

**Zeitschrift:** Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark  
**Herausgeber:** Eidgenössische Nationalparkkommission  
**Band:** - (2021)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Wasser, Sedimente und Schwemmholz  
**Autor:** Ruiz-Villanueva, Virginia  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1032843>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# WASSER, SEDIMENTE UND SCHWEMMHOLZ

**Experimentelle Hochwasser im Spöl sind ein ausgezeichnetes Freiluftlabor für die Erforschung von Transportprozessen und den Umgang mit ökologischen Auswirkungen von Staudämmen.**

*Virginia Ruiz-Villanueva*

Flüsse sind die grossen Gestalter terrestrischer Landschaften, und die Flüsse im SNP sind dabei keine Ausnahme. Als bemerkenswert vielfältige Ökosysteme erhalten unsere alpinen Flüsse das Leben und bieten wichtige Ökosystemleistungen wie Trinkwasser, Lebensraum oder Erholung. Staudämme haben jedoch einen starken Einfluss auf diese Leistungen. Indem sie den Flusslauf unterbrechen und periodische Überschwemmungen unterdrücken, stören sie das Fließen von Sedimenten, Nährstoffen und Organismen.

Der Spöl, der seit 1970 durch die Stauseen Punt dal Gall-Livigno und Ova Spin aufgestaut wird, wird einem Revitalisierungsprogramm unterzogen, das auf der Freigabe von experimentellen Hochwassern aus den beiden Stauseen basiert. 34 solcher Hochwasser wurden zwischen den Jahren 2000 und 2020 freigesetzt, und ihre Auswirkungen auf die Wiederherstellung der Flussökologie wurden regelmässig überwacht. Die Beobachtungen zeigen, dass die künstlichen Hochwasser einige negative Auswirkungen der Flussregulierung abgemildert haben. Allerdings konzentrierte sich das Überwachungsprogramm hauptsächlich auf die biologischen und ökologischen Merkmale des Flusses und übersah dabei die morphologischen Veränderungen. Wie die experimentellen Überschwemmungen den Transport von Sediment und Schwemmholz beeinflussen, ist noch nicht restlos erforscht. Im Jahr 2018 haben wir daher den Überwachungsrahmen erweitert, um diese Beobachtungen von Sediment- und Schwemmholzregimen einzubeziehen.

## VIELFÄLTIGE LEBENSÄRÄUME

### DANK SEDIMENTEN UND SCHWEMMHOLZ

Alpine Flüsse führen vor allem Wasser aus den Bergen in den Unterlauf. Sie transportieren aber auch Sedimente, organisches Material, Nährstoffe und Organismen und sind Zwischenspeicher. Schwemmholz – umgestürzte Bäume, Stämme, Äste und Wurzelwerk

im Fluss – und Sedimente schaffen Lebensräume für lebende Organismen und Pflanzen und unterstützen reichhaltige und vielfältige Lebensgemeinschaften. Ein Flusslebensraum ist das Ergebnis eines Gleichgewichts zwischen Wasser, Sedimenten, Schwemmholz und der Ufervegetation. Der Wasserfluss hat die hydraulische Energie, um Sedimente zu erodieren, zu transportieren und abzulagern. Die Ufervegetation kann abgelagerte Sedimente verfestigen und die Erosionsfähigkeit des Wassers reduzieren. Durch die Interaktion mit der



**Abb. 1 Schwemmholz (hier am Spöl) bietet Lebensraum, schafft Artenvielfalt, baut Strömungsenergie ab, verstärkt aber auch Sedimentablagerung flussaufwärts und birgt Risiken in sich.**

Strömung und den Sedimenten bewahrt das grosse Schwemmholz die Gesundheit des Flusses (Abb. 1). Ein gesunder Fluss unterhält aktive geomorphologische Prozesse und komplexe Landformen mit einer reichen und vielfältigen Gemeinschaft von Organismen. Grosse Mengen an Sedimenten oder Holz, die während eines Hochwassers transportiert werden, bergen jedoch auch eine Gefahr für Infrastrukturen wie Brücken.

Staudämme verändern die Strömungsverhältnisse, verringern die Kapazität des Sedimenttransports und sie bringen die Dynamik der Vegetation und des Schwemholzes aus dem Gleichgewicht. Solche Veränderungen beeinflussen den Lebensraum erheblich, was sich wiederum auf das Ökosystem auswirkt. Die Bewertung der Menge an Sediment und Schwemholz ist sehr wichtig, um den Zustand der Flüsse zu diagnostizieren und den möglichen Erfolg von Sanierungsmassnahmen zu beurteilen. Die Gesetzgebung berücksichtigt jedoch nur selten das Management von Sedimenten in ihrem Bemühen, ökologisch nachhaltige Flüsse zu schaffen. Ausserdem wird die Rolle von Schwemholz völlig übersehen.

### PROZESSE IM SPÖL

Der Spöl ist der grösste Fluss im SNP. Er fliesst vom Staudamm Punt dal Gall am Livigno-Stausee an der italienisch-schweizerischen Grenze durch ein 6 km langes, enges Tal, bevor er in den Stausee Ova Spin mündet. 3 km nach diesem Stausee trifft der untere Spöl auf seinen Hauptzufluss, die Ova da Cluozza, um 5,5 km flussabwärts bei Zernez in den Inn zu münden.

Vor dem Dammbau und der Abflussregulierung im Jahr 1970 waren die Hochwasser im Spöl saisonal und häufig. Ein Flussregime der Schneeschmelze erzeugte starke Abflüsse im Frühjahr/Sommer und niedrige Abflüsse im Winter. Intensive Niederschläge lösten im Sommer/Frühherbst häufige Hochwasser aus. Zwischen 1970 und 2000 war der Abfluss ganzjährig homogenisiert und reduzierte sich im Winter auf weniger als  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dieser fast konstante und niedrige Durchfluss führte zu einem Mangel an Grobsediment-Transport und der Ansammlung von sehr feinem Material, Algen und Moos. Die Homogenisierung bedeutete auch eine Reduzierung der Lebensräume und ein Rückgang der Artenvielfalt. Im Gegensatz zu anderen aufgestauten Flüssen, bei denen die Sedimentzufuhr durch den Damm komplett unterbrochen wird, erhielt der Spöl jedoch weiterhin Sedimente aus unregulierten Zuflüssen. Im oberen Spöl liefern kleine Bäche und Wildbäche Sediment, im unteren Bereich ist

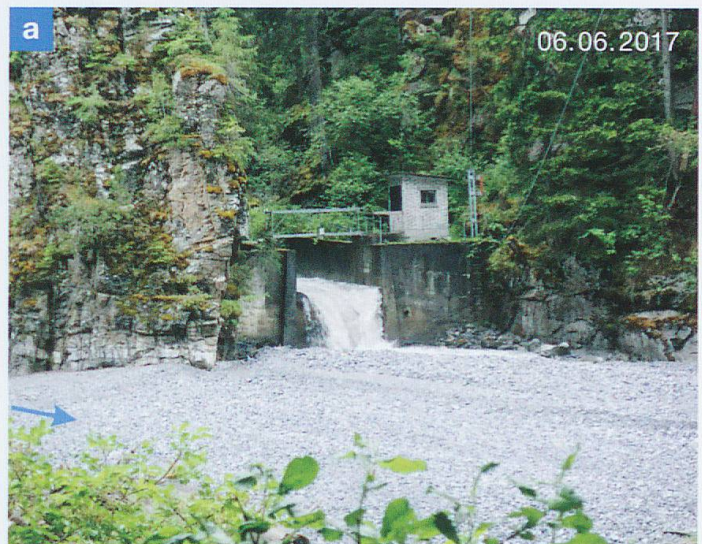
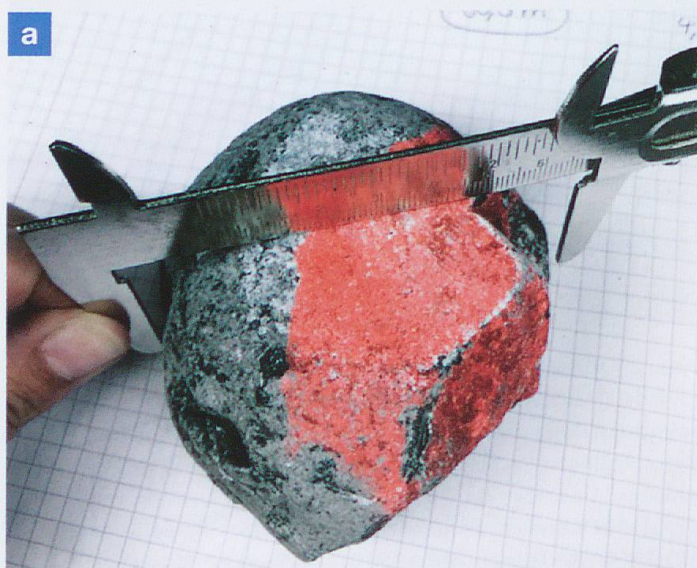


Abb. 2 Aufschüttung mit Sedimenten (a) aus der Ova da Cluozza an der Stelle, wo sie in den unteren Spöl mündet. Die Sedimente werden sowohl durch künstliche Abflüsse im Spöl als auch durch natürliche Hochwasser in der Ova da Cluozza regelmässig remobilisiert (b, c) und wandern langsam flussabwärts. Pegelstation (ID 2319) des Bundesamts für Umwelt mit kontinuierlichen Messungen von Wassertiefe und Abfluss

die Ova da Cluozza der wichtigste Lieferant (Abb. 2). Angesichts des Zuflusses von Sedimenten aus den Nebenflüssen und des Mangels an natürlichen Abflüssen ist der Spöl mit einem anderen Problem konfrontiert: der Akkumulation von Sedimenten. Im unteren Spöl remobilisieren die experimentellen Hochwasser und die natürlichen Hochwasser in der Ova da Cluozza (von viel geringerer Grössenordnung) nur einen Teil des gespeicherten Sediments (Abb. 2). Die Zufuhr ist immer noch grösser als die Transportkapazität des Flusses. Daher sammelt sich das Sediment an, und das Flussbett erhöht sich aufgrund der Ablagerung. Nach dieser Sedimentaggradation beobachteten wir wieder andere, damit verbundene Prozesse: Ufererosion, Gerinneverbreiterung oder Absterben der Vegetation.

### **DAS EXPERIMENTELLE HOCHWASSERPROGRAMM: SEDIMENT UND SCHWEMMHOLZ IN BEWEGUNG**

Da der Weitertransport von Sedimenten aus den Nebenflüssen zu einem Hauptanliegen wurde, tauchten mehrere Fragen zur Effektivität der experimentellen Hochwasser auf. Bei der Gestaltung der Experimente und den Durchflüssen müssen Grösse und Dauer entsprechend dem Ziel der Operation festgelegt werden: Welche Partikel wollen wir mitreissen (Schwemmholz, Kies oder Sand und Silt)? Auf welchen morphologischen Prozess zielen wir ab (Erosion oder Sedimentation)? Die Grösse und die Dauer eines künstlichen Hochwassers müssen ein Kompromiss zwischen dem erforderlichen Sedimenttransport und dem am Stausee oder Damm verfügbaren Wasservolumen sein.



Die Ablagerung und Akkumulation von Holz im Flussbett beeinflusst die Sedimentdynamik erheblich (Abb. 1). Das Verständnis des Holztransports ist daher der Schlüssel zum vollständigen Verständnis der Dynamik des Flusssystems.

Vor und nach 3 experimentellen Hochwassern in den Jahren 2018 und 2019 im Unterlauf des Spöls wurde die Sedimentkorngrösse an verschiedenen Stellen gemessen und das meiste im Fluss gelagerte Holz wurde vermessen und georeferenziert. Ausserdem wurden > 6000 Kieselsteine und > 1000 Holzstücke im Fluss mit Farbe und Tags markiert, um sie nach den Durchflüssen zu orten (Abb. 3). An der Holzbrücke wurde eine Videokamera installiert, die den Durchfluss aufzeichnete, transportiertes Schwemmholz wurde ebenfalls überwacht.

Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass die Strömungen feines Material wie feinen Kies, Sand und Silt leicht in Bewegung brachten und sogar vollständig abtransportierten, während gröberes Material wie grober Kies und Geröll nur kurze Strecken von bis zu einigen 100 m zurücklegte. Nur ein kleiner Teil des Schwemmholzes wurde von den Strömungen mobilisiert, wovon einzelne Stücke jedoch relativ weite

Abb. 3 a) Einer von mehr als 6000 Kieselsteinen nach dem ersten experimentellen Durchfluss im Jahr 2019, die mit geeigneter Farbe markiert wurden. b) Die Markierung und Bemalung von Schwemmholz ermöglichte es uns, ihr Schicksal nach dem ersten Durchfluss im Jahr 2019 zu verfolgen.



Strecken zurücklegten und die Holzbrücke und die Einmündung in den Inn erreichten. Das Schwemmholz wurde hauptsächlich während des Beginns und der Spitze der Strömung transportiert, danach sehr viel weniger (Abb. 4).

2020 wurde die Überwachung aufgrund der Pandemie teilweise unterbrochen, 2021 wurde sie wieder aufgenommen. In den vergangenen Jahren haben wir mehrere Querschnitte des Flusses mit einem Differential-GPS erfasst. Ausserdem wurden Drohnenflüge vor, während und nach den Hochwassern durchgeführt. Diese topographischen Informationen werden wichtige Erkenntnisse über die morphologischen Veränderungen und die Menge an Sediment und Holz liefern, die während der Abflüsse remobilisiert werden. Die Kenntnis des aktuellen Sediment- und Holztransports im Fluss ist der Schlüssel zum Verständnis der Effektivität der Hochwasseroperationen. Diese Studie ist ein Schlüssel für die Gestaltung zukünftiger Flussrenaturierungen im Spöl, aber auch für das Management von Gebirgsflüssen im Allgemeinen.

*Virginia Ruiz-Villanueva, Institut für Dynamik der Erdoberfläche, Universität Lausanne, 1015 Lausanne*

#### Literatur

KONRAD, C.P. et al. (2011): Large-scale Flow Experiments for Managing River Systems. *BioScience*, 61(12), 948–959. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.12.5>.

ROBINSON, C.T., A.R. SIEBERS, J. ORTLEPP (2018): Long-term ecological responses of the River Spöl to experimental floods. *Freshw. Sci.* 37, 433–447.

RUIZ-VILLANUEVA, V., H. PIÉGAY, A. GURNELL, R.A. MARSTON, M. STOFFEL (2016): Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: New methods and remaining challenges. *Reviews of Geophysics*, 54 (3).

WOHL, E., N. KRAMER, V. RUIZ-VILLANUEVA et. al. (2019): The natural wood regime in rivers. *BioScience* 69, 259–273.

Abb. 4 (Oben) Hydrographien von 2 ausgelösten Versuchshochwassern im Jahr 2019 (blau) und die Anzahl der transportierten Holzstücke im Fluss (grau). Der grösste Teil des Holzes wurde beim ersten Durchfluss mitgerissen, auch wenn der zweite einen höheren Abfluss hatte. (Unten) Die Holzbrücke während des Spitzenabflusses des zweiten Hochwassers im Jahr 2019 (links) und ein Blick von der Brücke flussaufwärts, ein grosses Holzstück nähert sich. Die blauen Pfeile zeigen die Fliessrichtung an.

