

Schwall und Sunk in Fließgewässern



Tobias Meile, Bauingenieur, Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH der EPF Lausanne

Der Betrieb der Speicherkraftwerke führt zu schnell und häufig wechselnden Abflussbedingungen. Dies kann sich negativ auf die ökologische Integrität von Fließgewässern auswirken. Zur Schwalldämpfung sind grundsätzlich bauliche und betriebliche Massnahmen denkbar.

Speicherkraftwerke turbinieren Wasser aus hoch gelegenen Stauseen in tiefer gelegene Fließgewässer ab. Dies geschieht vorwiegend bei grosser Elektrizitätsnachfrage. Daraus resultiert ein häufiger und regelmässiger Wechsel zwischen steigendem (Schwall) und sinkendem Abfluss (Sunk), der sich grundlegend von natürlichen Hochwasserereignissen unterscheidet (Abb. 1).

Abbildung 2 zeigt die 44 Stationen im hydrologischen Messnetz des Bundes, die im Zeitraum von Ende Januar bis Anfang März 2005 an mindestens 6 Tagen schwallartige Pegelschwankungen um mindestens 10 cm aufwiesen. Betroffen vom Schwall/Sunk sind hauptsächlich mittlere bis grössere Talflüsse der Alpen und Vor-alpen. Häufig treten in diesen Gewässern auch andere anthropogene Belastungen auf wie Begradigung, Kanalisierung, Einleitungen von gereinigtem Abwasser und Abschwemmungen von landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen.

Im Schweizer Mittelland befinden sich nur wenige schwall-erzeugende Kraftwerke. Unterhalb von Laufwasserkraftwerken, deren Stauhaltungen in der Regel keine nennenswerte Speicherung ermöglichen und/oder einen ziemlich konstanten Wasserstand

einhalten müssen, tritt Schwall/Sunk nur infolge Notabschaltung der Turbinen auf, was sehr selten geschieht. Entsprechend bleiben die Mittellandflüsse unterhalb der grossen Alpenrandseen, die als natürliche Rückhaltebecken wirken, weitgehend schwallfrei. Pumpspeicherkraftwerke erzeugen ebenfalls keinen Schwall/Sunk, da das Wasser zwischen zwei Seen oder Becken turbiniert wird.

Auswirkungen auf den Fließgewässerzustand. Der Schwall/Sunk wirkt sich auf eine Reihe abiotischer Parameter in Fließgewässern aus:

- ▶ Hydraulik: signifikante und rasche Änderung des Abflusses, der Fließgeschwindigkeit und der Sohlenschubspannung;
- ▶ chemische und physikalische Wasserqualität: Einfluss auf den Tageszyklus der Trübung und der Temperatur, Leitfähigkeit, Konzentration von Nähr- und Schadstoffen;
- ▶ Morphologie: Bewegung einer Rollkiesauflage, Resuspension oder Ablagerung von Feinsedimenten.

Diese abiotischen Veränderungen wiederum haben einen Einfluss auf die Lebensgemeinschaften. Baumann und Klaus [1] haben

Abb. 1: Abfluss und Schwall/Sunk-Raten der Rhone in Porte du Scex. Vergleich einer Oktoberwoche der Jahre 1907 (Herbsthochwasser) und 2003 (charakteristische Turbinierzyklen) [Abbildung aus 2].

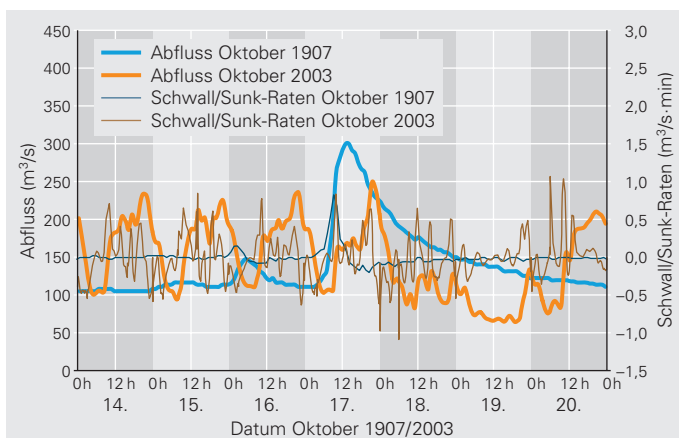
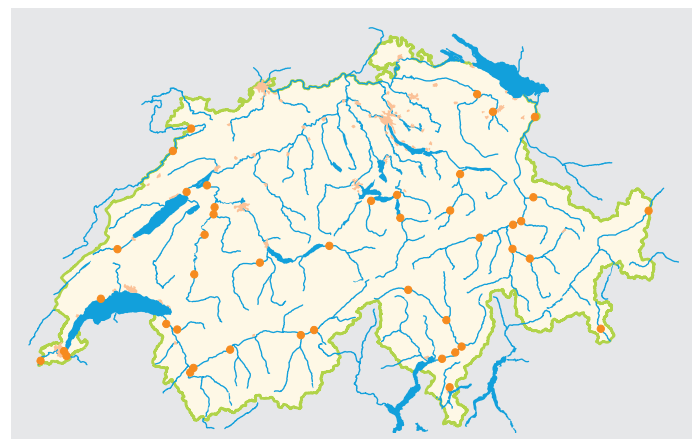


Abb. 2: Hauptgewässernetz der Schweiz mit den 44 Abfluss-Messstationen des Bundes, deren Ganglinien in der Zeit vom 29.1.2005 bis 6.3.2005 eindeutige Schwallereignisse zeigten [Abbildung aus 3].



	Bauliche Massnahmen	Betriebliche Massnahmen
Turbiniertes Wasser nicht in Fluss einleiten	Einleitung direkt in einen See Separates Fliessgewässer für turbiniertes Wasser	
Turbiniertes Wasser gedämpft in Fluss einleiten	Bau von Rückhaltebecken Turbinieren in den Stauraum eines Laufwasserkraftwerks (evtl. Mehrzweckanlage, siehe Artikel von A. Schleiss auf S. 18)	Beschränkung der Leistung (Maximalabfluss) Erhöhung des Minimalabflusses ab Stausee/Dotierturbine Langsames, stufenweises An- und Zurückfahren der Turbinen Antizyklisches Turbinieren verschiedener Zentralen
Betroffene Gewässerzonen minimieren	Morphologische Optimierung des Gewässers, Gewässerneugestaltung	

Tab. 1: Schwallreduzierende Massnahmen.

zahlreiche Untersuchungen aus dem Alpenraum ausgewertet, die sich mit den biologischen Auswirkungen des Schwall/Sunks beschäftigten. Weitaus am häufigsten wurden strukturelle Zustandsgrössen der aquatischen Biozönose erfasst. So beobachtete man, dass sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften generell veränderte und dass die Häufigkeit oder Biomasse verschiedener Organismen-Gruppen (Fische, Makrozoobenthos, Phytobenthos) abnahmen. Nur vereinzelt ist die Besiedlung des Uferbereichs untersucht worden, der bei Schwall überflutet wird und bei Sunk trocken fällt (siehe Artikel von M. Fette auf S. 30).

Daneben sind auch funktionelle biologische Parameter bestimmt worden. Beispielsweise zeigen mehrere Untersuchungen, dass die Driftdichte des Makrozo- und Phytobenthos bei Schwall deutlich zunimmt, und man beobachtete das Stranden der Organismen bei rascher Abnahme des Abflusses und des Wasserspiegels auf flachen Uferpartien und in mit dem Hauptgerinne verbundenen Senken (z.B. bernische Saane, bayrischer Lech). Während Stranden und Drift eindeutig mit dem Schwall/Sunk in Verbindung gebracht werden können, ist es nachträglich, allein aufgrund der heutigen biologischen Situation, schwierig, die Auswirkungen von morphologischen, chemisch/physikalischen sowie hydrologischen Veränderungen in einem Fluss auseinanderzuhalten.

Schwallreduzierende Massnahmen und Schwallindikatoren.

Zur Schwalldämpfung sind theoretisch verschiedene wasserbauliche und betriebliche Massnahmen möglich (Tab. 1). Betriebliche Massnahmen haben aber den Nachteil, dass sie die Wirtschaftlichkeit der Energieproduktion stark gefährden, weil die Speicherkraftwerke dann nicht mehr uneingeschränkt zu Spitzenzeiten des Verbrauchs turbinieren können. Gemäss einer Studie für den Alpenrhein war der Einnahmeverlust durch betriebliche Einschränkungen 3,5-mal höher als die Kosten für die Erstellung von Ausgleichsbecken [4].

Um die Wirksamkeit schwalldämpfender Massnahmen zu erfassen, sind so genannte Schwallindikatoren notwendig. Das sind Kenn- und Richtwerte, die zur Beschreibung und Beurteilung des Schwall/Sunks dienen. Für einige Schwallindikatoren bestehen Vorstellungen über gewässerökologisch begründete Richtwerte. Zum Beispiel werden für die maximale Pegelrückgangsraten Werte von 12 cm pro Stunde empfohlen, um das Stranden von Jungfischen weitgehend zu verhindern. Für das Verhältnis von Maximalschwall zu Minimalsunk nimmt man Werte im Bereich von 5:1 bis 2:1

als vertretbar an. Sinnvoller wäre es jedoch, diese ökologischen Richtwerte gewässerspezifisch zu bestimmen. Solch massgeschneiderte Kriterien wurden am Alpenrhein definiert und dazu verwendet, verschiedene mögliche Szenarien einer Schwallregelung zu entwickeln [5].

Schwall/Sunk als erschwerende Randbedingung bei Flussrevitalisierungen.

Etwa jedes vierte mittlere bis grössere Fliessgewässer im Schweizer Alpen- und Voralpenraum ist vom Schwall/Sunk betroffen. Daher sind oft und schnell wechselnde Abflussverhältnisse in morphologischen Flussrevitalisierungsprojekten als Randbedingung zu berücksichtigen. Zudem sollten allfällige schwallreduzierende Massnahmen spezifisch an das jeweilige Gewässer angepasst werden. Aktuelle Forschungsdefizite betreffen die Wechselwirkung zwischen Morphologie und Schwall/Sunk und die Wirksamkeit der schwallreduzierenden Massnahmen. Dazu sind Erfolgskontrollen realisierter und zukünftiger Revitalisierungen notwendig. ○ ○ ○

Bemerkung: Dieser Beitrag fasst die wichtigsten Resultate des Syntheseberichts Schwall/Sunk des Rhone-Thur-Projekts [2] zusammen.

- [1] Baumann P., Klaus I. (2003): Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebs. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 75, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [2] Meile T., Schleiss A., Boillat J.-L. (2005): Entwicklung des Abflussregimes der Rhone seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Wasser, Energie, Luft 97, 133–142.
- [3] Meile T., Fette M., Baumann P. (2005): Synthesebericht Schwall/Sunk. Publikation des Rhone-Thur-Projekts.
- [4] Wickenhauser M., Hauenstein W., Minor H.-E. (2005): Massnahmen zur Schwallspitzenreduktion und deren Auswirkungen. Wasser, Energie, Luft 97, 29–38.
- [5] Schälchli U., Eberstaller J., Moritz C., Schmutz, S. (2003): Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein. Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz.