

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Energiewirtschaftliche Hintergründe von Schwall und Sunk

Verschiedene Minderungsmaßnahmen

Energiewirtschaftliche und finanzielle Konsequenzen von betrieblichen Massnahmen

Finanzielle Konsequenzen von baulichen Massnahmen

Ansätze zu Win- Win- Lösungen

Zusammenfassung

Definition

Unter Schwall und Sunk werden die Abflussschwankungen in Fließgewässern verstanden, welche durch den intermittierenden Betrieb von Speicherkraftwerken unterhalb ihrer Wasserrückgaben verursacht werden.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Weshalb gibt es Schwall und Sunk?

Strom lässt sich nicht so einfach speichern wie Öl oder Holz.

Strom muss deshalb dann produziert werden, wenn er gebraucht wird.

Die meisten Kraftwerke tun das aber nicht
- ihre Produktion ist im besten Fall konstant
(Kernkraftwerke, beschränkt Flusskraftwerke)
oder

- sie fällt unregelmässig an (Wind-, Sonne)
oder

- sie ist grösser im Sommer als im Winter
(Sonne, alpine Laufwasserkraft)
oder

- sie fällt nur tagsüber an (Sonne)

Im grossen Massstab bieten sich (nur) Speicherkraftwerke an, diesen Ausgleich zwischen Bedarf und Angebot zu bewerkstelligen! Anstatt Strom wird Wasser gespeichert.

Diese Aufgabe der Speicherkraftwerke verursacht Schwall und Sunk!



Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Voraussetzungen für das Auftreten von Schwall und Sunk

Schwall und Sunk treten dort auf, wo Wasser in einem Speicherkraftwerk in grösserem Umfang gespeichert werden kann (**Voraussetzung Speicher!**)

Schwall und Sunk treten dann auf, wenn diese Speicher bewirtschaftet werden können (nicht bei Laufkraftwerken) (**Voraussetzung Bewirtschaftung der Speicher!**)

Schwall und Sunk treten in einer Kraftwerkskette erst **unterhalb der untersten Zentrale** auf, wo das Wasser ins Gewässer zurückgeleitet wird (**Voraussetzung Wasserrückgabe ins Gewässer!**).

Schwall und Sunk treten **unterhalb der grossen Alpenrandseen** (Genfersee, Bielersee, Vierwaldstättersee, Zürichsee, Walensee, Bodensee, Thunersee) **nicht auf**. Die Abflussschwankungen werden durch die Seen ausreguliert, die tiefer liegenden Kraftwerke verfügen über keine Speicherbewirtschaftung.

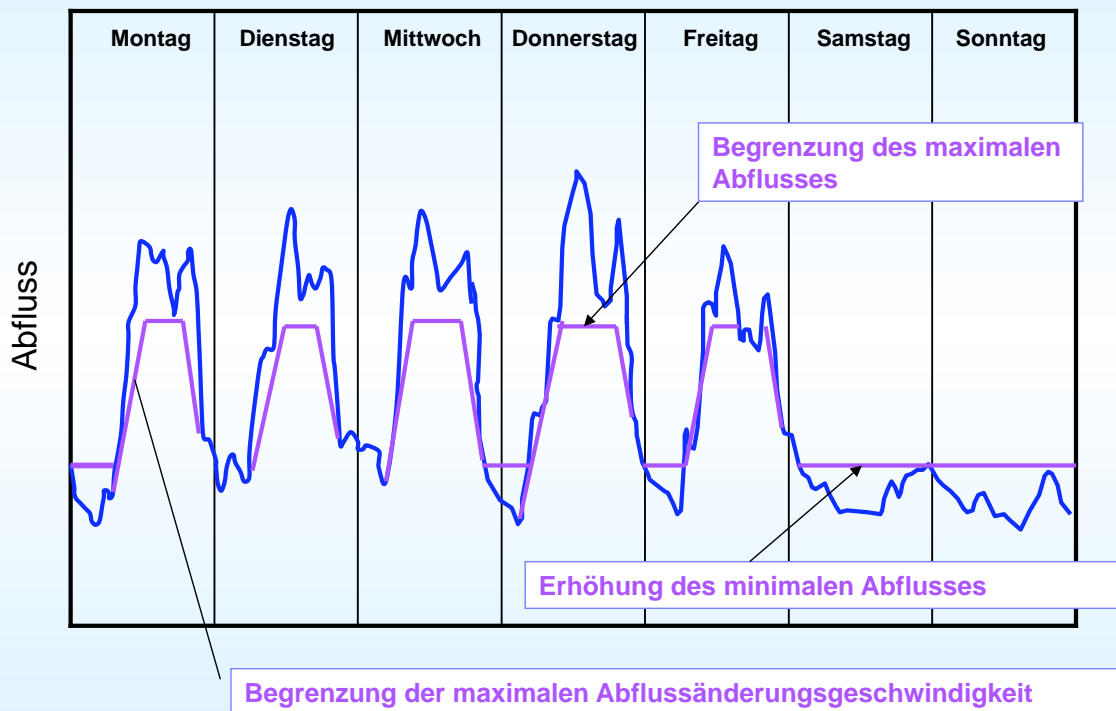
Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Die hauptsächlichsten Schwall- und Sunkstrecken der Schweiz



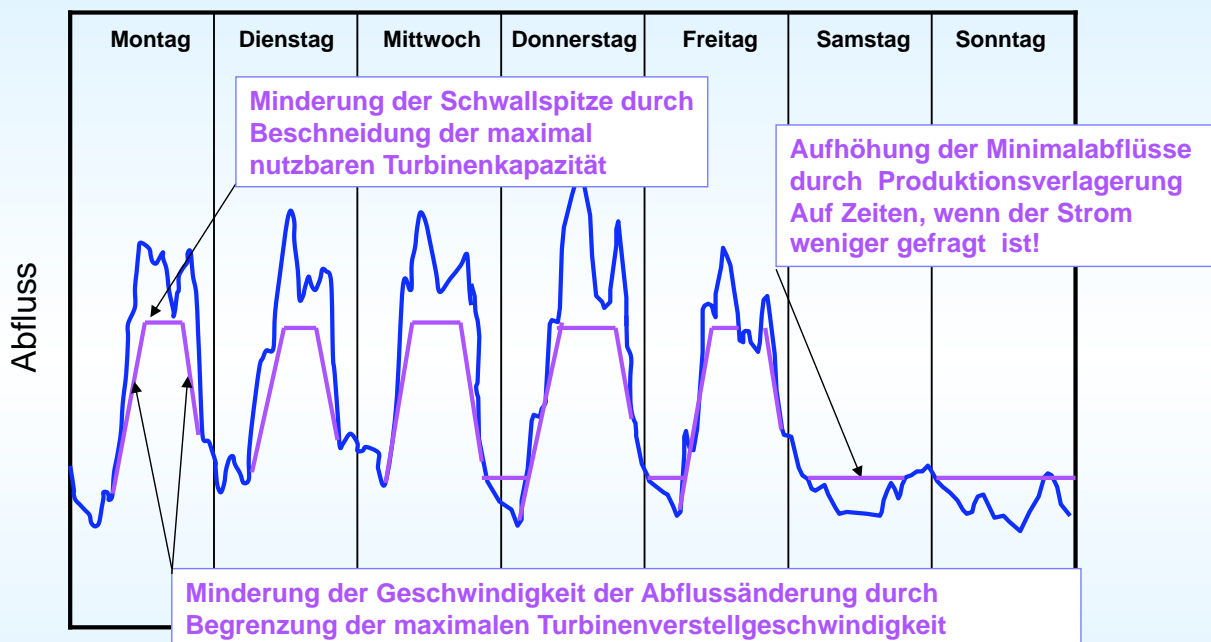
Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Schwall und Sunk mindern heisst:



Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Betriebliche Einschränkungen



Die Kraftwerke können ihre installierte Leistung nur noch teilweise und verlangsamt nutzen, das in Spitzenzeiten nicht turbinierter Wasser wird in nachfrageschwachen Zeiten turbinierter.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Betriebliche Massnahmen bedeuten:

Die Kraftwerke können ihre installierte Leistung nur noch teilweise nutzen.

Konsequenzen daraus sind:

Es fehlt Leistung und Spitzenenergie zur Netzregulierung, die anderweitig beschafft werden muss (Gasturbine?!)

Die Bereitstellung von Regelleistung kann nur noch verlangsamt erfolgen, es braucht Ersatz für sehr schnelle Nachführung.

Die Einnahmen für den wegfallenden Spitzenstrom und die Vorhaltung der Leistung entfallen. Die Kosten bleiben praktisch unverändert.

Ein Teil der produzierten Energie fällt auf Schwachlastzeiten und muss zu tieferen Preisen verkauft werden.

Die Massnahme kann bei laufenden Konzessionen nur gegen volle Entschädigung durchgesetzt werden.

Die Finanzierung dieser Entschädigung, welche ein Vielfaches des Betrags von baulichen Massnahmen ausmachen würde, müsste geregelt werden. Sie würde die Konkurrenzfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Schweiz zusätzlich belasten.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Quantifizierung von betrieblichen Massnahmen

Die Kostenfolgen für betriebliche Massnahmen wurden am Beispiel des Alpenrheins untersucht.

Dabei zeigte sich, dass der Ertragsausfall aus der Wertminderung der erzeugten Energie etwa ein Drittel, der Zukauf von Leistung etwa zwei Drittel der Kosten verursachen.

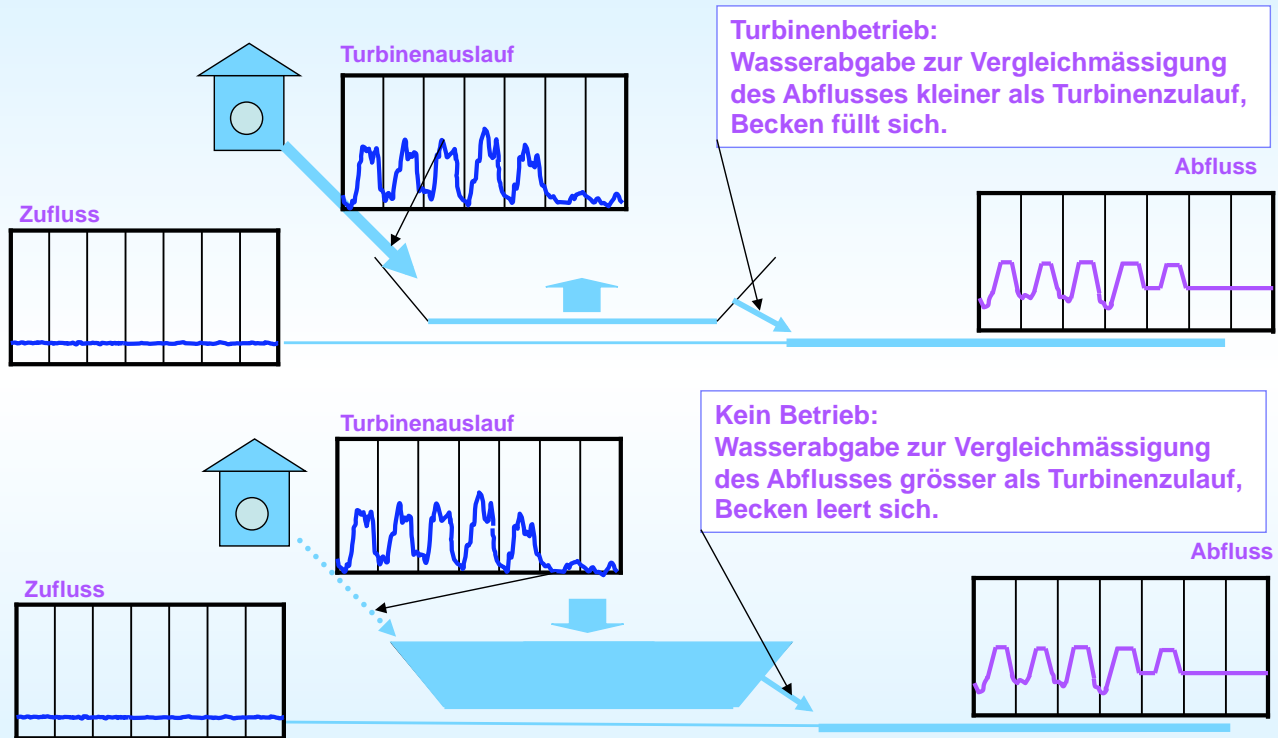
Gesamthaft liegen die Kosten etwa 3 bis 4 mal höher als diejenigen für bauliche Massnahmen.

Abgesehen von den Kosten werden durch betriebliche Massnahmen energiewirtschaftliche Trümpfe vernichtet, auf welche die Schweiz im künftigen internationalen Strom-Austausch verstärkt angewiesen sein wird.

Für die ganze Schweiz wäre mit kapitalisierten Kosten von 3 bis 6 Milliarden Franken zu rechnen.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Bau von Rückregulierbecken beim Turbinenauslauf



Ein Rückregulierbecken puffert den uneingeschränkten Turbinenabfluss

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Bauliche Massnahmen bedeuten:

Die Funktionen und der Wert der Speicherkraftwerke werden kaum geschmälert.

Der Bau und Betrieb von Rückregulierbecken kostet Geld.

Rückregulierbecken beanspruchen grosse Landflächen.

Der Bau von Rückregulierbecken kann bei laufenden Konzessionen nur gegen volle Entschädigung durchgesetzt werden. Die Kostenfolgen können deshalb nicht den Kraftwerksbetreibern überwältigt werden.

Wenn die Bau- und Betriebskosten wie im Entwurf zum Gegenvorschlag gegen die Initiative „Lebendiges Wasser“ vorgesehen, über einen Zuschlag auf den Netznutzungskosten vergütet würden, kann die Massnahme durchgesetzt werden.

Die Verteuerung des Stroms um 0,1 Rp./kWh zur Finanzierung von baulichen Massnahmen zur Schwall und Sunkminderung (neben anderen Massnahmen wie etwa die Geschiebereaktivierung) belastet die Konkurrenzfähigkeit des Produktionsstandorts Schweiz zusätzlich zu anderen neuen und bestehenden Belastungen.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Kosten für bauliche Massnahmen, eine erste Abschätzung

Auch bei den baulichen Massnahmen hängen die Auswirkungen stark von den Anforderungen an die Schwallminderung ab. Unter den Annahmen, dass

die Beckenbewirtschaftung über einen Zeitraum von jeweils 1 Woche mit konstantem minimalem und maximalem Abfluss erfolgt, sich diese Werte aber in den anderen Wochen leicht verschieben können,

dass das Dämpfungskriterium Q_{max}/Q_{min} ca. 1:5 bis 1:3 beträgt und während 95 % der Zeit eingehalten werden muss,

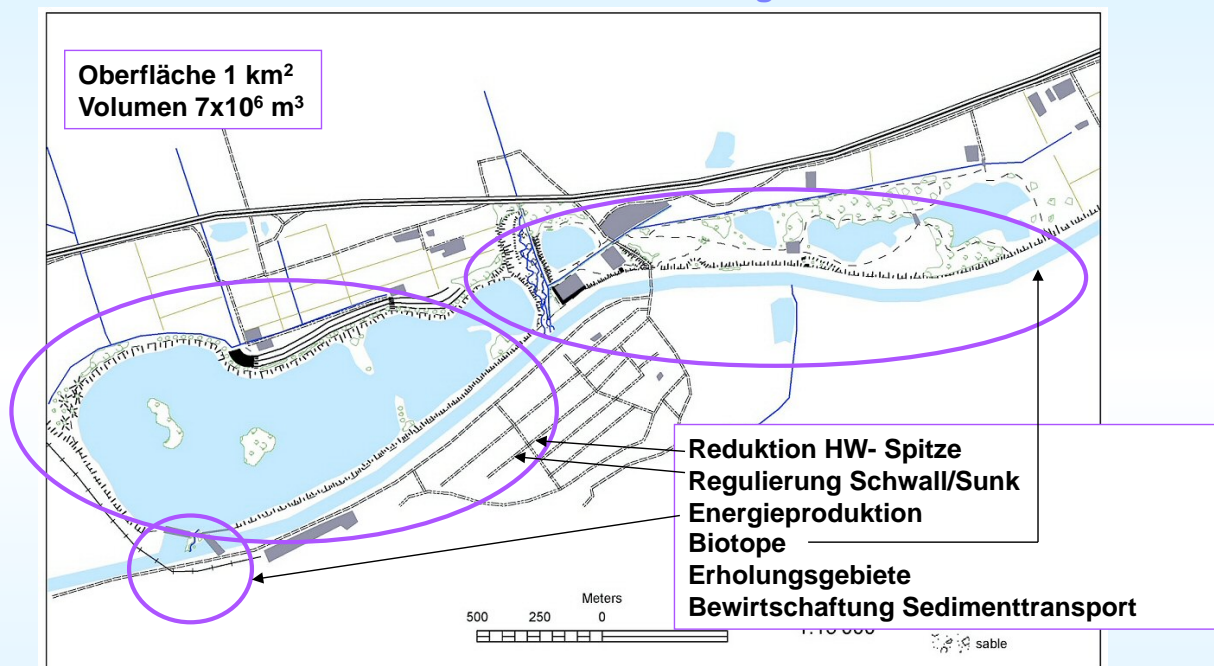
dass nicht bei jeder Wasserrückgabe eine Schwall/Sunk-Dämpfung erfolgt, da flussabwärts die Schwankungen zeitverschoben eintreffen oder durch weitere unbeeinflusste Zuflüsse ausgeglichen werden sowie

spezifischen Anlagekosten für Rückregulierbecken von 40 Euro/m³

ergeben sich für die Schweiz Baukosten für Rückregulierbecken von rund **1-1,5 Milliarden Franken.**

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Bau von Mehrzweckanlagen



Fazit: In „Synergies“ der EPFL werden Ideen formuliert, welche mehrere Ziele unter einen Hut bringen liessen! Die Stromproduktion liefert Kostendeckungsbeitrag!

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Morphologische Flussaufwertungen

Verschiedentlich wurde auch die Idee von lokalen Flussaufwertungen zur Abflussdämpfung ins Spiel gebracht.

Es hat sich aber gezeigt, dass die in unseren stark besiedelten Flussgebieten möglichen Massnahmen nur ungenügende Wirkung ergäben.

Auf diese Option wird deshalb nicht näher eingetreten.

Wasserrückgabe direkt in einen See

Verschiedentlich wurde auch die Idee geäussert, das Turbinenwasser anstatt in den Fluss direkt in einen See zu leiten.

Wie die Übersichtskarte der am meisten betroffenen Strecken aber zeigt, sind die örtlichen Gegebenheiten in der Regel für eine solche Lösung nicht geeignet.

Auf diese Option wird deshalb nicht näher eingetreten.

Fazit aus energiewirtschaftlicher Sicht und ökonomische Konsequenzen

Zusammenfassung

Es gibt theoretisch mehrere Möglichkeiten, die Auswirkungen von Schwall und Sunk zu reduzieren:

- Betriebseinschränkungen
- Bau von Rückregulierbecken
- allenfalls morphologische Aufwertungen (Aufweitungen) der schwallbeeinflussten Flussstrecken
- Mehrzweckanlagen

Alle Massnahmen sind kostenintensiv.

Betriebliche Massnahmen sind angesichts der negativen Auswirkungen auf die energiewirtschaftlichen Ziele und die hohen Kosten nicht verantwortbar!

Aufweitungen dürften eher wenig wirksam sein.

Am ehesten geeignet erweisen sich Mehrzweckprojekte nach dem Ansatz von „Synergies“ der EPFL oder Rückregulierbecken.