



Wasser Energie Luft
Eau énergie air
Acqua energia aria

1/2-2005
17. Februar 2005

Wasserkraft
Restwasser
Gewässerschutz
In eigener Sache

Die Dynamisierung des Restwassers im Spöl - eine Win-Win-Lösung für Natur und Kraftwerksbetreiber

■ Uta Mürle, Johannes Ortlepp, Peter Molinari

Zusammenfassung

Im Rahmen eines von Kraftwerksbetreibern und Ökologen erarbeiteten Versuchs zur Dynamisierung des Restwasserregimes werden seit dem Jahr 2000 im Spöl (Unterengadin) jeweils im Sommer künstliche Hochwasser durchgeführt. Diese Hochwasser haben das Bachbett deutlich verändert, Schuttkegel wurden abgetragen, die Sohle umgelagert und aufgelockert und die Tiefenvariabilität erhöht. In der Lebensgemeinschaft der wirbellosen Gewässerorganismen hat der Anteil gebirgsbachtypischer Arten zugenommen. Durch die Reduzierung der Sohlkolmation wurden die Laichbedingungen für die Bachforelle verbessert, was sich in einer deutlichen Zunahme der jeweils im Herbst kartierten Laichgruben widerspiegelt. Die im Spöl beobachteten Auswirkungen von künstlichen Hochwassern zeigen, dass ein dynamisches Restwasserregime viele negative Folgen einer Abflussdotierung aufzuheben kann.

Die Restwassersituation am Spöl (Bild 1a)

Die Energiequelle «Wasser» ist neben der wirtschaftlichen von grosser ökologischer Bedeutung, da ihre Nutzung eine emissionsarme und das Klima nicht verändernde Stromerzeugung ermöglicht. Mit den von zahlreichen industrialisierten Ländern eingegangenen Verpflichtungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen wird die Bedeutung der Wasserkraft in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Andererseits ist die Stromerzeugung aus Wasserkraft mit Beeinträchtigungen der genutzten Gewässer und ihrer Lebensgemeinschaften verbunden. Diese ergeben sich sowohl durch die Verringerung des Gesamtabflusses als auch durch die Unterdrückung der Abflussdynamik.

Der Spöl, ein Zufluss des Inns im Unterengadin, wird seit 1970 durch die Engadiner Kraftwerke AG zur Stromerzeugung genutzt. Die Quellbäche des Spöls - Alto Spöl und Gallo - werden an der italienisch-schweizerischen Grenze auf 1800 m ü.M. durch die Staumauer Punt dal Gall zum Livignostausee

aufgestaut. Unterhalb des Stausees fliesst der Spöl als Restwasserbach durch eine 11 km lange Schluchtstrecke mit einzelnen Aufweitungen und einem zweiten Aufstau im Ausgleichsbecken Ova Spin. Nach der Mündung des Seitenbaches Ova da Cluozza tritt der Spöl in die Talebene bei Zemez (1470 m ü.M.) und mündet in den Inn.

In der Konzession von 1962 zur Nutzung der Wasserkraft des Spöls wurde die Restwasserabgabe auf durchschnittlich 1 m³/s ab Stausee Livigno bzw. 0,6 m³/s ab Ausgleichsbecken festgelegt. Abgesehen von einem Wechsel zwischen Sommer- und Winterdotation und einem Tag-Nacht-Wechsel im Sommer wurde im Spöl ein Regime mit

konstanten Abflüssen realisiert. Während der Spöl vor Kraftwerksbau regelmässig Hochwasser mit Abflüssen über 30 m³/s (HHQ 1951-1963 = 140 m³/s) erlebte, treten natürliche Hochwasser seit 1970 nur noch im untersten Spölabschnitt - unterhalb des Zuflusses der Ova da Cluozza - auf (Bild 2).

Die Restwassersituation und besonders das Fehlen von sohlumlagernden Hochwasserabflüssen führten in den letzten 30 Jahren zu deutlichen Veränderungen der Gewässermorphologie, welche sich auf die Lebensbedingungen der Gewässerfauna auswirkten. Das von den steilen Hängen eingetragene Material kann mit dem Restwasser nicht abtransportiert werden und führte zu einer Auffüllung und Nivellierung des Bachbetts. Breite Schuttkegel schoben sich ins Gewässerbett und führten lokal zu Aufstaubereichen. Ehemalige Auenbereiche und Kiesbänke wurden von Gehölzen besiedelt. Das Sohlsubstrat wurde mit Feinmaterial verfüllt und kolmatiert. Der fehlende Geschiebetransport erlaubte das Aufkommen von ausgedehntem Algen- und Moosbewuchs im Bachbett.

Im Rahmen von zwei betrieblich notwendigen Spülungen (Grundablassspülung Livignostausee 1990, Spülung Ausgleichsbecken Ova Spin 1995) stellten die einbezogenen Ökologen deutliche positive Auswirkungen dieser künstlichen Hochwassereignisse auf Gewässerstruktur und Lebensgemeinschaften des Spöls fest (WNPK 1991, Ackermann et al., 1996). Aufgrund dieser Erfahrungen wurde in der Folge in enger Zu-

sammenarbeit zwischen Kraftwerksbetreiber und Ökologen ein Konzept zur Dynamisierung der Restwasserabgaben im Spöl erarbeitet, welches sowohl die ökologischen Gesichtspunkte als auch die ökonomischen Interessen des Kraftwerksbetreibers und der Region berücksichtigt (Scheurer und Molinari, 2003).

Im Rahmen einer zunächst dreijährigen (2000...2002, verlängert bis 2007) Versuchsphase werden jeweils in den Monaten Juni bis August künstliche Hochwasser ab Stausee Livigno und Ausgleichsbecken Ova Spin veranlasst (Bild 1 b). Durch das neue Restwasserregime erwachsen weder den EKW noch den Konzessionsgemeinden wirtschaftliche oder betriebliche Nachteile. Die für die künstlichen Hochwasser notwendigen Wassermengen werden durch eine Reduktion der bisherigen Sommerdotation - im Oberen Spöl auf konstant (Tag und Nacht) 1,45 m³/s, im Unteren Spöl auf 0,9 m³/s - akkumuliert. Produktionseinbussen, die sich aus der verminderten Produktion in den mit Restwasser betriebenen Dotierzentralen ergeben, werden kompensiert, indem ein Teil des zurückgehaltenen Wassers in den tiefer gelegenen Kraftwerkzentralen turbinieren wird. Grundlage für die Berechnung der zur Kompensation notwendigen Wassermengen sind die entsprechend höheren Gefälle, welche es erlauben, mit weniger Wasser dieselbe Menge Strom zu generieren.

Ökologische Auswirkungen

Morphologie

Durch die künstlichen Hochwasser wurde das Gewässerbett des Spöls seit 2000 deutlich verändert, Schuttkegel wurden abgetragen, die Sohle umgelagert und aufgelockert und neben einer anfangs überwiegenden Aufschotterung (Material der Schuttfächer) wurden zunehmend weite Bereiche erodiert und dabei die Tiefenvariabilität erhöht. Der Algen- und Moosbewuchs wurde deutlich reduziert, erholte sich jedoch zum Teil rasch nach den Hochwassern.

Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen (max. 17,5 ml/l) wurden während des ersten Hochwassers im Juni 2000 gemessen. Bei allen Hochwassern wurden die höchsten Werte bereits im Abflussanstieg er-



Bild 1a. Blick von der Staumauer Punt dal Gall auf den Spöl bei Restwasserabfluss (1999).



Bild 1b. Blick von der Staumauer Punt dal Gall auf den Spöl bei Hochwasserabfluss (ca. 30m³/s; 5. Juli 2001).

reicht. Durch die Mobilisierung von Feinmaterial aus dem Bachbett und den Schuttfächern nahmen die Messwerte im Bachverlauf zu. Ein nennenswerter Austrag von Sediment aus den Staubecken fand hingegen nicht statt.

Durch Ausspülung von Feinmaterial aus der Bachsohle bzw. durch Überlagerung mit lockerem Sedimentmaterial wurde die Kolmation der Gewässersohle deutlich reduziert (Bild 3).

Benthosorganismen

Die energiewirtschaftliche Nutzung des Spöls wirkt sich deutlich auf die Zusammensetzung der Wirbellosenfauna aus: Die Stabilität der Sohle, der starke Bewuchs mit Wasserpflanzen und das günstige Nahrungsangebot aus den Stauseen begünstigten das massenhafte Vorkommen einiger Arten. Die benthische Lebensgemeinschaft wird vom Bachflohkrebs *Gammarus fossarum*, der die Wassermoospolster als Schutz und Nahrungsquelle nutzt, und vom Alpenstrudelwurm *Crenobia alpina*, der sich von Flohkrebsen und aus dem Stausee ausgeschwemmtem Plankton ernährt, dominiert.

Mit den seit 2000 im Spöl durchgeführten künstlichen Hochwassern wurde die Besiedlungsdichte der Wirbellosen je nach Abflussgrösse um bis zu 90% reduziert (Robinson et al., 2003). Die Wiederbesiedlung nach diesen «Störungen» erfolgte jedoch rasch, und es wurden Individuenzahlen ver-

gleichbar denen vor Hochwasser oder höher festgestellt. Die Zusammensetzung der Wirbellosenfauna hat sich jedoch geändert: Der Anteil der Eintags- und Steinfliegenlarven hat deutlich zugenommen, der Anteil der Bachflohkrebs und Strudelwürmer abgenommen. Der Spöl hat sich benthosbiologisch ein wenig in Richtung seines Zuflusses Ova dal Fuom - eines natürlichen Gebirgsbach - «bewegt».

Fische

Die Bachforelle (*Salmo trutta fario*) ist die einzige Fischart, die ständig im Spöl lebt und sich hier auch fortpflanzt. Unter dem konstanten Abflussregime waren die Spölforellen kaum mehr an Hochwasser angepasst, weshalb mit gewissen Fischverlusten durch die künstlichen Hochwasser gerechnet wurde. Die Hauptgefahr bestand darin, dass Fische beim Abflussrückgang das Bachgerinne nicht rechtzeitig erreichten und in isolierten Wasserkörpern oder trockenfallenden Bereichen zurückblieben. Um dies zu quantifizieren, wurde nach jedem Hochwasser der Uferbereich nach Fischen abgesucht und die dort aufgefundenen Fische nach Möglichkeit ins Gerinne zurückgesetzt.

In den ersten beiden Jahren wurden im Oberen Spöl (abgesuchter Abschnitt rund 2,5 km) bei den Hochwassern mit Abflussmaxima über 30 m³/s noch 30 bzw. 50 Fische von über 5 cm Länge - zum überwiegenden Teil lebend - aufgefunden. In den folgenden Jah-

ren lagen die Zahlen auch bei grossen Abflussspitzen deutlich niedriger, was auf eine gewisse Anpassung der Fische an die veränderten Abflussbedingungen schliessen lässt. Grössere Verluste an Fischen konnten durch das allmähliche Zurückfahren des Abflusses auf Dotierabfluss vermieden werden.

Beeinträchtigungen der Fische durch mechanische Schäden oder Verstopfung des Kiemenepithels durch ausgespülte Feinsedimente wurden nicht festgestellt.

Unter dem konstanten Restwasserregime hatte das Massenvorkommen vor allem von *Gammarus fossarum* (Bachflohkrebs) für ein reiches Nahrungsangebot für die Spölforellen gesorgt: So wurden 1999 in Proben aus wasseramoosreichen Abschnitten des Oberen Spöls bis zu 38000 Bachflohkrebs pro m² festgestellt.

Wie sich die hochwasserbedingten Veränderungen innerhalb der benthischen Lebensgemeinschaft mit dem Rückgang der «Nahrungsquelle Bachflohkrebs» auf die Ernährungssituation der Fische auswirkt, muss langfristig untersucht werden. Die ersten Ergebnisse aus Testbefischungen zeigen kaum Änderungen des guten Ernährungszustandes (Konditionsfaktoren > 1) der Bachforellen.

Unter konstantem Restwasserregime war das für Bergbäche typische grobe und lockere Substrat, das die Anlage von Laichgruben und eine gute Durchlüftung der Gelege erlaubt, zunehmend durch Feinmate-

rial zugesetzt und verfestigt worden. Bei einer Kartierung vor Beginn des Hochwasserprojekts erwies sich ein Grossteil der potenziellen Laichareale - flach überströmte Kiesbänke - als ungeeignet, da sie deutlich kolmatiert waren. Zur Laichzeit wurde beobachtet, dass Grabungen häufig beim Erreichen eines stark verfestigten Kolmationshorizontes beendet worden waren.

Mit den künstlichen Hochwassern seit 2000 wurde die Sohle aufgelockert oder mit lockerem Kies überdeckt. Jährliche Zählungen der Laichgruben in einem ca. 2,7 km langen Abschnitt unterhalb Livignostausee erbrachten nach vier «Hochwasserjahren» eine Zunahme von 58 Gruben (1999) auf 210 (2003), also fast das Vierfache (Bild 4). Auch die grosse Anzahl von Sömmerlingen, die seit 2001 jeweils im Sommer beobachtet wird, weist auf die verbesserten Laichbedingungen hin. Bemerkenswert ist, dass im Juni nach den Hochwasserereignissen noch Brütlinge - zum Teil mit Dottersackrest - lebend aufgefunden wurden. Dies zeigt, dass auch frühe Stadien ein zum Teil sohlumlagendes Hochwasser überleben können.

Fazit

Die im Spöl beobachteten Änderungen der Gewässerstruktur und der Lebensgemeinschaften durch die künstlichen Hochwasser zeigen, dass ein dynamisches Restwasserregime viele negative Folgen des verringerten Abflusses auffangen kann. Im vorliegenden Fall scheint die Dynamisierung der Abflüsse von grösserem Nutzen für die Natur zu sein als es eine Erhöhung des konstanten Restwasserabflusses wäre - mit dem Vorteil, dass keine Produktionsverluste entstehen, welche mit Strom aus weniger nachhaltiger Produktion kompensiert würden. In diesem Sinn kann von einer Win-Win-Lösung ökologischer und ökonomischer Interessen gesprochen werden. Die Autoren sind überzeugt, dass das präsentierte Beispiel als Lösungsansatz zu einer freiwilligen Verbesserung der

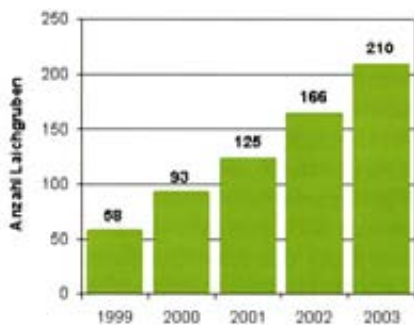


Bild 4. Anzahl Laichgruben; Kartierungen Herbst 1999-2003, Oberer Spöl, Abschnitt unterhalb Staumauer Punt dal Gall (2,7km).

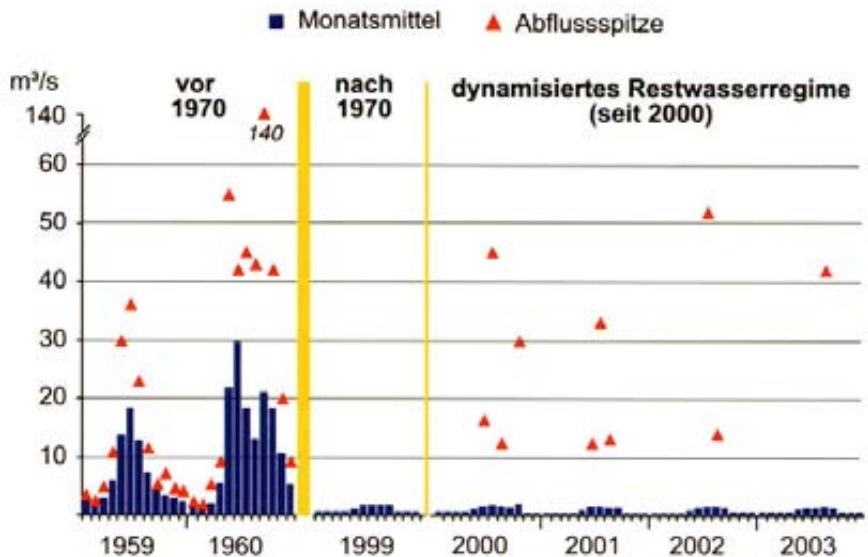


Bild 2. Abflüsse im Spöl (Hydrologische Station Punt dal Gall): vor Staumauerbau (vor 1970); konstantes Restwasserregime (1970-1999); dynamisiertes Restwasserregime (seit 2000).

Anteile der Kolmationsgrade an der untersuchten Fläche (Oberer Spöl)

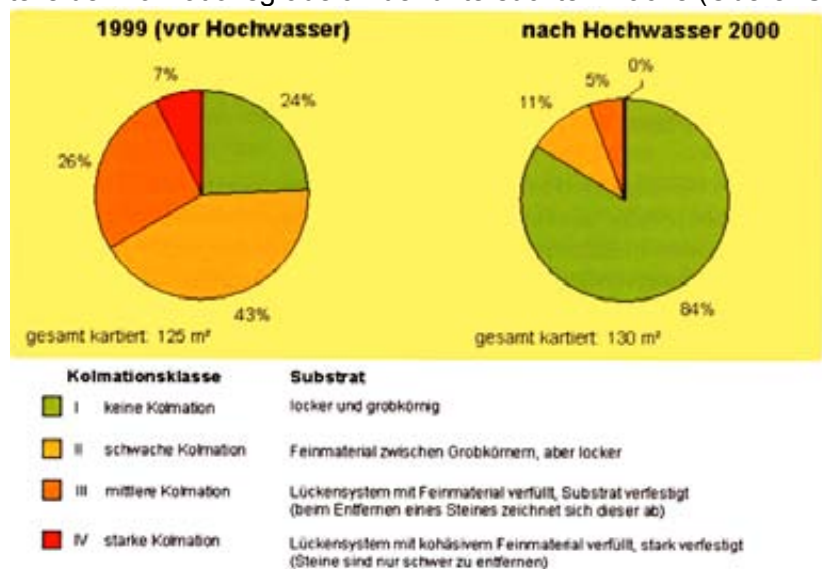


Bild 3. Reduzierung der Sohlkolmation

ökologischen Performance von Wasserkraftwerken auch ausserhalb von gesetzgeberischen Regelwerken dienen kann.

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

Literatur

G. Ackermann, J. Ortlepp, P. Pitsch, P. Rey und K. Robin (1966): Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin (1955): Wie geht es der Pflanzen- und Tierwelt nach der Spülung? - Cratschla 4(2):37-45.
C. T. Robinson, U. Uehlinger & M. T. Monaghan (2003): Effects of a multi-year experimental flood regime on macroinvertebrates downstream of a

reservoir. - Aquatic Sciences 65, 3: 210-222.
Th. Scheurer und P. Molinari (2003): Experimental floods in the river Spöl, Swiss National Park: Framework, objectives, design. - Aquatic Sciences 65(3): 183-190.
Wissenschaftliche Nationalparkkommission (WNPk) (Hrsg.) (1991): Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livigno-Stausee vom 7. Juni 1990. - Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung 1-5:319-342.

Anschrift der Verfasser

Uta Mürle und Johannes Ortlepp, Hydra - Büro für Gewässerökologie, Mühlweg 17, D-75223 Öschelbronn, Mail: j.ortlepp@hydra-institute.com
Peter Molinari, Engadiner Kraftwerke AG, CH-7530 Zemez.