

# **Dynamisierung des Restwassers im Gebirgsfluss Spöl: Morphologie**

*Uta Mürle & Johannes Ortlepp*

Hydra, Institut für angewandte Hydrobiologie, Öschelbronn

In den Jahren 2000-2002 wurden im Spöl - einem von Wasserausleitung betroffenen Gebirgsbach im Engadin, CH - künstliche Hochwasser durchgeführt. Ziel war es, den ursprünglichen Bergbachcharakter des Spöls soweit wie möglich wiederherzustellen bzw. die negativen Folgen des konstanten Abflussregimes zu mildern. Thema des vorliegenden Beitrags sind die Auswirkungen der bisherigen künstlichen Hochwasser auf die Gewässer- und Lebensraumstruktur des Spöls.

## **Charakterisierung des Spöl**

Die wichtigsten Quellbäche des Spöls (Alto Spöl und Gallo) aus dem Bernina- bzw. Ofenpassgebiet werden an der italienisch-schweizerischen Grenze auf 1800 m ü. NN durch die 1969 erbaute Staumauer Punt dal Gall zum Livignostausee aufgestaut. Unterhalb des Stausees fließt der Spöl als Restwasserbach (0,5-2,5 m<sup>3</sup>/s) 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 durchquert der Spöl die Zernez Mulde, wo er nach 2,5 km bei Zernez (1470 m ü. NN) in den Inn mündet.

Das natürliche Einzugsgebiet des Spöls umfasst eine Fläche von 295 km<sup>2</sup>, davon sind ca. 1,9 % vergletschert. Die mittlere Höhe des Einzugsgebiets beträgt 2390 m ü. NN.

Die Spöl-Schlucht ist vermutlich aus einer subglazialen Abflussrinne unter quartärer Eisbedeckung entstanden (Boesch 1936 in Trümpy et al. 1997).

An den Talhängen des Spöls sind triassische Dolomite und Kalke als anstehendes Gestein vorherrschend. Das Bachbett des Spöls wird jedoch vor allem durch Lockermaterial, welches die Talhänge in weiten Bereichen überzieht, beeinflusst. Es handelt sich dabei um Hangschutt und Bergsturzmaterial sowie durch würmeiszeitliche Lokalgletscher abgelagertes Moränenmaterial.

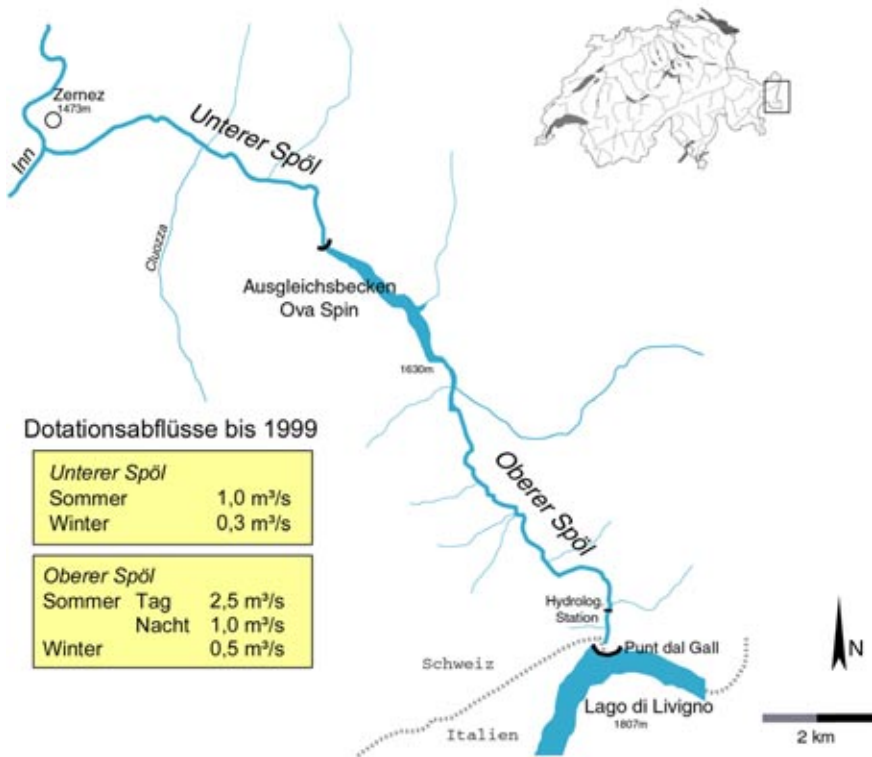


Abb. 1: Übersicht Spöl mit Staubecken, Dotationsabflüsse bis 1999

### Auswirkungen des bisherigen Restwasserregime

Vor dem Kraftwerksbau erlebte der Spöl regelmässig Hochwasser mit Abflüssen bis zu 140 m<sup>3</sup>/s. Seit 1970 treten natürliche Hochwasser nur noch im untersten Spölabschnitt - unterhalb der Mündung der Ova da Cluozza - auf. Geröll und Trübstoffe, die von den steilen Hängen der Schluchtstrecke und über kleinere Zuflüsse eingetragen werden, können in der gesamten Restwasserstrecke ohne Hochwasserabflüsse nicht weitertransportiert werden.

Im Gewässerbett des Spöl bilden eine grosse Zahl von Felsriegeln jeweils eine stabile Erosionsbasis, die den Flusslauf in eine Folge von Schnellen und Becken teilt. Durch die jahrelange Anhäufung von Geröllmassen aus seitlichen Schuttfächern wurden die Becken weitgehend aufgefüllt, breite Schuttkegel schoben sich ins Gewässerbett. Ehemalige Auenbereiche und Kiesbänke wurden von Gehölzen besiedelt.

Das typische lockere und grobe Bergbachsubstrat wurde mit Feinmaterial verfüllt und kolmatiert. Der fehlende Geschiebetrieb erlaubte das Aufkommen von ausgedehntem Algen- und Moosbewuchs im Bachbett.

### **Dynamisierung des Restwasserregimes - Künstliche Hochwasser**

Im Rahmen des dreijährigen (2000-2002) Versuchs zur Änderung des Restwasserregimes im Spöl wurden jeweils in den Monaten Juni bis August künstliche Hochwasser ab Stausee Livigno und Ausgleichsbecken Ova Spin veranlasst. Die hierfür notwendigen Wassermengen wurden durch eine weitere Reduktion der bisherigen Sommerdotations - im Oberen Spöl auf konstant (Tag und Nacht) 1,45 m³/s, im Unteren Spöl auf 0,9 m³/s - gewonnen.

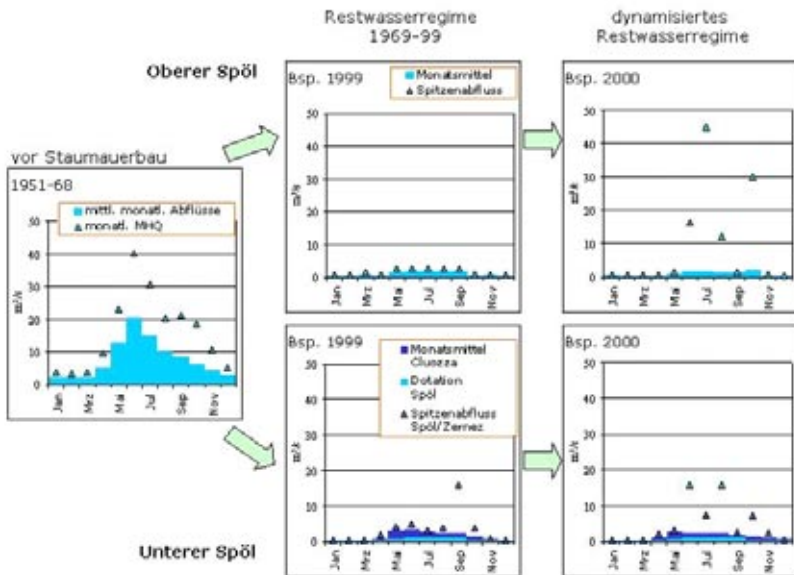


Abb. 2: Abflüsse vor Staumauerbau; Restwasserregime 1969-1999; dynamisiertes Restwasserregime (Bsp. 2000)

## Wichtigste Auswirkungen der künstlichen Hochwasser im Spöl

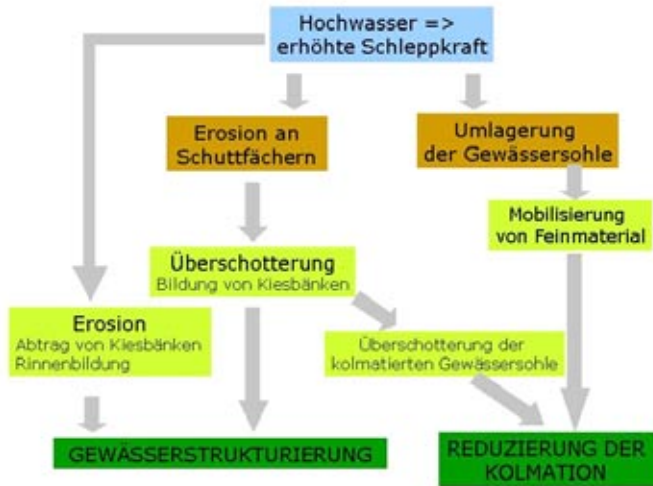


Abb. 3: Schaubild - wichtigste Auswirkungen der künstlichen Hochwasser

Die auffälligste Wirkung der künstlichen Hochwasser war die starke Erosion an den weit ins Bachbett ragenden Schuttfächer. Wie Markierungsversuche zeigten wurde Material bis zur Korngröße "Stein" (bis 20 cm) mobilisiert und bis zu 150 m weit transportiert. Das aus den Schuttfächern mobilisierte Material wurde über das Gewässerbett verteilt und führte zunächst zu starken Aufschotterungen der Gewässersohle und angrenzender Auebereiche. Nach dieser "Vorarbeit" nutzte der Spöl die Schleppkraft der folgenden Hochwasser, die neu entstandenen Ablagerungen/Kiesbänke zum Teil wieder abzutragen und Rinnen einzutiefen (Beispiel Abb. 4).

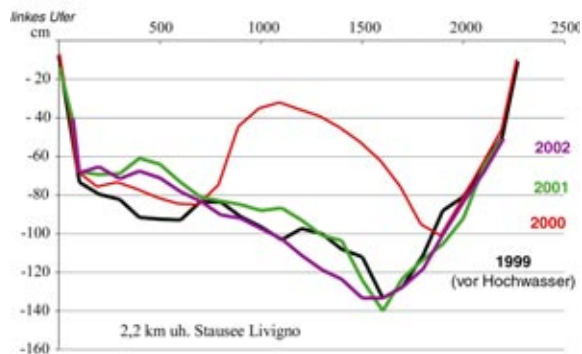


Abb. 4: Querprofil bei Pt. Periv (ca. 2,2 km unterhalb Staumauer)



Abb. 5: Gewässerabschnitt oberhalb Pt. Periv; die ersten künstlichen Hochwasser 2000 führen zu Aufschotterung und Bildung neuer Kiesbänke; die folgenden Hochwasser führen zur Erosion und Rinneneintiefung

Durch diese Vorgänge der Aufschotterung und Erosion wurde das Gewässerbett neu strukturiert: Im Oberen Spöl beispielsweise nahm die Variabilität der Wassertiefen deutlich zu, was im Sinne einer Zunahme der Strukturvielfalt gewertet werden kann (Abb. 6).

#### Variabilitätskoeffizient der Gewässertiefe

$V (\%) = \text{Standardabweichung der Gewässertiefe} \cdot 100 / \text{mittlere Gewässertiefe}$

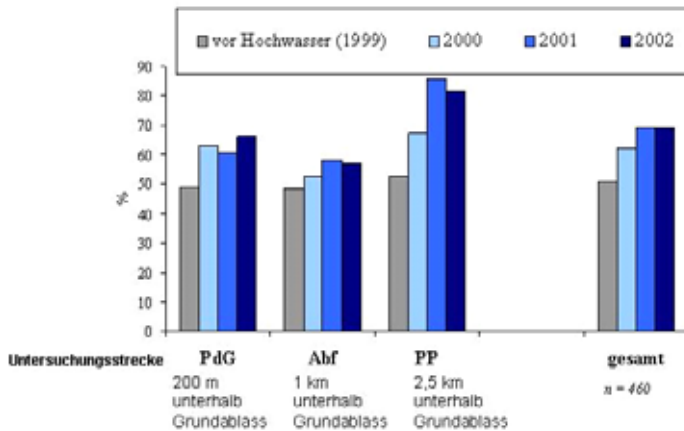


Abb. 6: Variabilitätskoeffizient der Gewässertiefe,  $V (\%) = \text{Standardabweichung der Gewässertiefe} \cdot 100 / \text{mittlere Gewässertiefe}$

Mit den Hochwassern wurden jedoch auch beträchtliche Mengen an Feinmaterial mobilisiert. Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen wurden während des ersten Hochwassers im Juni 2000 erreicht, in den darauffolgenden künstlichen Hochwassern waren die Werte sehr viel geringer, selbst bei den Hochwassern mit Maximalabflüssen über  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  (Abb. 7).

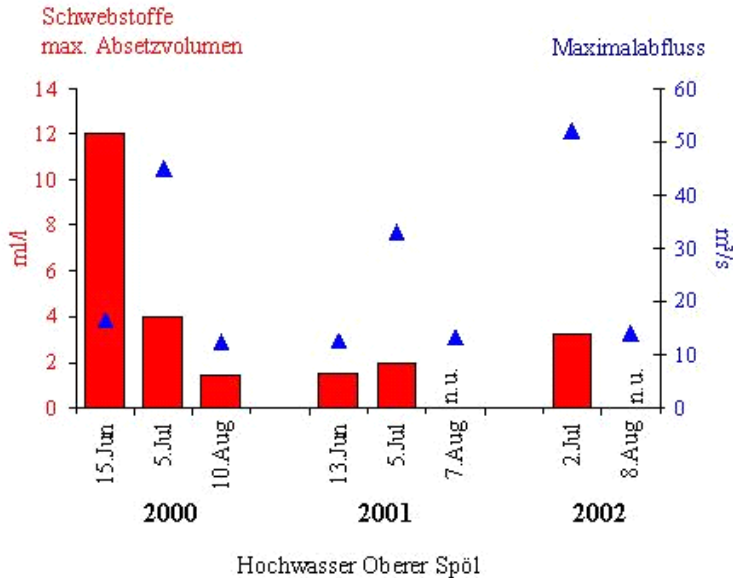


Abb. 7: Maximale Schwebstoffkonzentrationen (Absetzvolumen) und Maximalabflüsse, künstliche Hochwasser 2000-2002, Oberer Spöl, Punt Periv (2,5 km unterhalb Staumauer).

Neben dem zeitlichen, abflussbedingten Verlauf der Schwebstofffracht mit maximalen Werten beim Abflussanstieg wurde auch ein räumlicher Verlauf mit höheren Schwebstoffwerten an den weiter bachabwärts gelegenen Probenahmepunkten festgestellt, was auf eine Mobilisierung von Feinmaterial aus dem Bachbett selbst bzw. aus den Schuttfächern schliessen lässt. Ein nennenswerter Austrag von Sediment aus dem Livigno-Stausee fand hingegen nicht statt, worauf die sehr geringen Schwebstoffwerte direkt unterhalb des Grundablasses hinweisen.

Die Zusammensetzung der Sedimente änderte sich kleinräumig entsprechend den durch die Hochwasser hervorgerufenen morphologischen Änderungen (Vergrößerung des Substrates bei Rinneneintiefung, Zunahme der Kiesfraktionen bei Überschotterung). Der Anteil der Feinfraktionen (Schluff, Sand) am Decks substrat wurde überall deutlich reduziert. Die Kolmation der Gewässersohle wurde bereits mit dem ersten Hochwasser im Juni 2000 reduziert. Nach den Hochwassern vom Sommer 2000 war das Sohls substrat weitgehend frei von Feinmaterial und locker gelagert. Neben der Ausspülung von Feinmaterial aus der Gewässersohle wurde die Sohlkolmation auch dadurch reduziert, dass kolmatisierte Bereiche mit lockerem Sedimentmaterial überlagert wurden.

## Anteile der Kolmationsgrade an der untersuchten Fläche (Oberer Spöl)

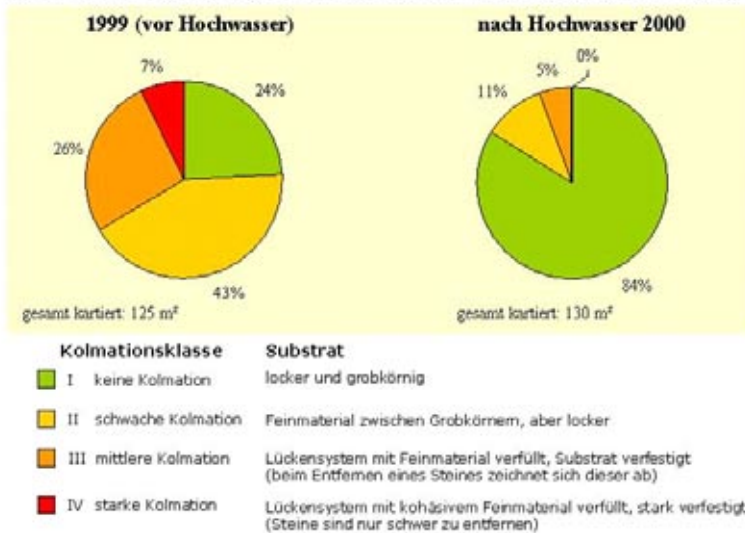


Abb. 8: Reduzierung der Sohlkolmation

### Fazit und Ausblick

Zahlreiche Änderungen der Verhältnisse an der Gewässersohle zeigen, dass ein dynamisches Restwasserregime viele negative Folgen des verringerten Abflusses auffangen kann. 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 Schutfächer) wurden zunehmend weite Bereiche erodiert und dabei die Tiefenvariabilität erhöht. Algen- und Moosbewuchs wurde deutlich reduziert, wobei nach den Hochwassern jedoch eine schnelle Erholung des Algenbewuchses zu beobachten ist. Nach der inzwischen weitgehend erreichten Regeneration des Bachbettes könnten in Zukunft Anzahl und Ausmass der Hochwasser nach dem jeweiligen aktuellen Materialeintrag aus den Seitenbächen und Schutthängen bemessen werden. Weitere Überlegungen zur Optimierung der dynamisierten Abflussverhältnisse sollten vor allem die biologischen Auswirkungen des Restwasserregimes berücksichtigen.

### Literatur

Trümpy, R., Schmid, S. M., Conti, P. & Froitzheim, N. (1997): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:50000 des Schweizerischen Nationalparks (Geologische Spezialkarte Nr. 122). - Nationalpark-Forschung in der Schweiz: 1-40