Ökologischer Zustand der Fließgewässer Österreichs – Perspektiven bei unterschiedlichen Nutzungsszenarien der Wasserkraft

Zusammenfassung: Laut Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan verfehlen 63 % der österreichischen Fließgewässer das in der EU-Wasserrahmenrichtlinie definierte Umweltziel, was zum Großteil auf Beeinträchtigung der Gewässerstrukturen sowie der Abfluss- und Kontinuumsverhältnisse zurückzuführen ist. Die Wasserkraft zählt mit den Eingriffen „Stau“, „Restwasser“ und „Schwall“ neben dem Hochwasserschutz zu den maßgeblichen Belastungsfaktoren. Die Energiestrategie Österreich sieht einen Ausbau der Wasserkraft um 3,5 TWh/a vor. Anhand des Belastungsfaktors „Stau“ und vergleichender Ausbauszenarien wird im Rahmen vorliegender Arbeit aufgezeigt, dass Speicher-, Lauf- und Kleinkraftwerke sehr unterschiedliche Belastungen für Fließgewässerökosysteme mit sich bringen. Da das Potenzial an naturbelassenen Flusslandschaften in Österreich schon sehr limitiert ist, sollten nur jene Varianten bzw. Erhöhungen des Ausbaugrads weiter verfolgt werden, die lediglich zu geringfügigen ökologischen Beeinträchtigungen führen.

The ecological state of Austria's streams – perspectives of different hydro-power usage scenarios

Summary: As demonstrated by the National Water Management Plan, 63 % of Austria's streams fail to meet the environmental targets defined in the EU Water Directive. This is mainly due to the present unsatisfactory structuring of water bodies and the poor flow and continuum conditions, with hydro-power and its implications in the form of “impoundment”, “water abstraction” or “hydro peeling” as well as flood protection being one of the main interfering factors. Austria's present energy strategy provides for the development of the hydro-power potential by another 3.5 TWh/a. Using the factor “impoundment” and comparable development scenarios, the analyses demonstrate that the interference level for stream eco-systems tends to differ substantially according to whether storage, run-of-river or small power stations are concerned. Since the potential of natural riverscapes has be-

Abb. 1: Ökologischer Zustand und ökologisches Potenzial der Fließgewässer Österreichs (Einzugsgebiet > 10 km², NGP 2010)

come limited in this country, only those development variants or increases should be further pursued which cause minimum ecological interference.

1. Einleitung

Mit der Erstellung des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans (NGP) 2009 im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EC (EU-WRRL) liegt erstmalig eine umfassende Beurteilung des ökologischen Zustands der Fließgewässer Österreichs (> 10 km² Einzugsgebiet (EZG)) vor (BMLFUW, 2010). 37 % der Fließgewässer entsprechen laut NGP 2009 dem Umweltziel (sehr guter, guter Zustand, gutes Potenzial, vgl. Abb. 1). Die restlichen 63 % weisen einen schlechteren ökologischen Zustand auf, was zu 94 % auf die belastungsspezifischen Ergebnisse der Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos zurückzuführen ist – jene Indikatorarten, die eine Beeinträchtigung der Gewässerstrukturen sowie der Abfluss- und Konnektivitätsverhältnisse anzeigen (vgl. BMLFUW, 2010).

Fast zeitgleich mit dem NGP wurde die Energiestrategie Österreich veröffentlicht. Ihr Ziel ist es, den Anteil der erneuerbaren Energieträger auf 34 % zu erhöhen (BMWF & BMLFUW 2010). Dazu ist vorgesehen, die Wasserkraft in beträchtlichem Maße auszubauen.

Wesentliche Ursache für den unbefriedigenden Zustand österreichischer Fließgewässer ist neben dem Hochwasserschutz der starke Ausbaugrad der Wasserkraft (Jungwirth et al. 2001). Ein weiterer Ausbau würde den ökologischen Zustand weiter verschlechtern. Dies steht im Widerspruch zu den Vorgaben der EU-WRRL, dem Verschlechterungsverbot bzw. Verbesserungsgebot. Viele Fließgewässerabschnitte stehen entsprechend nationaler und internationaler Vorgaben unter Schutz. Ein weiterer Kraftwerks-Ausbau in diesen Strecken würde wesentliche Schutzziele gefährden. Somit besteht ein starkes Konfliktpotenzial zwischen zwei gesellschaftspolitischen Interessen, dem Klimaschutz und dem Gewässerschutz.

Bisherige Studien zu dieser Thematik bezogen sich fast ausschließlich auf die energiewirtschaftliche und/oder ökonomische Seite (Stigler et al. 2005, Pöry 2008), ökologische Auswirkungen eines

weiteren Ausbaus wurden bislang kaum untersucht. Vorliegender Artikel versteht sich als Beitrag zur Diskussion und besseren Beurteilbarkeit eines weiteren Ausbaus aus ökologischer Sicht. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Wie viele Gewässer bzw. welche Längen an Fließstrecken sind bei einem weiteren Ausbau von 2,8 TWh/a betroffen?
- Wie wirken sich unterschiedliche Kraftwerkstypen bzw. Ausbauszenarien auf den ökologischen Zustand aus?
- Welche Konfliktpotenziale ergeben sich daraus?

Zielsetzung dieser Arbeit ist es somit, anhand von unterschiedlichen Nutzungsszenarien der Wasserkraft die zukünftige Entwicklung der Fließgewässer hinsichtlich ihres ökologischen Zustandes zu beurteilen. Voraussetzung dafür ist eine modellartige Verschneidung energiewirtschaftlicher und ökologischer Ansätze.

2. Methodik

Vorliegender methodischer Ansatz konzentriert sich auf den Belastungstyp Stau, da die Gewässerbiozönose auf diese Art der Belastung infolge Kraftwerksnutzung meist am stärksten reagiert (Jungwirth et al. 2006, Schmutz et al. 2007, BMLFUW 2010; siehe auch Ergebnisse). Infolge Aufstau ändern sich fast alle maßgeblichen Ökosystemfaktoren: Die Fließgeschwindigkeit wird reduziert, Feinsedimente lagern sich ab, der Lebensraum erfährt eine Monotonisierung. Das unterbrochene Längskontinuum und die Reduktion der lateralen Konnektivität unterbinden Fischmigrationen, der Lebensraum für strömungsliebende Organismen geht verloren und mögliche ökologische Folgen wie z. B. Geschiebedefizit oder Sohleintiefungen reichen räumlich weit über den unmittelbaren Eingriff hinaus.

Restwasserstrecken werden aus den u.a. Analysen ausgeklammert, da in diesen Strecken in Zukunft durch ausreichende Dotation der „gute Zustand“ erhalten bzw. wieder hergestellt werden kann (siehe Qualitätszielverordnung „Ökologie“, BMLFUW 2010). Auch die Schwallproblematik sei hier nicht betrachtet, da davon auszugehen ist, dass keine weiteren Kraftwerke mit neuen Schwall-situationen errichtet werden. Auch andere kraftwerksrelevante Belastungen wie Stauraumpülungen, Beeinträchtigungen des Fischabstieges, usw. werden hier nicht behandelt, da Daten für flächendeckende Bilanzierungen fehlen.

2.1. Modell „Stau einfluss“

Aufgrund der Tatsache, dass der Aufstau von Fließgewässern zu den wesentlichsten ökologischen Eingriffen bei der Wasserkraftwerksnutzung zählt, wurde anhand dieses Eingriffstyps ein Modell entwickelt, mit dessen Hilfe zukünftige Ausbauszenarien ökologisch beurteilt werden können. Dazu wurde ein Regressionsmodell aus dem Anteil gestauter Abschnitte pro Wasserkörper (WK) und dem ökologischen Zustand auf Basis der NGP-Daten (BMLFUW 2010) entwickelt. Dabei wurden nur jene WK herangezogen, für die bereits eine ökologische Bewertung anhand durchgeführter ökologischer Monitoring-Aufnahmen vorlag („sicherer Zustand“). Die Daten wurden wie folgt gruppiert: (1) WK ohne Stauanteil, (2) bis zu $\frac{1}{3}$ Stauanteil, (3) $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$ Stauanteil und (4) $> \frac{2}{3}$ Stauanteil.

2.2. Ausbauszenarien mit unterschiedlichen Kraftwerkstypen

Aufgrund üblicher Klassifikationen und bestehenden Datenmaterials wurden für gegenständliche Untersuchungen folgende Kraftwerkstypen definiert: „Speicher-kraftwerke“: große Speicher mit > 10 MW Leistung inkl. Pumpspeicher; „Laufkraftwerke“: große Laufkraftwerke > 10 MW Leistung; „Kleinkraftwerke“: Speicher und Laufkraftwerke < 10 MW Leistung. Bei Speicherkraftwerken erfolgt die Energiegewinnung anhand großer Fallhöhen vorzugsweise zu Zeiten erhöhten Strombedarfs. Neben ökologischen Beeinträchtigungen durch den Speicher selbst sind auch Restwasserstrecken im abgeleiteten Einzugsgebiet sowie flussab des Speichers relevant. Laufkraftwerke und Kleinwasserkraftwerke nutzen hingegen meist kontinuierlich das vorliegende Wasserangebot.

Um den Unterschied zwischen den Kraftwerkstypen hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen deutlich zu machen, wurden drei theoretische Szenarien alleinig mit dem jeweiligen Kraftwerkstyp erstellt und mit einem Kombinationsszenario, das in etwa dem Kraftwerksmix des Ist-Bestandes in Österreich entspricht, (Energie-Control GmbH 2008), verglichen. Als Kriterien wurden der Verbrauch an freien Fließstrecken (Staulängen in km) sowie die Anzahl benötigter Anlagen herangezogen. Die theoretischen Szenarien wurden dabei ungeachtet der praktischen Realisierbarkeit und ohne Verortung erstellt und dienen lediglich dem modell-

haften Vergleich zwischen den Kraftwerkstypen.

2.2.1. Szenario „Speicherkraftwerke“

Beim Szenario „Speicherkraftwerke“ werden die in der Energiestrategie genannten 2,8 TWh/a alleinig durch die Errichtung von Speicherkraftwerken (inkl. Pumpspeicher) zur Beurteilung des Verbrauchs an Fließstrecken für die Herstellung der Speicher wurden die eingestauten Fließstrecken aus dem NGP-Datensatz „belast_fg_stau.shp“ bzw. aus der Austrian Map® (AMAP online, BEV) ermittelt. Es handelt sich also um jene Fließstrecken, die nunmehr durch den Speichersee verloren gegangen sind. Die Längen der eingestauten Fließstrecken des Ist-Bestandes wurden dem Regelarbeitsvermögen (RAV) des Ist-Bestandes gegenüber gestellt und dienen somit der Abschätzung des zukünftigen Verbrauchs an Fließstrecken bei Ausbau weiterer 2,8 TWh/a. Dieses Szenario geht davon aus, dass durch die Errichtung von neuen Speicherkraftwerken keine zusätzlichen Schwallstrecken entstehen, d.h. die Möglichkeit einer entsprechenden Schwalldämpfung in Form von Ausgleichs-Speichern wird vorausgesetzt. Das Verhältnis von gestauter Strecke zu RAV wurde anhand von 24 im HAO verfügbaren Speicherkraftwerken ermittelt.

2.2.2. Szenario „Laufkraftwerke“

Bei diesem Szenario erfolgt der Ausbau der 2,8 TWh/a ausschließlich durch die Errichtung von Laufkraftwerken (Engpassleistung > 10 MW). Um den Verbrauch an Fließstrecken pro erzeugter GWh/a abzuschätzen, wurde ein repräsentativer Datensatz aus bestehenden Laufkraftwerken auf Basis des HAO (BMLFUW 2007) erstellt und das RAV sowie die benötigte Staulänge auf den zukünftigen Verbrauch hochgerechnet. Für die Gegenüberstellung von gestauter Strecke zu RAV wurden Daten von 41 im HAO verfügbaren Laufkraftwerken an Fließgewässern mit einem Einzugsgebiet > 1000 km² ausgewertet. Die Donau wurde dabei ausgeklammert, da neue Donaukraftwerke nicht zur Diskussion stehen. Die Längen der zugehörigen Staustrecken wurden mittels GIS-Analyse des NGP-Datensatzes „belast_fg_stau.shp“ ermittelt.

2.2.3. Szenario „Kleinwasserkraftwerke“

In Österreich gibt es laut Homepage „Ver-ein Kleinwasserkraft Österreich“ ca. 2600 Kleinwasserkraftwerke. Laut Energie-Control GmbH (2008) sind es ca. 2400 und davon weisen ca. 5 % eine Engpassleistung < 1 MW sowie weitere 23 % eine Engpassleistung zwischen 1 und 2,5 MW auf. Um den Verbrauch an Fließstrecken pro erzeugter GWh/a für den Ausbau von 2,8 TWh/a durch Kleinwasserkraftwerke abzuschätzen, wurden 51 Kraftwerke entsprechend der Verteilung des aktuellen Kraftwerksbestandes nach Leistungsklassen auf Basis der Energie-Control GmbH (2008) ausgewählt. Hierzu wurden vornehmlich Daten aus Niederösterreich analysiert (46 Kraftwerke zwischen 0,01 und 3,4 MW Leistung bzw. einem RAV zwischen 0,07 und 13,6 GWh/a). Diese Daten waren aus dem Projekt „Kleinwasserkraftkonzept Niederösterreich“ (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2009) verfügbar, RAV und Staulängen wurden aus der zugehörigen Projektdatenbank entnommen. Weiters wurden fünf Kraftwerke inkl. RAV aus dem HAO ausgewertet (Engpassleistung zwischen 5,9 und 9,8 MW bzw. RAV zwischen 6,5 und 32 GWh/a), die Längen der zugehörigen Staustrecken wurden mittels GIS-Analyse des NGP-Datensatzes „belast_fg_stau.shp“ erhoben.

2.2.4. Szenario „Kraftwerksmix“

Das Szenario „Kraftwerksmix“ basiert auf dem Ist-Bestand entsprechend der Energie-Control GmbH Angaben 2008. Die Anteile der einzelnen Kraftwerkstypen am Gesamtregelarbeitsvermögen betragen: Für Laufkraftwerke > 10 MW 58,6 %, für Speicherkraftwerke > 10 MW 29,6 %, für Kleinkraftwerke < 10 MW 11,8 %.

Diese Anteile wurden für die Berechnung des Szenarios „Kraftwerksmix“ herangezogen und ein entsprechend der obigen Szenarien gewichteter Wert hinsichtlich Verbrauchs an Fließgewässerstrecken ermittelt.

2.3. Fließgewässerstrecken in Schutzgebieten

Für die österreichweite Ausweisung von Fließgewässerstrecken in Schutzgebieten wurden gewässerrelevante internationale (Ramsar), EU-weite (Natura 2000) sowie nationale Schutzgebietskategorien im GIS aufbereitet und mit dem Berichtsgewässernetz verschnitten.

Die Ramsar-Gebiete wurden dafür auf Basis der auf <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/27473/1/7145> verfügbaren analogen Karten erfasst und stellen den Stand 2007 dar. Die Außengrenzen der Natura 2000-Gebiete basieren auf der analogen Karte „Natura 2000-Gebiete Österreichs – Nationale Liste“ (Tiroler Landesregierung, Abt. Naturschutz) und stellen den Nominierungsstand 2008 dar. Bei den nationalen Schutzgebieten konnten nur Nationalparks herangezogen werden. Für diese finden sich auf <http://www.nationalparksaustria.at/np-index> analoge Gebietskarten. Weitere nationale Schutzgebiete wie Naturschutzgebiete, Naturdenkmäler, etc. konnten nicht in diese Analysen einbezogen werden, da auf Grund der Länderkompetenzen nur fragmentarisch Raumdaten öffentlich verfügbar sind.

3. Ergebnisse

Der ökologische Zustand aller Fließgewässer Österreichs liegt bei durchschnittlich 2,7, jener der großen Gewässer (EZG > 1000 km²) bei 3,7. Größere Fließgewässer weisen somit einen um eine Klasse schlechteren ökologischen Zustand auf, was den vielfältigen Nutzungsdruck v.a. in deren Unterläufen deutlich widerspiegelt.

Unter den größeren Fließgewässern weist die Mur mit 34 km den längsten durchgehenden Wasserkörper (WK) mit „gutem Zustand“ auf. Auch hinsichtlich

der Gesamtlänge aller WK im „guten Zustand“ übertrifft die Mur mit einer Länge von 69 km die anderen Fließgewässer deutlich.

Von den österreichischen Fließgewässern werden derzeit bereits 1270 km durch Stauhaltung, 960 km durch Schwallbetrieb und 3385 km durch Restwasser, insgesamt 4728 km energiewirtschaftlich genutzt bzw. beeinflusst. Bei den großen Fließgewässern (EZG > 1.000 km²) ist der Nutzungsgrad besonders hoch. So sind durch Stauhaltung 31 %, durch Schwall 23 % und durch Restwasser 12 % bzw. insgesamt 56 % der Fließgewässer betroffen.

Dem hohen Belastungsgrad der großen Fließgewässer steht ein hoher Schutzstatus gegenüber: Betrachtet man nur die Schutzgebietskategorien Natura 2000, Ramsar sowie Nationalpark, so liegen ca. 50 % der Fließgewässerstrecken mit EZG > 1000 km² in einem derartigen Schutzgebiet.

3.1. Model „Staueinfluss“

Im Zuge des Monitorings wurden bislang 678 WK untersucht, davon 512 ohne und 166 mit Staueinfluss. In 134 WK beträgt der Anteil an gestauten Strecken weniger als 1/3, in 11 WK 1/3 – 2/3 und in 21 WK > 2/3. In *Abbildung 2* ist der signifikante (ANOVA, $p = 0,011$) Zusammenhang zwischen Stauanteil im WK und ökologischem Zustand erkennbar.

Abb. 2: Reaktion des ökologischen Zustandes auf unterschiedlichen Ausbaugrad anhand des Belastungsfaktor Stau (basierend auf NGP Daten, BMLFUW 2010)

TABELLE 1

Verbrauch an Fließstrecken in m pro erzeugter GWh/a für unterschiedliche Ausbau-Szenarien

	Median	Perzentil 25	Perzentil 75
Klein-KW	200,0	99,9	749,5
Lauf-KW	42,0	28,4	50,4
Speicher-KW	17,2	5,2	52,1

Der Zusammenhang lässt sich anhand des Modells zu 97 % erklären ($R^2 = 0,97$). Während ohne Stau einfluss der gute ökologische Zustand aufgrund anderer Belastungen knapp verfehlt wird (Durchschnittswert 2,8), steigt der ökologische Zustand bei bis zu $\frac{1}{3}$ Stauanteil signifikant auf einen Wert von durchschnittlich 3,1 an (t-Test, $p < 0,001$). Ein weiterer starker und signifikanter Anstieg des ökologischen Zustands auf durchschnittlich 3,8 erfolgt bei einem Stauanteil von $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ (t-Test, $p < 0,05$). Bei einem Stauanteil $> \frac{2}{3}$ liegt der ökologische Zustand bei durchschnittlich 4,1, unterscheidet sich jedoch nicht mehr signifikant von jenem bei $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ Stauanteil (t-Test, $p = 0,306$).

3.2. Ausbauszenarien mit unterschiedlichen Kraftwerkstypen

Der Verbrauch an Fließstrecken in Metern pro erzeugter GWh/a Regelarbeitsvermögen (Median) beträgt für das Szenario „Speicherkraftwerke“ ca. 17 m/GWh/a. Für das Szenario „Laufkraftwerke“ werden deutlich mehr, ca. 42 m/GWh/a benötigt (u-Test, $p = 0,02$). Bei Szenario „Kleinwasserkraft“ ist der Fließstrecken-Verbrauch mit ca. 200 m/GWh/a weitaus am Größten (u-Test $p < 0,001$). Die geringste Streuung der Werte weist das Szenario „Laufkraftwerke“, die größte das Szenario „Kleinwasserkraftwerke“ auf (siehe Tab. 1).

Aus Abbildung 3 ist der Verbrauch an Fließstrecken (gestaut) der verschiedenen Ausbauszenarien sowie die Anzahl der hierfür benötigten, neuen Kraftwerke ersichtlich, um 2,8 TWh/a zu erzeugen. Beim Szenario „Speicher“ werden ca. 37 km Fließstrecke verbraucht bzw. 15 Kraftwerke benötigt. Beim Szenario „Laufkraftwerke“ ist der Verbrauch an Fließstrecken mit ca. 97 km um das rund 2,5-fache höher bei etwa gleichbleibender Anzahl an Kraftwerken (14 Kraftwerke). Beim Szenario „Kleinwasserkraftwerke“ liegt mit ca. 515 km ein ca. 5-fach bzw. ca. 14-fach höherer Fließstreckenverbrauch vor als bei den Szenarien „Laufkraftwerke“ bzw. „Speicherkraftwerke“. In Summe müssten etwa 803 Kleinwasserkraftwerke gebaut

werden um 2,8 TWh/a zu erzeugen. Ausgehend von einem Kraftwerksmix, der dem Ist-Bestand entspricht, müssten beim Szenario „Kraftwerksmix“ etwa 107 Kraftwerke errichtet werden, was einem Verbrauch an Fließstrecken von ca. 128 km entsprechen würde.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie wurden in den letzten Jahren Daten erhoben, die erstmalig österreichweit eine Bilanzierung des ökologischen Zustands und eine Analyse wesentlicher Belastungsfaktoren erlauben. Anhand erkannter Zusammenhänge lassen sich auch Prognosen für die zukünftige Entwicklung ableiten. Im Rahmen vorliegender Arbeit wurde dieser Ansatz exemplarisch anhand des Belastungsfaktors „Stau“ für unterschiedliche Kraftwerks-Ausbauszenarien angewendet.

Das Modell Stau einfluss zeigt für die Ist-Situation sehr deutlich, dass bereits bei einem Stauanteil bis zu $\frac{1}{3}$ des Wasserkörpers eine deutliche Reaktion der Organismen zu verzeichnen ist. Bei einem Stauanteil von $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ verschlechtert sich der ökologische Zustand sprunghaft auf den „unbefriedigenden Zustand“. Anhand dieses Modells ist es nun möglich, dem jeweiligen Ausbau-

grad entsprechende Verschlechterungen des ökologischen Zustands gegenüber zu stellen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Wasserkraftausbau-Szenarien zeigen deutliche Unterschiede. Der sehr große Verbrauch an Fließstrecken beim Szenario „Kleinwasserkraft“ veranschaulicht, dass die kumulativen Auswirkungen einer Vielzahl von Kleinwasserkraftwerken bislang viel zu wenig Berücksichtigung fanden. Freilich ist die lokale Auswirkung eines Kleinwasserkraftwerkes meist wesentlich geringer als jene eines Speichers oder großen Laufkraftwerkes. Die hohe Anzahl an notwendigen Kleinwasserkraftwerken zur Erzielung eines vergleichbaren Arbeitsvermögens verschlechtert jedoch die Ökobilanz deutlich.

Die unterschiedlichen Ausbauszenarien wurden bewusst plakativ gewählt, um ihre verschiedenen ökologischen Auswirkungen zu verdeutlichen. Bei den Szenarien „Speicher“ und „Laufkraftwerke“ wären ca. 15 bzw. 14 Kraftwerke notwendig, um die zur Diskussion stehenden 2,8 TWh/a zu erzeugen. Wie die Praxis bei derzeit in Bau oder Planung befindlichen Kraftwerken zeigt, wird es äußerst schwierig sein, Standorte ohne Konfliktpotential zu finden. Speicher in alpinen Lagen stehen oft in Konflikt mit Naturschutz, Landschaftsbild und Tourismus, eine größere Anzahl neuer Anlagen erscheint daher als unrealistisch. Ähnliches gilt für Laufkraftwerke, da die letzten verbliebenen Fließstrecken größerer Flüsse meist einen hohen Schutzstatus aufweisen und übergeordnete Bedeutung für den Erhalt bedrohter Arten, die Artendiversität sowie die ökologische Funktionsfähigkeit im gesamten Einzugsgebiet besitzen.

Abb. 3: Verbrauch an Fließstrecke und Anzahl der benötigten Kraftwerke (KWs) bei verschiedenen Ausbauszenarien der Wasserkraft

Bei den hier diskutierten Ergebnissen handelt es sich lediglich um eine Abschätzung der Auswirkungen unterschiedlicher Ausbauszenarien auf den ökologischen Zustand. Die Unterschiede zwischen den Szenarien sind jedoch so groß, dass auch detailliertere Analysen die grundsätzliche Aussage nicht verändern würden.

Bei weiterführenden Analysen sollten neben dem Faktor Stau auch andere Belastungen infolge Kraftwerksnutzung in eine Bilanzierung mit einbezogen werden, um eine ganzheitliche Beurteilung zu ermöglichen. Bei Speichern und Laufkraftwerken sind die Auswirkungen hinsichtlich Feststofftransport und Stauraumspülungen wesentlich größer und weitreichender als bei Kleinwasserkraftwerken. Bei Speichern sind auch meist Veränderungen des Temperaturregimes ökologisch relevant. Auch wirken Migrationsbarrieren in den Unterläufen wesentlich stärker auf die Fischfauna als in den Oberläufen. Mittels Differenzierung in unterschiedliche Staudimensionen unter Berücksichtigung des Verhältnisses zwischen Staugröße und Fließgewässerdimension sowie regionaler Unterschiede ließen sich die Aussagen weiters verfeinern. Zudem sollten unterschiedliche Ausbauszenarien auf regionaler Ebene betrachtet werden. Damit ließen sich die tatsächlichen Energiepotentiale genauer identifizieren, Konfliktpotentiale besser verorten und „verträglichere“ Lösungen finden. Weiters wäre es nötig, die Verluste an Energieerzeugung bis 2015 durch die Erhöhung der Dotterwasserabgaben zur Herstellung der Durchgängigkeit zu berücksichtigen, die laut NGP 2009 (BMLFUW 2010) ca. 1 % der gesamten Stromerzeugung aus Wasserkraft in Österreich ausmachen (langfristig 3 % zur Herstellung des guten Zustands). Alle genannten Faktoren müssten in einer umfassenden Bilanzierung entsprechend berücksichtigt werden.

Sowohl bei Speicher- als auch Laufkraftwerken ist infolge Stauerrichtung von einer Verschlechterung des ökologischen Zustands auszugehen (siehe Ergebnisse Modell „Staeinfluss“), was dem Verschlechterungsverbot der WRRL widerspricht. Daher müsste eine Ausnahmebewilligung entsprechend § 104a WRG erteilt werden. Während die Anwendung des § 104a in Einzelfällen bei Erfüllung der darin definierten Bedingungen (übergeordnetes öffentliches Interesse, Fehlen einer besseren Umweltoption) nachvollziehbar erscheint, widerspräche eine systematische Anwendung des § 104a – ohne hier eine juristische Interpretation vorwegzunehmen – dem Grundsatz einer Aus-

nahme, da in Summe sehr lange Gewässerabschnitte eine Verschlechterung des ökologischen Zustands erfahren würden. Ähnliches gilt auch für Kleinwasserkraftwerke, insbesondere dann wenn nicht nur die Auswirkungen einzelner Anlagen sondern auch deren kumulative Wirkung auf den ökologischen Zustand betrachtet wird (siehe oben).

Bei ganzheitlicher Abwägung wäre auch zu berücksichtigen, dass die einzelnen Kraftwerkstypen energiewirtschaftlich unterschiedlich zu betrachten sind. Letztendlich wird daher vermutlich weiterhin ein Kraftwerks-Mix zur Diskussion stehen. Dabei sollte in der strategischen Planung jedenfalls berücksichtigt werden, dass verschiedene Ausbauszenarien auch zu völlig unterschiedlichen Belastungen führen.

Die hier aufgezeigten Ergebnisse geben einen ersten Einblick in diese Thematik. Weiterführende Analysen unterschiedlicher KW-Ausbauszenarien, insbesondere die verstärkte Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Flussmorphologie und den Geschiebehaushalt, die energiewirtschaftliche und sozioökonomische Bedeutung, mögliche Einflüsse des Klimawandels auf die Wasserkraft sowie eine gesamtheitliche Betrachtung dieser Thematik, sind erforderlich. Diese und andere Fragestellungen sind Gegenstand des laufenden Projektes „Entwicklung eines Decision Support Systems zur Beurteilung der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel – Energie aus Wasserkraft & Ökologie“ (Projektleitung Inst. für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU), das durch den Klimafonds gefördert wird. Weitere Resultate aus diesem Projekt sind mit Jahresende 2010 zu erwarten.

Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die hydromorphologischen Belastungen, insbesondere der hohe Ausbaugrad durch die Wasserkraft, sind wesentliche Ursache für den derzeit unzureichenden ökologischen Zustand österreichischer Fließgewässer.
- Ein weiterer Ausbau der Wasserkraft wird zu einer fortschreitenden Verschlechterung des ökologischen Zustands in den betroffenen Gewässerabschnitten führen. Beim geplanten Ausbau von 2,8 TWh/a sind dabei in Summe vergleichsweise lange Fließstrecken betroffen.
- Die wenigen verbliebenen Fließstre-

cken größerer Fließgewässer, die sich noch im guten Zustand befinden (z. B. Mur, Lech), sollten grundsätzlich von jeglichen Überlegungen einer weiteren Kraftwerksnutzung ausgenommen werden, da sie überregionale Bedeutung nicht nur aus ökologischer Sicht, sondern auch hinsichtlich vielfältiger anderer Ecosystem-Services für den Menschen besitzen (z. B. Tourismus, Naherholung); ein Aspekt der im Vergleich zu den USA oder Skandinavien in Österreich noch immer viel zu wenig Bedeutung erfährt.

- Unterschiedliche Ausbauvarianten führen zu sehr divergierenden ökologischen Auswirkungen. Daher sollten auf Länder- und Bundesebene klare Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit ein unkontrollierter Ausbau mit hohen ökologischen Einbußen verhindert wird. Da das Potenzial an naturbelassenen Flusslandschaften in Österreich schon sehr limitiert ist, sollten nur jene Varianten bzw. Erhöhungen des Ausbaugrads weiter verfolgt werden, die lediglich geringfügige ökologische Beeinträchtigungen mit sich bringen.
- Bis zum Jahr 2015 bzw. 2021 sind lediglich geringfügige Verbesserungen des ökologischen Zustands infolge von Sanierungsmaßnahmen zu erwarten. Laut BMLFUW (2010) soll das Verbesserungsgebot der WRRL in diesem Zeitraum nur insofern wirksam werden, als dass in den natürlichen Gewässern nur 3 % (2015) bzw. 11 % (2021) der Gewässer wieder den „guten Zustand“ erlangen werden. Findet ein weiterer Ausbau der Wasserkraft ohne gesamtheitliche Strategie statt, ist davon auszugehen, dass sich der ökologische Zustand insgesamt trotz Sanierungsmaßnahmen in diesem Zeitraum verschlechtern wird, da die negativen Einflüsse durch neue Kraftwerke die positiven Wirkungen der Sanierungsmaßnahmen übertreffen werden.
- So wie das Potenzial naturbelassener Flusslandschaften ist auch das verfügbare Wasserkraftpotential in Österreich limitiert. Ein geplanter Ausbau von 3,5 TWh/a (inkl. Effizienzsteigerungen) deckt den Mehrbedarf an Strom lediglich für eine Zeitspanne von 3,5 Jahren ab, wenn von einem durchschnittlichen jährlichen Mehrverbrauch von ca. 1 TWh/a in den letzten Jahren (Statistik Austria) ausgegangen wird.

Die hier dargestellten Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit einer übergeordneten und gesamtheitlichen Betrachtungsweise bei der Festlegung zukünftiger Wasserkraftnutzungen nach Kraftwerkstyp und -standort. Nur so wird auch dem Grundsatz der Flusseinzugsgebietsbetrachtung lt. WRRL entsprochen.

LITERATUR

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2009) Kleinwasserkraftkonzept Niederösterreich, Endbericht. Gruppe Wasser – Abteilung Wasserwirtschaft, St. Pölten

Austrian MAP online, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Wien
<http://www.austrianmap.at/amap/index.php?SKN=1&XPX=637&YPX=492>

BMLFUW (Ed) (2007) Hydrologischer Atlas Österreichs. 3. Lieferung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. ISBN 3-85437-250-7

BMLFUW (2010) Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 – NGP 2009. I BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010, Wien. <http://wisa.lebensministerium.at/article/archive/29367>

BMWFJ & BMLFUW (2010) Eckpunkte der Energiestrategie Österreich. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend & Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. http://www.energiestrategie.at/images/stories/pdf/PKPapier/eckpunkte_energiestrategie

Energie-Control GmbH (2008) Kraftwerkspark – Engpassleistung nach Größenklassen. Bestandsstatistik 2008, Wien. <http://www.e-control.at/de/statistik/strom/bestandsstatistik/VerteilungsErzeugungsanlagen2008>

Die Berücksichtigung des bereits bestehenden Schutzgrades zahlreicher Fließgewässer ist dabei unabdingbar.

Um den Schutz ökologisch wertvoller Gewässerstrecken (vgl. BMLFUW 2010) unter zukünftiger Nutzung der Wasserkraft verbindlich zu gewährleisten, bedarf es der bereits vielfach geforderten Erstel-

lung einer verbindlichen, bundesweit einheitlichen Kriterienliste und einer österreichweiten planlichen Ausweisung dieser Gewässerstrecken. Weitere sozio-ökonomische Kriterien (z. B. Ökosystemfunktionen von Fließgewässern für Naherholung, Tourismus, Landschaftsbild, ...) sind dabei einzubeziehen.

Nur auf Basis genannter Grundlagen und ihrer verbindlichen Berücksichtigung ist ein fach- und interessenübergreifend abgestimmter, integrativer Plan („Masterplan“) erstellbar. Dieser müsste eine rechtlich verbindliche Grundlage und ein bundesweit einheitliches Instrument für landesspezifische Regionalprogramme sein (vgl. BMLFUW 2010).

5. Danksagung

Die AutorInnen bedanken sich bei den öffentlichen Stellen für die Bereitstellung des umfangreichen Datenmaterials. ■

Korrespondenz:
 Univ.-Prof. DI Dr. Stefan Schmutz
 Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement
 Department Wasser – Atmosphäre – Umwelt
 Universität für Bodenkultur Wien
 Max Emanuel Straße 17
 1180 Wien
 E-Mail: stefan.schmutz@boku.ac.at

Jungwirth M, Moog O, Schmutz S (2006) Auswirkungen der Stauregelung großer Flüsse auf die aquatische Tierwelt (Fische und Makrozoobenthos) (Impact of impounding in great rivers on the aquatic fauna (fishes and macrozoobenthos). In: Müller/Schöl/Bergfeld/Strunk, Limnologie aktuell, Staugeregelte Flüsse in Deutschland, 12, 79 – 98; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart; ISBN 3-510-53010-1; ISSN 0937-2881

Pöyry (2008) Wasserkraftpotentialstudie Österreich. Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ), Wien

Schmutz S, Melcher A, Muhar S, Zitek A, Poppe M, Trautwein C, Jungwirth M (2007) MIRR-Model-based instrument for River Restoration. Entwicklung eines strategischen Instruments zur integrativen Bewertung ökologischer Restaurationsmaßnahmen an Fließgewässern. Studie im Auftrag des Lebensministerium und Land Niederösterreich. <http://mirr.boku.ac.at/>

Stigler H, Huber C, Wulz C, Todem C (2005) Energiewirtschaftliche und ökonomische Bewertung potenzieller Auswirkungen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie auf die Wasserkraft

Verein Kleinwasserkraft Österreich
<http://www.kleinwasserkraft.at/index.php>