Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 97 (2005)
Heft: 1-2

Artikel: Restwasser und gewässerökologische Aspekte der Wasserkraftnutzung
Autor: Elber, Fredy
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941719

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

die zu jeder Zeit des Jahres ein Mindestangebot an Lebensräumen und die Erreichbarkeit von Laichgründen garantiert.

Für die endgültige Festlegung des Mindestabflusses werden noch weitere Aspekte, wie z.B. das natürliche Abflussgeschehen im Jahresverlauf und die Bedeutung des Gewässerabschnitts für den gesamten Fluss, berücksichtigt. Am Ende steht eine Mindestwasserregelung, die vorgibt, welche Abflüsse im Jahresverlauf mindestens im Gewässer verbleiben müssen, um eine ökologische Funktionsfähigkeit gewährleisten zu können. Bild 2 gibt das Beispiel einer gestaffelten Mindestwasserregelung mit Berücksichtigung der Laichzeiten von Salmoniden im Spätherbst/Winter und einer dynamischen Anpassung an das natürliche Regime in den Sommermonaten.

Der Einsatz von CASiMiR hat sich im Rahmen vieler Projekte mit unterschiedlichsten Untersuchungsschwerpunkten an allen Fliessgewässertypen und -grössen bewährt. Mit Hilfe der Habitatsimulation soll versucht werden, eine Grundlage für die objektive Bewertung der Lebensräume aquatischer Organismen zu schaffen. Eine Veränderung der Mindestwasserregelung – weg von einer statischen hin zu einer dynamischen Regelung – soll die ökologische Situation verbessern. Dabei soll gleichzeitig ein ökonomischer Betrieb der Wasserkraftanlage gewährleistet sein, sodass sich die Dynamisierung für beide Seiten, die Ökologie und die Ökonomie, positiv auswirkt.

Schriftliche Fassung eines Vortrags anlässlich der Tagung Restwasser von Pusch (Praktischer Umweltschutz Schweiz) und SWV vom 22. September 2004 in Zürich.

Anschrift der Verfasserin
Prof. Dr.-Ing. *Silke Wieprecht,* Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 61, D-70550 Stuttgart.

Restwasser und gewässerökologische Aspekte der Wasserkraftnutzung

Fredy Elber

Zusammenfassung

Neben Restwassersituationen bewirkt die Wasserkraftnutzung Eingriffe in Gewässerökosysteme im Bereich von Wasserfassungen und -rückgaben (u.a. Schwall-Sunk-Verhältnisse), von Stauräumen und bei Spülungen. Heute sind in zahlreichen Bereichen Massnahmen bekannt, welche trotz Wasserkraftnutzung die Existenz funktionsfähiger Gewässer erlauben.

Die Restwasserfrage (Bild 1) steht im Fokus der Diskussion in Verbindung mit der Wasserkraftnutzung. Sie stellt jedoch nur einen, wenn auch wesentlichen, Aspekt der nutzungsbedingten Beeinträchtigung der Gewässer dar. Weitere Problempunkte können sein: Wasserfassung (Bild 2), Stauraum (Bild 3), Wasserrückgabe, u.a. Schwall-Sunk-Betrieb (Bild 4), und Spülungen. Letztlich geht es jedoch nicht nur um Wasser, das Geschiebe und seine Dynamik ist von vergleichbarer Bedeutung für die Ökologie der Gewässer.

Die negativen gewässerökologischen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung sind nicht von der Hand zu weisen. Gleichzeitig muss akzeptiert werden, dass die Wasserkraftnutzung in der Schweiz von grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung ist. Ausserdem sind die positiven Eigenschaften der Wasserkraft als regenerative und weitgehend emissionsfreie Energiequelle sowie die Möglichkeit der bedarfsgerechten Bereitstellung grosser Strommengen zu erwähnen. Ziel für die heute bereits genutzten Gewässer kann daher lediglich eine Wasserkraftnutzung unter bestmöglicher Berücksichtigung der gewässerökologischen Gegebenheiten sein. Das heisst: Maximale Stromproduktion bei minimaler ökologischer Beeinträchtigung oder maximale ökologische Funktionsfähigkeit bei minimaler Produktionseinschränkung.

Was dies für die einzelnen Einflussbereiche hinsichtlich der Ökologie bedeuten kann, ist in Tabelle 1 dargelegt. Dort werden mögliche Ziele und Massnahmen definiert, welche in Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung zu einer Verminderung der Beeinträchtigungen führen.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass jedes Fliessgewässer ein Individuum darstellt und, gleich wie jedes Kraftwerk, Eigenheiten aufweist, die es zu beachten gilt. Bei den relevanten gesetzlichen Bestimmungen (Gewäs-

Bild 1. Restwassersituation in einem Alpenfluss.

Bild 2. Wasserfassung.

	Ziel	Massmahmen	positive Auswirkungen
Wasserfassung	Landschaftlich eingepasste Anlage, welche für aquatische Tiere und Geschiebe passierbar ist	• Erstellung eines Fischpasses, wenn möglich in Form eines Umgehungsgewässers. • Installation eines Feinrechens (Stababstand 20 mm) • Anströmgeschwindigkeit ≤ 0,5 m/s • Anbringen von Leiteinrichtungen zu einem abwärtsführenden Bypass • Dotiereinrichtung in turbulentem Wasser erstellen • Überfall bei Hochwasser • Geschiebetransport bei Hochwasserereignissen durch geschiebetaugliche Wehrgestaltung ermöglichen	-> Gewährung der Aufwärtswanderung von Fischen und Wasserwirbellosen -> Vermeidung von Turbinenpassagen von Fischen auf der Abwärtswanderung -> Fische können vor Hindernis (Rechen) fliehen -> Ermöglichung der Abwärtswanderung -> weitere Forschung notwendig -> Ermöglichung der Wasserwirbellosendrift -> Geschiebetrieb und Gerinneverlagerungen (Bankbildung, Ufererosion) können stattfinden (Dynamik im Fliessgewässer von zentraler Bedeutung) -> Ausreichende Geschiebezufuhr verhindert Sohlenerosion Gewährleistung einer gewässertypischen Morphologie
Stauraum	Landschaftlich eingepasste Anlage, welche für aquatische Pflanzen und Tiere einen Lebensraum darstellt (Generell muss jedoch die Veränderung des Lebensraumes von einem Fliessgewässer zu einem stehenden Gewässer mit allen physikalischen, chemischen und biologischen Veränderungen hingenommen werden.)	• Möglichst grosses Wasservolumen im See belassen • Möglichst wenige und geringe Wasserstandsschwankungen • Bei grossen Speichern Errichtung eines Vorbeckens ohne ausgeprägte Wasserspiegelschwankungen • Bei Laufkraftwerken evtl. Umgehungsgewässer bis hinter die Stauwurzel führen. • Schaffung naturnaher Ufer • Verlandungen soweit möglich zulassen • Sohlengleiche Mündung der Zuflüsse • Vermeidung der Einleitung von Wasser aus geologisch verschiedenen Einzugsgebieten (Härte, Trübung etc.)	-> Gewährung eines ausreichenden Lebensraumes (im Winter evtl. wegen Lawinenniedergängen abgesenkt) -> Verminderte Störung einer möglichst kleinen Fläche -> Ungestörte Entwicklung von Wasserorganismen und raschere Wiederbesiedlung des eigentlichen Speichersees -> Verbesserung der Passierbarkeit des Stauraumes für Fische und Wirbellose. Erhalt des Fliessgewässerkontinuums -> Vernetzung mit dem Umland, Aufwertung des Landschaftsbildes -> Bildung neuer Lebensräume z.B. für Limikolen -> Passierbarkeit der Mündungsbereiche ist auch bei tiefem Wasserstand gegeben (wichtig für kieslaichende Fische, welche im Stauraum leben und entsprechendes Laichsubstrat in den Zuflüssen finden) -> Erhalt der ursprünglichen geochemischen und physikalischen (Trübung) Verhältnisse
Spülung **(Stauraum, Entsander und Stollen)**	Ökologisch verträgliche Abflüsse und Feststoffkonzentrationen	• Zeitpunkt festlegen aufgrund ökologischer Aspekte (Laichzeit, Aufwuchszeit, spezifische Gegebenheiten). • Spülung möglichst bei natürlicherweise hohen Abflüssen vornehmen • Langsame Erhöhung des Abflusses und damit der Strömungsgeschwindigkeit auf festzulegendes Maximum (Sicherheit, ökologische Kriterien) • Erhöhung der Trübstoffkonzentration auf festzusetzendes Maximum (evtl. Orientierung an natürlichen Hochwasserabflüssen) • Abschätzung der Abnahme der Sauerstoffkonzentration bzw. der Zunahme von reduktiven/sauerstoffzehrenden Stoffen (z.B. Sulfid, Freisetzung aus Stauraum und Restwasserstrecke) • Ausreichend nachspülen mit trübstoffarmem Wasser • Fachliche Begleitung von Spülungen	-> Verminderung der Abschwemmung/Abdrift von Wasserwirbellosen und Fischen Vermeidung von Fischsterben Verminderung des Abschwemmens von Wasserpflanzen -> siehe auch unter Schwall-Sunk-Betrieb -> Verminderung der Kolmation im betroffenen Fliessgewässer -> Anpassungen beim Spülreglement aufgrund der Untersuchungsergebnisse
Restwasser	Ausreichende und zeitlich gestaffelte Restwassermenge zur Erfüllung der ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1 (Die Verkleinerung des Lebensraumes bis zu einem «gewissen Grad» muss akkzeptiert werden)	• Bestimmung der erforderlichen Dotierwassermenge mittels ökologisch begleiteten Dotierversuchen und/oder Modellierungen. • Dynamische Staffelung der Dotierwasserabgabe (jahres- evtl. tageszeitlich, inkl. Überfall bei Hochwasser) • Evtl. morphologische Anpassungen innerhalb der Restwasserstrecke	-> Erhalt der gewässertypischen Strömungsvielfalt, Wassertiefen und Sohlsubstrate Verhinderung der Vertümpelung und der Kolmation Ausreichende Sauerstoffkonzentration Keine übermässige Temperaturerhöhung bzw. Temperaturerniedrigung (Gefrieren) Keine Absenkung des Grundwasserspiegels Ermöglichung der Fischwanderung Erhalt der standorttypischen Fauna (Fische, Wasserwirbellose, Auenfauna) und Flora (Algen, Wasserpflanzen, Auenvegetation) Erhalt einer den natürlichen Verhältnissen angepassten Wasserqualität -> Gewährung eines an die gewässertypische Dynamik angepassten Abflusses -> Minimierung der negativen Auswirkungen der Restwasserabflüsse (siehe oben)
Wasserrückgabe	Landschaftlich eingepasste Anlage und möglichst geringe Veränderung des Lebensraumes durch die Wassereinleitung	• Lockströmung zu Fischpassage ausreichend gross dimensionieren (bei Unterwasserkanal ohne Fischpass) • Temperaturgesteuerte Wasserentnahme aus einem grossen Speicher (variable Tiefe der Wasserentnahme) • Vermeidung der Einleitung von Wasser aus geologisch verschiedenen Einzugsgebieten (Härte, Trübung etc.)	-> Verhindern, dass Fische in eine «Sackgasse» gelangen -> Nutzungsbedingte Temperaturveränderungen und ihre biologischen Auswirkungen unterhalb der Wasserrückgabe werden vermindert -> Erhalt der ursprünglichen geochemischen und physikalischen (Trübung) Verhältnisse
Schwall-Sunk-Betrieb	Ökologisch verträgliche Abflussveränderungen und Abflüsse	• Bestimmung des Schwall-Sunk-Betriebes mittels ökologisch begleiteten Schwallversuchen/Modellierungen mit dem Ziel: 1.) eine möglichst langsame Abnahme/Zunahme des Abflusses und damit der Strömungsgeschwindigkeit, des Wasserstandes (Wasserspiegel) und der Gewässerbreite und 2.) einen möglichst geringen Unterschied zwischen Schwall- und Sunkabfluss anzustreben, sowie 3.) den ökologisch verträglichen maximalen Schwallabfluss festzulegen. • Ökologisch ausreichenden Mindestwasserabfluss gewähren • Morphologische Anpassungen innerhalb der betroffenen Fliessstrecke (z.B. Aufweitungen, Strukturierung, jedoch trockenfallende Bereiche vermeiden) • Erstellen von Rückregulierbecken • Separate Schwallableitung (evtl. mit zusätzlicher Nutzung)	-> Verhinderung/Verminderung der Abschwemmung/Abdrift von Algen, Wasserpflanzen, Wasserwirbellosen und Fischen (letztere haben Zeit, sich in Sicherheit zu begeben). Verhinderung der Isolation von Nebengerinnen und des Austrocknens von bedeutenden Gewässerstellen (z.B. Laichplätze) Vermeidung ständigen Geschiebetriebes (Tiefenerosion) Erhalt der Habitatvielfalt und charakteristischer Landschaftselemente Erhalt der standorttypischen Fauna (Fische, Wasserwirbellose) und Flora (Algen, Wasserpflanzen) Erholungsfunktion und Zugänglichkeit bleiben erhalten -> Siehe unter Restwasser -> Minimierung von negativen Auswirkungen -> Verminderung von Schwall-Sunk-Unterschieden und damit Minimierung von negativen Auswirkungen -> Verminderung von Schwall-Sunk-Unterschieden und damit Minimierung von negativen Auswirkungen

Tabelle 1. Massnahmen in Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung, welche nutzungsbedingte Beeinträchtigungen verhindern oder vermindern.

Bild 3. Stausee im Alpenraum.

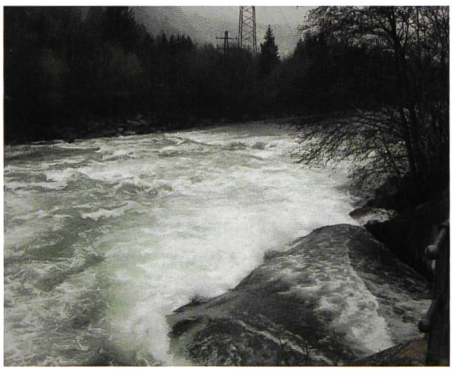

Bild 4. Wasserrückgabe.

serschutz-, Fischereigesetz) handelt es sich daher um grobe Vorgaben, welche es individuell anzupassen gilt. In besonderen Situationen kann es angezeigt sein, einen Nutz- und Schutzplan auszuarbeiten, der im Idealfall sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bringt. Als Richtwert für den Zustand eines auch für die Stromproduktion genutzten Gewässers gilt es, die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1

> 1 Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:
> a. naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;
> b. eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.

zu berücksichtigen.

Schriftliche Fassung eines Vortrages anlässlich der Tagung Restwasser von Pusch (Praktischer Umweltschutz Schweiz) und SWV vom 22. September 2004 im Zürich.

Anschrift des Verfassers
Dr. *Fredy Elber,* AquaPlus, Bundesstrasse 6, CH-6300 Zug.