspezifische Betretungs-Autorisierung zu erlangen.

4 Fazit

Videomonitoring-Systeme ermöglichen im Gegensatz zu Reusen oder anderen Fangeinrichtungen die ungehinderte Fischwanderung und liefern gleichzeitig belastbare Daten zur ökologischen Wirksamkeit der FAA. Die vorgestellten Herausforderungen und Lösungsansätze in diesem Kapitel stehen in engem Zusammenhang mit den technischen Anforderungen und Implementierungsstrategien, die in den anderen Fachbeiträgen dieses Themenhefts der WasserWirtschaft behandelt werden. Dabei spielen die regelmäßige Kontrolle und Reinigung der Systeme eine Schlüsselrolle bei der Aufrechterhaltung der Bildqualität und der Hardwarefunktionalität von Videomonitoring-Systemen. Notwendig ist dafür eine robuste Infrastruktur einschließlich Stromversorgung und Netzwerkzugang. Anpassbare Kameraeinstellungen und flexible Beleuchtungssysteme sind zudem fundamental, um die Kamerasysteme für unterschiedliche Wasser- und Lichtverhältnisse optimieren zu können und somit die Effektivität des Monitorings zu maximieren. Der Reinigungsaufwand von Leitrechen an größeren Installationen kann mit drehbaren Komponenten und geeigneten Treibgutabweisern im Oberwasser der FAA verringert werden.

Bei reibungslosem Betrieb und effektiver Wartung ermöglichen es Videomonitoring-Systeme, umfassende und zuverlässige Daten zu liefern.

Tabelle 1: Beschreibung der für die Durchführung eines Videomonitorings wichtigen Kompetenzbereiche des Personals (Quelle: Mockenhaupt et al.)

Kompetenzbereich	Beschreibung
	Technische Kompetenzen
Installation	Fähigkeit zur korrekten Positionierung und Befestigung der Kameras unter Berücksichtigung hydraulischer Verhältnisse und Umgebungsbedingungen. Verständnis der Hydraulik von FAA zur Anpassung an gegebene Bedingungen. Erkennen von Verletzungsgefahren. Erfahrungen mit Fernwartung und der Feinjustierung der Bewegungserkennung.
Betrieb und Wartung	Routinemäßige Systemüberprüfungen und Wartungsarbeiten, inklusive Fernzugriff und Datenmanagement. Implementierung redundanter Systeme zur Sicherstellung der Datensicherheit und Systemzuverlässigkeit. Anpassung der Kameraeinstellungen und Beleuchtung an wechselnde Umweltbedingungen, wie Lichtverhältnisse, Trübung und Luftblasen, um optimale Datenqualität zu sichern. Nötige Vorsicht und Sorgfalt bei Reinigungsarbeiten.
	Biologische Kompetenzen
Zielarten-Kenntnis	Tiefgehendes Verständnis der Biologie und Migrationsmuster relevanter Fischarten, entscheidend für die korrekte Dateninterpretation und optimale Kamerapositionierung bei kompakten Kamerasystemen.
Arterkennung	Fähigkeit zur Erkennung und Differenzierung der Fischarten anhand von Unterwasser-Bild- und Videoaufnahmen auch in trüberem Wasser. Wichtig auch bei KI-gestützter Arterkennung zur Qualitätssicherung.
Ökologisches Verständnis	Verständnis ökologischer Zusammenhänge, die das Verhalten und die Wanderung von Fischen beeinflussen, essenziell für effektives Monitoring.

Autoren

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

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

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

Literatur

[1] Haas, C.; Meyer, M.; Schmalz, M.; Tuhtan, J. A.: Kamerabasiertes Monitoring von Fischen in Deutschland und der Schweiz. In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 10, S. 19-29.
[2] Schmalz, M.: Funktionskontrolle der Fischschleuse an der Wasserkraftanlage Höllenstein am Schwarzen Regen. 2014.
[3] I am Hydro (Hrsg.): I am HydroCam - Unterwasserkamerasystem mit Bewegungserkennung (www.iamhydro.cam; Abruf 07.05.2025).
[4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. In: DWA-Merkblätter (2014), M 509.
[5] Mader, H.; Käfer, S.: Innovative berührungslose Funktionskontrolle. In: Verbund (Hrsg.): Grüne Lebensader - Renaturierungsprojekte an der Drau. Wien, 2024, S. 158-167.
[6] Biotactic (Hrsg.): Autonome Fischüberwachungs- und Zählsysteme (www.biotactic.com/fish-monitoring-fish-counting-services, Abruf 07.05.2025).
[7] Bundesanstalt für Wasserbau (Hrsg.): FuE-Abschlussbericht Treibgutabwehr an Fischaufstiegsanlagen. Karlsruhe, 2024 (www.baw.de/content/files/forschung_entwicklung/documents/B3953.01.04.70011.pdf, Abruf 07.05.2025).
[8] logiware (Hrsg.): IP Kamera Management Software (www.go1984.de, Abruf 07.05.2025).
[9] 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.
[10] 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.

DOI dieses Beitrags: http://doi.org/10.1007/s35147-025-2587-x

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

Operating and maintaining of video monitoring systems in fish passes

This article addresses the critical aspects of operating and maintaining video monitoring systems used to monitor fishways. It discusses the challenges and solutions regarding power supply, network accessibility, system maintenance and adjustment of camera settings. The necessary qualifications and minimum requirements for the personnel who operate and maintain these systems are also described in detail. Practical tips and instructions show how to ensure efficient and reliable video monitoring operations.

Mehr erfahren durch aktuelle Berichterstattung branchenübergreifend zu den Themen **Wasser**, **Abfall**, **Energie**, **Umwelt** und **Recht**. Informieren Sie sich zehn Mal im Jahr mit den aktuellen Ausgaben zum Vorteilspreis sowie exklusiv für alle Abonnenten kostenlos das digitale und interaktive E-Magazin und das PDF-Archiv mit allen Fachbeiträgen seit 1999.

Digital, interaktiv, mobil. | inkl. PDF-ARCHIV! | 2x GRATIS TESTEN!

www.wasserundabfall.de