

## Gewässerökologie und Wasserkraftnutzung

Neben Restwassersituationen beeinträchtigt die Wasserkraftnutzung Gewässerökosysteme im Bereich von Wasserfassungen und -rückgaben, von Stauräumen und mit Spülungen. Heute sind zahlreiche Massnahmen bekannt, welche trotz Wasserkraftnutzung die Existenz funktionsfähiger Gewässer erlauben.

von Fredy Elber

In Verbindung mit der Wasserkraftnutzung steht die Restwasserfrage im Fokus der Diskussion. Diese stellt jedoch nur einen, wenn auch wesentlichen Aspekt der nutzungsbedingten Beeinträchtigung der Gewässer dar. Weitere Problemfelder können sein: Wasserfassung, Stauraum, Wasserrückgabe (beispielsweise Schwall-Sunk-Betrieb) und Spülungen. Letztlich geht es auch nicht nur um Wasser: das Geschiebe und seine Dynamik ist von vergleichbarer Bedeutung für die Ökologie der Gewässer.

Die negativen ökologischen 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 ist Wasserkraft eine er-

neuerbare und weitgehend emissionsfreie Energiequelle. Ziel für die heute bereits genutzten Gewässer kann daher lediglich eine Wasserkraftnutzung unter der bestmöglichen Berücksichtigung der gewässerökologischen Gegebenheiten sein. Das heisst: *maximale Stromproduktion bei minimaler ökologischer Beeinträchtigung* oder *maximale ökologische Funktionsfähigkeit bei minimaler Produktionseinschränkung*. Als Richtwert für den Zustand eines auch für die Stromproduktion genutzten Gewässers gilt es, die ökologischen Ziele gemäss Gewässerschutzverordnung Anhang 1 zu beachten:

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.
2. Die Hydrodynamik (Geschiebetrieb, Wasserstands- und Abflussregime) und die Morphologie sollen naturnahen Verhältnissen entsprechen. Wie die gewässerökologischen Gegebenheiten trotz Wasserkraftnutzung berücksichtigt werden können, ist in der Tabelle dargelegt. Es werden mögliche Ziele und Massnahmen definiert, welche in Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung die Beeinträchtigungen vermindern können. Dabei ist zu beachten, dass jedes Gewässer wie auch jedes Kraftwerk ein Individuum darstellt und spezifische Eigenheiten aufweist, die es zu beachten gilt. Nicht jeder Aspekt ist bei allen Anlagen oder Gewässern relevant, und nicht jeder möglichen Massnahme ist bei allen Anlagen oder Gewässern derselbe ökologische Erfolg beschieden. Vor dem Ergreifen von Massnahmen sind daher auch Betrachtungen zu Kosten und Nutzen anzustellen. ■



**Fredy Elber**, Biologe, Aquaplus, Bundesstrasse 6, 6300 Zug, 041 729 30 00, fredy.elber@aquaplus.ch, www.aquaplus.ch

Ziel	Massnahmen	Positive Auswirkungen
<b>Wasserfassung</b>		
Landschaftlich eingepasste Anlage, welche für aquatische Tiere und Geschiebe passierbar ist.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erstellen eines Fischpasses, wenn möglich in Form eines Umwegungsgewässers.</li> <li>■ Installation eines Feinrechs (Stababstand 20 mm).</li> <li>■ Anströmgeschwindigkeit <math>\leq 0,5</math> m/s.</li> <li>■ Anbringen von Leiteinrichtungen zu einem abwärts führenden Bypass.</li> <li>■ Dotiereinrichtung in turbulentem Wasser einrichten.</li> <li>■ Überfall bei Hochwasser.</li> <li>■ Geschiebetransport bei Hochwasserereignissen durch geschiebетаugliche Wehrgestaltung ermöglichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gewährleistet die Aufwärtswanderung von Fischen und Wasserwirbellosen.</li> <li>▶ Vermeidet Turbinenpassagen von Fischen auf der Abwärtswanderung.</li> <li>▶ Fische können vor Hindernis (Rechen) fliehen.</li> <li>▶ Ermöglicht die Abwärtswanderung (weitere Forschung notwendig).</li> <li>▶ Ermöglicht die Drift von Wasserwirbellosen.</li> <li>▶ Ermöglicht Geschiebetrieb und Gerinneverlagerungen (Bankbildung, Ufererosion, Dynamik im Fliessgewässer von zentraler Bedeutung).</li> <li>▶ Ausreichende Geschiebezufuhr verhindert Sohlenerosion; gewährleistet eine gewässertypische Morphologie.</li> </ul>
<b>Wasserrückgabe</b>		
Landschaftlich eingepasste Anlage und möglichst geringe Veränderung des Lebensraumes durch die Wasser-einleitung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lockströmung zu Fischpassage ausreichend gross dimensionieren (bei Unterwasserkanal ohne Fischpass).</li> <li>■ Temperaturgesteuerte Wasserentnahme aus einem grossen Speicher (variable Tiefe der Wasserentnahme).</li> <li>■ Einleitung von Wasser aus geologisch verschiedenen Einzugsgebieten vermeiden (Härte, Trübung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verhindert, dass Fische in eine «Sackgasse» gelangen.</li> <li>▶ Vermindert die nutzungsbedingten Temperaturveränderungen und ihre biologischen Auswirkungen unterhalb der Wasserrückgabe.</li> <li>▶ Erhält die ursprünglichen geochemischen und physikalischen Verhältnisse (Trübung).</li> </ul>



Ziel	Massnahmen	Positive Auswirkungen
<b>Stauraum</b>		
<p>Landschaftlich eingepasste Anlage, welche für aquatische Pflanzen und Tiere einen Lebensraum darstellt.</p> <p>(Generell muss jedoch die Veränderung des Lebensraumes eines Fließgewässers zu einem stehenden Gewässer mit allen physikalischen, chemischen und biologischen Veränderungen hingenommen werden.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Möglichst grosses Wasservolumen in See belassen (im Winter allenfalls wegen Lawinnenniedergängen abgesenkt).</li> <li>■ Möglichst wenige und geringe Wasserstandsschwankungen.</li> <li>■ Bei grossen Speichern Errichtung eines Vorbeckens ohne ausgeprägte Wasserspiegelschwankungen.</li> <li>■ Bei Laufkraftwerken eventuell Umgehungsgewässer bis hinter die Stauwurzel führen.</li> <li>■ Naturnahe Ufer schaffen.</li> <li>■ Verlandung soweit möglich zulassen.</li> <li>■ Sohlgleiche Mündung der Zuflüsse.</li> <li>■ Einleitung von Wasser aus geologisch verschiedenen Einzugsgebieten vermeiden (Härte, Trübung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gewährleistet einen ausreichenden Lebensraum.</li> <li>▶ Verminderte Störung einer möglichst kleinen Fläche.</li> <li>▶ Ungestörte Entwicklung von Wasserorganismen und raschere Wiederbesiedlung des eigentlichen Speichersees.</li> <li>▶ Verbessert die Passierbarkeit des Stauraumes für Fische und Wirbellose, Erhalt des Fließgewässerkontinuums.</li> <li>▶ Vernetzung mit dem Umland, Aufwertung des Landschaftsbildes.</li> <li>▶ Bildet neue Lebensräume, beispielsweise für Limikolen.</li> <li>▶ Passierbarkeit der Mündungsbereiche ist auch bei tiefem Wasserstand gegeben (wichtig für kieslaichende Fische, welche im Stauraum leben und entsprechendes Laichsubstrat in den Zuflüssen finden).</li> <li>▶ Erhält die ursprünglichen geochemischen und physikalischen Verhältnisse (Trübung).</li> </ul>
<b>Spülung (Stauraum, Entsander und Stollen)</b>		
<p>Ökologisch verträgliche Abflüsse und Feststoffkonzentrationen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zeitpunkt festlegen aufgrund ökologischer Aspekte (Laichzeit, Aufwuchszeit, spezifische Gegebenheiten).</li> <li>■ Spülung möglichst bei natürlicherweise hohen Abflüssen vornehmen.</li> <li>■ Langsame Erhöhung des Abflusses und damit der Strömungsgeschwindigkeit auf festzulegendes Maximum (Sicherheit, ökologisches Kriterium).</li> <li>■ Trübstoffkonzentration auf festzusetzendes Maximum erhöhen (evtl. Orientierung an natürlichen Hochwasserabflüssen).</li> <li>■ Abnahme der Sauerstoffkonzentration bzw. Zunahme von reduktiven/sauerstoffzehrenden Stoffen abschätzen (z.B. Sulfid, Freisetzung aus Stauraum oder Restwasserstrecke).</li> <li>■ Ausreichend nachspülen mit trübstoffarmem Wasser.</li> <li>■ Fachliche Begleitung von Spülungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vermindert die Abschwemmung/Abdrift von Wasserwirbellosen und Fischen; vermeidet Fischsterben; vermindert das Abschwemmen von Wasserpflanzen (siehe auch unter Schwall-Sunk-Betrieb).</li> <li>▶ Vermindert die Kolmation im betroffenen Fließgewässer.</li> <li>▶ Ermöglicht Anpassungen beim Spülreglement aufgrund der Untersuchungsergebnisse.</li> </ul>
<b>Restwasser</b>		
<p>Ausreichende und zeitlich gestaffelte Restwassermenge zur Erfüllung der ökologischen Ziele gemäss GSchG-Anhang 1.</p> <p>(Die Verkleinerung des Lebensraums muss bis zu einem gewissen Grad akzeptiert werden.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erforderliche Dotierwassermenge mittels ökologisch begleiteten Dotierversuchen und/oder Modellierungen bestimmen.</li> <li>■ Dynamische Staffelung der Dotierwasserabgabe (jahres- evtl. tageszeitlich).</li> <li>■ Evtl. morphologische Anpassungen innerhalb der Restwasserstrecke zur Minimierung der negativen Auswirkungen der Restwasserabflüsse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erhält die gewässertypische Strömungsvielfalt, Wassertiefen und Sohlsubstrate; verhindert die Vertümpelung und die Kolmation; ausreichende Sauerstoffkonzentration; keine übermäßige Temperaturerhöhung bzw. -erniedrigung (Gefrieren); keine Absenkung des Grundwasserspiegels; erhält die standorttypische Fauna (Fische, Wasserwirbellose, Auenfauna) und Flora (Algen, Wasserpflanzen, Auenvegetation); erhält eine den natürlichen Verhältnissen angepasste Wasserqualität.</li> <li>▶ Gewährleistet einen an die gewässertypische Dynamik angepassten Abfluss.</li> <li>▶ Minimiert die negativen Auswirkungen der Restwasserabflüsse (siehe oben).</li> </ul>
<b>Schwall-Sunk-Betrieb</b>		
<p>Ökologisch verträgliche Abflussveränderungen und Abflüsse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schwall-Sunk-Betrieb mittels ökologisch begleiteten Schwallversuchen/Modellierungen bestimmen mit dem Ziel: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. eine möglichst langsame Abnahme/Zunahme des Abflusses und damit der Strömungsgeschwindigkeit, des Wasserstandes (Wasserspiegel) und der Gewässerbreite zu erreichen,</li> <li>2. einen möglichst geringen Unterschied zwischen Schwall- und Sunkabfluss anzustreben,</li> <li>3. den ökologisch verträglichen maximalen Schwallabfluss festzulegen.</li> </ol> </li> <li>■ Ökologisch ausreichenden Mindestwasserabfluss gewähren.</li> <li>■ Morphologische Anpassungen innerhalb der betroffenen Fließstrecke (z.B. Aufweitungen, Strukturierung, jedoch trockenfallende Bereiche vermeiden).</li> <li>■ Rückregulierbecken erstellen; separate Schwallableitung (evtl. mit zusätzlicher Nutzung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verhindert/vermindert die Abschwemmung/Abdrift von Algen, Wasserpflanzen, Wasserwirbellosen und Fische (letztere haben Zeit, sich in Sicherheit zu begeben); verhindert die Isolation von Nebengerinnen und das Austrocknen von bedeutenden Gewässerstellen (z.B. Laichplätzen); vermeidet ständigen Geschiebetrieb (Tiefenerosion); erhält die Habitatvielfalt und charakteristische Landschaftselemente; erhält die standorttypische Fauna (Fische, Wasserwirbellose) und Flora (Algen, Wasserpflanzen); erhält Erholungsfunktion und Zugänglichkeit.</li> <li>▶ Siehe unter Restwasser.</li> <li>▶ Minimiert negative Auswirkungen.</li> <li>▶ Vermindert Schwall-Sunk-Unterschiede und minimiert damit negative Auswirkungen.</li> </ul>