Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 101 (2010)
Heft: 2

Artikel: Die Problematik von Schwall und Sunk in Österreich
Autor: Weiss, Bertram
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856043

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: 15.07.2025

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

Die Problematik von Schwall und Sunk in Österreich

Die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie verpflichtet Österreich, für die Gewässer einen guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen. Dies bedingt Massnahmen, um die negativen Auswirkungen der durch Wasserkraftwerke hervorgerufenen Schwankungen des Pegelstands der Fliessgewässer zu verkleinern. Der Beitrag erläutert den Stand der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und die mit der Umsetzung verbundenen Herausforderungen.

Bertram Weiss

Unter «Schwall und Sunk» wird der Wechsel zwischen hoher (Schwall) und tiefer Wasserführung (Sunk), wie er in Fliessgewässern unter dem Einfluss von intermittierend arbeitenden Wasserkraftwerken oft täglich auftritt, verstanden. Diese starke Beeinflussung der Gewässer tritt dort auf, wo Speicherkraftwerke und schwellbetriebsfähige Flusskraftwerke eingesetzt werden. Flussabwärts dieser Kraftwerke kann es zu einem zeitweise Trockenfallen von Bereichen im Flussbett kommen, andererseits nehmen der Wasserstand und die Fliessgeschwindigkeit zwischenzeitlich zu **(Bild 1)**.

Der Unterschied zu einem natürlichen Hochwasser liegt darin, dass Schwall und Sunk meistens mehrmals täglich auftritt und wesentlich rascher stattfindet. Weiters führen der Anstieg und das Absinken des Abflusses zu vergleichbaren oder grösseren Abflussänderungs- und Pegelraten als bei einer natürlichen Wasserspiegelschwankung.

Auswirkungen auf die Gewässerökologie

In Österreich existieren 82 signifikante Schwallstrecken in den Einzugsgebieten von Donau, Rhein und Elbe, mit einer Gesamtlänge von 961 km **(Bild 2)**. Dass es in diesen Strecken aufgrund von Schwall und Sunk zu Auswirkungen auf die Gewässerökologie kommt, ist mittlerweile unumstritten. Unklar ist aber nach wie vor das Zusammenspiel verschiedenster Belastungen auf die Gewässerökologie, weshalb auch die notwendigen Grundlagen für die Massnahmenplanung noch nicht bekannt bzw. schwer abschätzbar sind.

Gesichert ist, dass es durch die starken Wasserschwankungen zum Teil zu erheblichen Auswirkungen auf Fische, Bodenfauna und andere Organismen, die im Gewässer, aber auch in den umliegenden Bereichen leben, kommt. Die Anpassungsfähigkeit dieser Lebewesen ist teilweise zu gering, sodass sie bei Anstieg (Schwall) mit dem Wasserfluss mitgerissen werden («Katastrophendrift») oder beim Absinken des Wasserspiegels (Sunk), in trockengefallenen Randbereichen stranden. Im Extremfall führt Schwall und Sunk zu einer Abnahme und Verarmung der Artenvielfalt bis zum Verlust einzelner Arten.

Auch der Wechsel der Wassertemperatur kann Auswirkungen auf die Fischfauna haben. Dieser Temperaturwechsel entsteht dadurch, dass das aus Speicherseen abgearbeitete Wasser oftmals eine andere Temperatur aufweist als das Gewässer, in dem Schwall und Sunk auftritt.

Die Beurteilung des ökologischen Zustands eines Gewässers, das durch Schwall und Sunk beeinträchtigt ist, wird dadurch erschwert, dass die Menge der am Gewässerboden lebenden Organismen auch natürlichen Schwankungen unterliegt.

Bedeutung der Speicherkraftwerke

Bei der Diskussion über ökologische Auswirkungen aufgrund von Schwall und Sunk muss die energiewirtschaftliche Bedeutung alpiner Speicherkraftwerke berücksichtigt werden. Österreich ist ein Land, das nur begrenzt über fossile Energiereserven verfügt, aber in der glücklichen Lage ist, auf erneuerbare Energien zurückgreifen zu können: Rund 60 % seiner Elektrizität erzeugt Österreich in Wasserkraftwerken. Wasserkraft bietet eine Handvoll Vorteile, nicht nur konventionellen, sondern auch erneuerbaren Energien gegenüber: Gemeinsam mit anderen erneuerbaren Energien erfolgt die Energieerzeugung weitgehend CO_2-frei, im Vergleich zu anderen erneu-

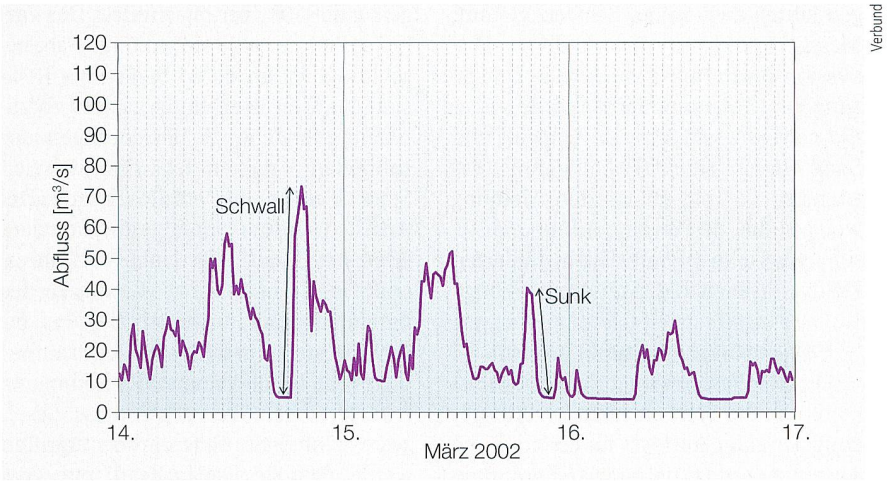
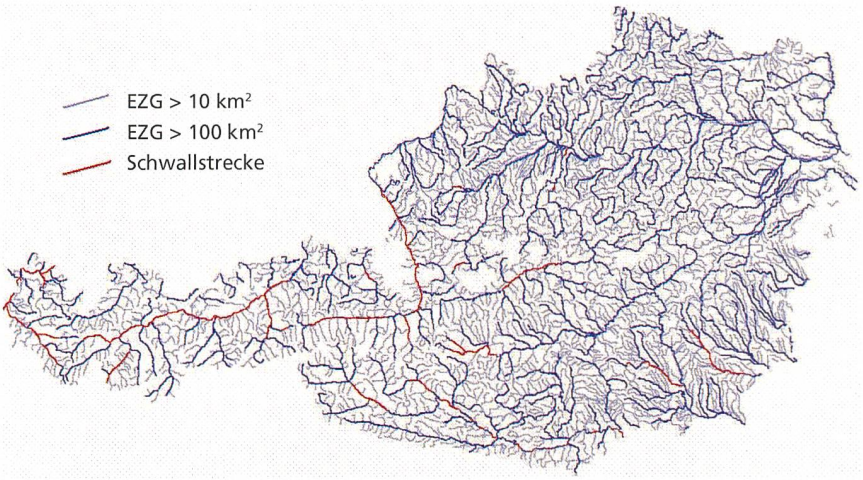


Bild 1 Beispiel eines kraftwerkbedingten Schwall-und-Sunk-Ereignisses.

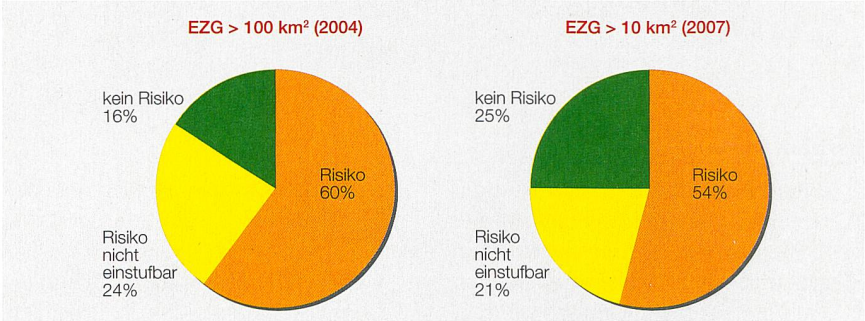
erbaren Energien weisen Wasserkraftanlagen eine lange Lebensdauer auf.

Durch die kurze Anfahrtszeit von Turbinen (1–3 min) in Speicherkraftwerken, bieten diese zudem eine gute Möglichkeit, Regel- und Reserveleistung zur Verfügung zu stellen. Dadurch kann die Netzsicherheit erhöht und andere erneuerbare Energien, wie zum Beispiel die Windkraft, unterstützt werden. Bei der Windenergie kommt es durch Unterschiede in der Prognose und Erzeugung zu wenig bedarfsgerechten Einspeisungen. Durch Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke können entsprechende Schwankungen abgefedert werden. Dies alles geht jedoch nicht ohne gewässerökologische Auswirkungen.



Österreichisches Umweltbundesamt

Bild 2 Schwallbeeinflusste Strecken in Österreich.



Österreichisches Lebensministerium

Bild 3 Ergebnisse der Ist-Bestandsanalysen 2004 und 2007.

Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Am 22. Dezember 2000 trat die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Kraft und wurde in Österreich im Jahr 2003 im österreichischen Wasserrechtsgesetz in nationales Recht übertragen. Zuvor kannte das österreichische Wasserrechtsgesetz zwar seit 1991 den Begriff der «ökologischen Funktionsfähigkeit», der Eingriff in bestehende Wasserrechte war allerdings kaum möglich, sodass von einem guten Bestandsschutz für die Wasserkraft auszugehen war.

Die WRRL ist in erster Linie ein flusseinzugsbezogenes Planungsinstrument, welches alle Gewässer der europäischen Union in einem vorgegebenen Zeitrahmen in einen guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial bringen soll. Dabei gilt das Verschlechterungsverbot, das heisst, der gegebene Zustand (sehr gut oder gut) des Gewässers darf nicht verschlechtert werden.

Ziel bis 2015 ist der «gute ökologische und gute chemische Zustand» für Ober-

Die Situation von Schwall und Sunk in der Schweiz

Die Diskussion über die Auswirkungen von Schwall und Sunk, hervorgerufen durch den intermittierenden Betrieb von Speicherkraftwerken, wird seit einigen Jahren auch in der Schweiz geführt. Massgebend zum Anstoss dieser Diskussion dürfte nicht zuletzt die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in der EU gewesen sein, obwohl Schwall und Sunk ein viel älteres Phänomen ist, das entgegen der oft geäusserten Meinung weniger mit der Strommarktliberalisierung als vielmehr mit den installierten Kraftwerkskapazitäten zusammenhängt.

Parlamentarische Arbeiten

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie selbst kommt in der Schweiz nicht zur Anwendung. Direkter Auslöser für die konkrete Auseinandersetzung mit der Forderung nach Massnahmen gegen die Auswirkungen von Schwall und Sunk war in der Schweiz eine im Jahre 2006 eingereichte Volksinitiative, welche unter anderen genau diese Forderung enthielt. Das Parlament lehnte zwar die Initiative ab, beschloss aber, an deren Stelle eine Revision des Gewässerschutzgesetzes vorzunehmen, welche die Forderungen der Initianten, namentlich im Bereich Schwall und Sunk, erfüllen würde. Die Arbeiten an dieser Gesetzesrevision dauerten bis Ende 2009. Noch vor Jahresende wurde in den zwei Kammern des Parlaments eine Einigung erzielt und der Revisionstext beschlossen. Daraufhin wurde die Initiative unter der Bedingung zurückgezogen, dass gegen diese Gesetzesrevision kein Referendum ergriffen werde, dass sie also in Kraft trete. Aus heutiger Sicht scheint das der Fall zu sein, sodass die Revision nach Ablauf der Referendumsfrist höchstwahrscheinlich im laufenden Jahr rechtskräftig wird.

Inhalt der Gesetzesrevision

Die neuen Gesetzesartikel bezüglich Schwall und Sunk schreiben vor, dass die unerwünschten Auswirkungen von Schwall und Sunk vermindert werden. Sie machen aber keine konkreten Angaben, wieweit und wo überall dies zu geschehen habe. Dazu wird an einer Ausführungsverordnung gearbeitet. Diese Minderung der Abflussschwankungen hat überall zu erfolgen, betrifft also nicht nur Neuanlagen, sondern auch bestehende Kraftwerke. Damit dies mit dem Schutz geltender Rechte vereinbart wird, erfolgt eine vollständige finanzielle Abgel-

flächengewässer, für Grundwasser der «gute chemische und mengenmässige Zustand». Wird die Frist bis 2015 aus bestimmten Gründen nicht eingehalten, gibt es die Möglichkeit, diese zweimal um sechs Jahre zu verlängern. Das heisst, bis spätestens 2027 müssen die Ziele erreicht werden. Dadurch werden sich die strengen Umweltvorgaben nicht nur auf einen Kraftwerksneubau auswirken, sondern auch auf den Kraftwerksbestand, der – aus energiewirtschaftlicher Sicht – nachteilig betroffen sein wird.

Gewässer, deren Rückführung in den guten Zustand aufgrund der starken Veränderungen nicht möglich ist und deren Rückführung negative Auswirkungen auf bestimmte Nutzungen, wie zum Beispiel Schifffahrt, Freizeit und Ähnliches hätte, haben einen Sonderstatus und werden als «erheblich veränderte Gewässer» (heavily modified waterbodies) klassifiziert. Für diese Wasserkörper gilt als Zielzustand das «gute ökologische Potenzial», das zurzeit jedoch noch nicht genau definiert ist.

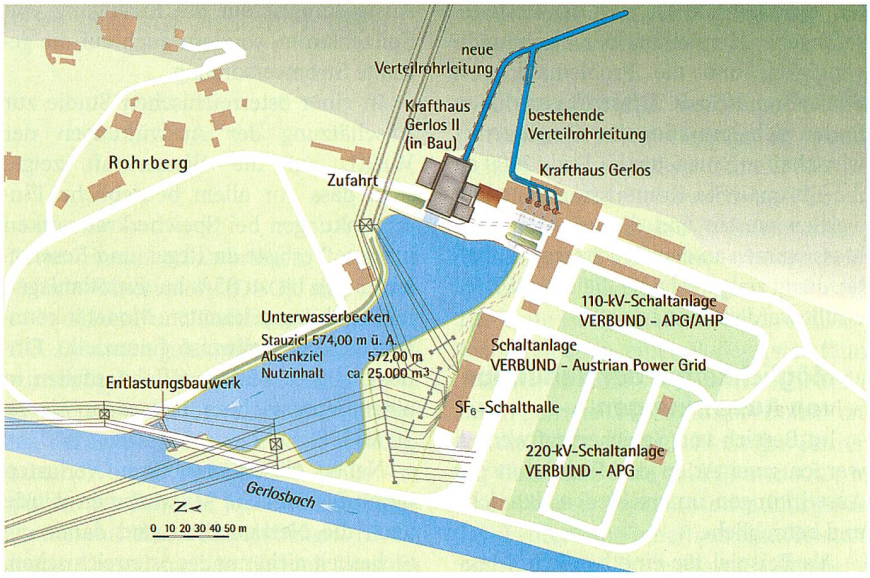
Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Österreich hat 2004 eine Ist-Bestandsanalyse für Gewässer mit einem Einzugsgebiet grösser als 100 km² durchgeführt. Dabei weisen etwa 60 % der Oberflächenwasserkörper ein Risiko auf, den «guten Gewässerzustand» nicht zu erreichen. Lediglich 16 % weisen kein Risiko auf.

Die Analyse für Einzugsgebiete zwischen 10 und 100 km² fällt etwas positiver aus: Nur 54 % der Oberflächenwasserkörper weisen ein Risiko auf, den «guten Gewässerzustand» nicht zu erreichen. Immerhin 25 % weisen kein Risiko auf. Von Schwall beeinflusste Fliessgewässer werden ab einem Verhältnis von Basisabfluss zu Schwallspitze grösser als 1:5 als Risiko eingestuft **(Bild 3)**.

Wegen des grossen Risikos, die Ziele der WRRL nicht zu erreichen, macht Österreich in grossem Masse Gebrauch von der zeitlichen Ausnahme. Grund dafür ist, dass man einerseits noch nicht in der Lage ist, in manchen Bereichen die Auswirkungen der Massnahmenkombinationen abzuschätzen und zu kennen, andererseits benötigt die Natur ausreichend Zeit zur Anpassung, und daher kann die Evaluierung der Massnahmen nicht sofort erfolgen. Ein weiterer Grund sind die erforderlichen Investitionen, die – vor allem vor dem Hintergrund der Wirtschaftskrise – finanzielle Auswirkungen haben.

Die durch die WRRL hervorgerufenen Sanierungs- und Verbesserungsmassnahmen skizziert, welche nebst der Schwallminderung auch dem Hochwasserschutz, der Gewässerrevitalisierung und der Naherholung dienen könnten und daneben durch den Einbezug von Turbinen einen gewissen Kostendeckungsbeitrag durch Stromerzeugung liefern könnten.



Verbund

Bild 4 Systemskizze Schwallausgleichsbecken beim Kraftwerk Gerlos/Zillertal.

Nebst den neuen Anforderungen bezüglich Schwall und Sunk verlangt die revidierte Gesetzgebung auch Massnahmen zur Reaktivierung des Feststofftransports in durch Stauhaltungen beeinflussten Flussstrecken sowie die Durchführung von Renaturierungen. Die quantitative Festlegung von Mindestrestwassermengen unterhalb von Wasserentnahmen, welche bereits in der heutigen Version des Gewässerschutzgesetzes geregelt ist, wurde durch die Revision nur geringfügig tangiert.

tung an die Eigentümer der Kraftwerke, welche aus einer finanziellen Abgabe für die Stromdurchleitung von den Stromkonsumenten gedeckt wird. Diese beträgt 0,1 Rp./kWh. Dank dieser Regelung werden die Speicherkraftwerke nicht pönalisiert für ihre wichtige Funktion bei der Sicherstellung eines stabilen Stromnetzbetriebs. Dennoch führt die neue Regelung einmal mehr zu einer Verteuerung des Stroms. Mit dem heutigen Stromverbrauch von rund 60 TWh kommen so rund 60 Mio. CHF/Jahr zusammen.

Ferner wird explizit gefordert, dass die Minderung der Abflussschwankungen ausschliesslich mit baulichen Massnahmen vorgenommen werden muss. Dadurch können einschneidende Einschränkungen im Betrieb und damit in der Wertschöpfung der Speicherkraftwerke, wie sie im vorangehenden Beitrag beschrieben wurden, vermieden werden. Die Speicherkraftwerke können also ihre massgebende Rolle zur Netzstabilisierung und zum Bedarfsausgleich nach wie vor erfüllen. Die Abflussdämpfung erfolgt durch sogenannte Rückregulierbecken bei der Wasserrückgabe der untersten Zentrale einer Kette von Kraftwerken ohne wesentliche Eingriffe in den Betrieb der Kraftwerke.

Die Kostenfolgen für diese baulichen Massnahmen sind stark abhängig von den Anforderungen an die Schwallminderung. Grob geschätzt könnten sich für die ganze Schweiz Baukosten für Rückregulierbecken von rund 1–1,5 Mia. CHF ergeben. Diese Schätzung ist allerdings sehr unsicher und hängt massgeblich von den noch festzulegenden konkreten Anforderungen an die Dämpfung der Abflussschwankungen ab.

Als Alternative zu reinen Rückregulierbecken wurden auch Mehrzweckanlagen skizziert, welche nebst der Schwallminderung auch dem Hochwasserschutz, der Gewässerrevitalisierung und der Naherholung dienen könnten und daneben durch den Einbezug von Turbinen einen gewissen Kostendeckungsbeitrag durch Stromerzeugung liefern könnten.

Nebst den neuen Anforderungen bezüglich Schwall und Sunk verlangt die revidierte Gesetzgebung auch Massnahmen zur Reaktivierung des Feststofftransports in durch Stauhaltungen beeinflussten Flussstrecken sowie die Durchführung von Renaturierungen. Die quantitative Festlegung von Mindestrestwassermengen unterhalb von Wasserentnahmen, welche bereits in der heutigen Version des Gewässerschutzgesetzes geregelt ist, wurde durch die Revision nur geringfügig tangiert.

Dr. Walter Hauenstein, Direktor
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

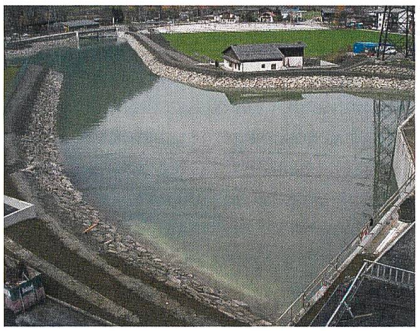

Verbund

Bild 5 Schwallausgleichsbecken beim Kraftwerk Gerlos/Zillertal.

men seitens Wasserkraftbetreiber betreffen vor allem die Themen der Restwasserabgabe, Herstellung der Fischdurchgängigkeit und die Problematik von Schwall und Sunk. Diese Massnahmen finden sich im nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan, der bis Ende 2009 an die Europäische Kommission gemeldet werden musste und die erforderlichen Massnahmen an den Gewässern beinhaltet, damit zeitgerecht die Ziele der WRRL erfüllt werden können.

Möglichkeiten der Reduktion von Auswirkungen

Im Bereich von Speicherkraftwerken werden zwei Arten der Reduktion der Auswirkungen unterschieden: bauliche und betriebliche.

Als Beispiel für eine bauliche Massnahme ist die Errichtung eines Schwallausgleichsbeckens zu nennen. Darunter versteht man die Errichtung eines Beckens im Unterlauf eines Kraftwerks, in das das turbinierte Wasser eingeleitet wird. Dadurch wird verhindert, dass das gesamte turbinierte Wasser auf einmal in den Unterlauf abgegeben wird, was zu einem starken Anstieg des Wasserspiegels führen würde. Oftmals scheitert diese Möglichkeit neben dem finanziellen Aufwand am Platzbedarf, der in den alpinen Bereichen sehr beschränkt ist **(Bilder 4 und 5)**.

Betriebliche Massnahmen, wie zum Beispiel Änderungen im Einsatz eines Speicherkraftwerks bzw. in der Fahrweise, hätten nicht nur schwerwiegende Auswirkungen auf die Erzeugung von Spitzenstrom, sondern auch auf die gesamte Stromversorgung.

In einer österreichischen Studie zur Abschätzung der Auswirkungen der WRRL auf die Wasserkraft zeigte sich, dass vor allem betriebliche Einschränkungen bei Speicherkraftwerken massive Verluste an Regel- und Reserveleistungen bis zu 85 % bei Einzelanlagen mit sich bringen könnten. Monetär könnten dadurch fallweise finanzielle Einbussen bis zu 4,5 Mio. €/Jahr anfallen, in einem untersuchten Fall sogar bis zu 70 Mio. €.

Neben diesen monetären Verlusten durch betriebliche Massnahmen würde auch die Netzstabilität und damit die Sicherheit nicht nur des österreichischen, sondern des gesamten europäischen Netzes negativ beeinflusst werden.

Ausblick

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL wäre es aus Sicht der Wasserkraft wünschenswert, schwallbeeinflussten Strecken als «erheblich veränderte Wasserkörper» (heavily modified waterbodies) auszuweisen. Aufgrund der Komplexität des Themas «Schwall und Sunk», aber auch der noch vorhandenen Wissenslücken wird bei einem Grossteil der schwallbeeinflussten Strecken um eine Fristverlängerung bis 2021 bzw. 2027 angesucht werden.

Die so verbleibende Zeit soll genutzt werden, um Wissensdefizite vor allem im Hinblick auf die Wirkmechanismen zwischen Strömung und ökologischer Wirkung bzw. auf das Ausmass der Veränderungen zu beseitigen. Aufbauend auf diese Grundlagen könnte so – in Verbindung mit den bereits vorhandenen technischen Möglichkeiten – ein wesentlicher Beitrag zur Verminderung ökologischer Auswirkungen geleistet werden.

Résumé

Problématique des éclusées en Autriche

Mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau relative à la protection des eaux

En Autriche, la mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau relative à la protection des eaux implique notamment la prise de mesures visant à diminuer l'impact négatif exercé par les fluctuations des niveaux des cours d'eau provoquées par les centrales hydroélectriques. Ces mesures peuvent relever de l'ingénierie civile, c'est le cas pour les bassins d'absorption des éclusées, ou être internes à l'exploitation, comme c'est le cas pour les modifications apportées au niveau des plans d'engagement des centrales par les entreprises électriques. Une étude en Autriche a montré que des restrictions concernant l'exploitation des centrales à accumulation pouvaient entraîner jusqu'à 85 % de pertes dans le domaine de l'énergie de réglage et de réserve. L'auteur plaide pour que les tronçons de cours d'eau concernés soient catalogués comme des «masses d'eau fortement modifiées» (heavily modified waterbodies), pour lesquels la directive exige seulement la garantie d'un bon potentiel écologique plutôt que d'un bon état écologique. En outre, les cours d'eau concernés devraient bénéficier d'une prolongation du délai de mise en œuvre de la directive. Mn

Weiterführende Literatur

- BMLFUW – Österreichischer Bericht der Ist-Bestandsaufnahme, Zusammenfassung der Ergebnisse für Österreich, Wien 2005.
- H. P. Kollar, W. Stundner et al.: Ermittlung des Kenntnisstandes zu Möglichkeiten der Milderung ökologisch nachteiliger Auswirkungen von Schwall und Sunk im Hinblick auf die Wasserrahmenrichtlinie der EU: Studie im Auftrag des VEÖ, Wien, 2006.
- Kraftwerksbedingter Schwall und Sunk – eine Standortbestimmung: Studie im Auftrag des schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich-Lausanne, 2006.
- Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebes: Ergebnisse einer Literaturstudie, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 75, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 2003.
- T. Meile, M. Fette, P. Baumann: Synthesebericht Schwall/Sunk-Publikation des Rhone-Thur-Projektes, 2005.
- J. Eisner: Die Drift an Fliessgewässern mit Abflussschwankungen durch Wasserkraftwerke, Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der Forschungsgemeinschaft Wilhelminenberg, Steyr, 2008.
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Angaben zum Autor

Dipl.-Ing. **Bertram Weiss** arbeitete als Wasserkraftexperte im Bereich der strategischen Wasserwirtschaft im Sekretariat Erzeugung und Anlagenrecht der Verbund-Austrian Hydro Power AG und beschäftigte sich vor allem mit der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und den daraus resultierenden Themenstellungen für die Wasserkraft.

Verbund – Austrian Hydro Power AG, AT-1010 Wien, bertram.weiss@verbund.at