

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 97 (2005)  
**Heft:** 3-4

**Artikel:** Regelung einer Flussstaukette : eine echte Herausforderung  
**Autor:** Sachs, Roland / Glanzmann, Gabriela / Von Siebenthal, Martin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941742>

### **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:** 16.05.2025

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

# Regelung einer Flusstaukette – eine echte Herausforderung

■ Roland Sachs, Gabriela Glanzmann, Martin von Siebenthal

Der Beitrag beschreibt die klassische Stauzielregulierung einzelner Staustufen in einer Staustufenkette und zeigt die Grenzen der Regeleinrichtungen auf. Die Anforderungen an die Stau- und Abflussregulierungen von Laufwasserkraftwerken sind sehr vielfältig. So wird von den Regeleinrichtungen erwartet, dass sie die Staukapazitäten optimal nutzen und Ausuferungen verhindern. Das immer empfindlichere Umfeld verlangt ausserdem, dass unnatürliche Pegel- und Durchflussschwankungen wegen der Schifffahrt, aber auch zum Schutz der Flora und Fauna im Uferbereich vermieden werden. Im Beitrag wird ein Lösungsansatz mit einer zentralen Stauziel- und Durchflussregulierung beschrieben, welche alle Forderungen weitgehend erfüllen kann.

## 1. Einleitung

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden in Europa die meisten Flussläufe je nach Gefälle in mehr oder weniger lange Staustufen aufgeteilt und mit Laufkraftwerken ausgerüstet. So gelang es, das wertvolle Energiepotenzial der Flüsse für den Menschen umweltschonend nutzbar zu machen.

Unter dem ständig wachsenden Druck des wirtschaftlichen Umfelds werden die Betreiber von Wasserkraftwerken gezwungen, den Automatisierungsgrad ihrer Anlagen laufend zu erhöhen. Dabei spielt die Stauziel- und Durchflussregulierung eine zentrale Rolle.

Neben den wirtschaftlichen Zielen hat der Betreiber aber auch viele weitere Anforderungen von Umweltverbänden und aus dem politischen Umfeld zu erfüllen. Es ist selbstverständlich und unumgänglich, dass unter diesen Voraussetzungen immer mehr Interessen- und Zielkonflikte entstehen.

Da in Europa das Wasserkraftpotenzial weitgehend ausgenutzt ist, werden kaum neue Wasserkraftwerke konzipiert und gebaut. Die meisten Anlagen haben ein Alter von mehreren Jahrzehnten und werden heute im Hinblick auf eine Ertragssteigerung partiell erneuert. Dabei stossen Technologien aus unterschiedlichen Generationen zusammen. Nicht selten müssen Maschinen aus den ers-

ten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, umgeben mit einer vielleicht 30-jährigen Instrumentierung, mit modernsten Computern überwacht und gesteuert werden. Allein die Aufgabe, Anlagenteile aus den verschiedensten technischen Epochen in eine harmonisch und automatisch funktionierende Gesamtanlage zu vereinen, ist für die Lieferanten von leittechnischen Systemen eine grosse Herausforderung.

Dieser Beitrag soll das ganze Problemfeld um den Wasserhaushalt von Flusstauketten ausleuchten. Die bisherigen Lösungen werden im Hinblick auf die heute üblichen Anforderungen und insbesondere auch auf die Betriebssicherheit qualitativ beurteilt und mit Hinweisen auf neue Methoden der Weg zu verbesserten Lösungen aufgezeigt.

## 2. Regelung einer einzelnen Staustufe

### 2.1 Anforderungen

Die Regeleinrichtung einer Staustufe mit Wasserkraftnutzung hat eine Vielfalt von Aufgaben zu bewältigen. In der Praxis hat sich deshalb der Begriff Wasserhaushaltsautomatik (WHA) durchgesetzt. Die typischen Aufgaben einer WHA sind neben der Stauziel- und Durchflussregulierung auch der energetisch optimierte Maschineneinsatz, der scho-

nende Wehrbetrieb, Sicherstellung der Schifffahrt, eine sichere Hochwasserentlastung und vieles mehr.

### 2.2 Gegenwärtiges Regelkonzept

Bild 1 zeigt ein bewährtes Konzept für eine lokale Wasserhaushaltsautomatik mit eingebauter Stauziel- und Durchflussregulierung [1], [4].

Ein Pegelregler, i.d.R. ein PI-Regler (R) mit Störgrössenaufschaltung (Z), berechnet aufgrund der aktuellen Stauzielabweichung für die Staustufe einen Durchflusssollwert, welcher mit dem aktuellen Durchfluss verglichen wird. Die momentane Durchflussabweichung  $dQ$  wird vom Dispatcher an den Stellkreisregler (Durchflussregler P/3-P) einer gezielt ausgewählten Turbine bzw. eines Wehrverschlusses weitergeleitet. Der Preference Controller bestimmt aufgrund des Abflussregimes und der Maschinenverfügbarkeit das zu steuernde Organ.

Dank der zahlreichen Erneuerungsprojekte für Einzelstaustufen konnte sich die Mess-, Leit- und Regeltechnik für Wasserkraftwerke sehr gut entwickeln. Die modernen Automatisierungseinrichtungen, vereint mit der langjährigen Erfahrung von etablierten Leit-, Mess- und Regeltechnik-Anbietern, beherrschen die komplexen Prozesse einer Kraftwerksanlage heute weitgehend.

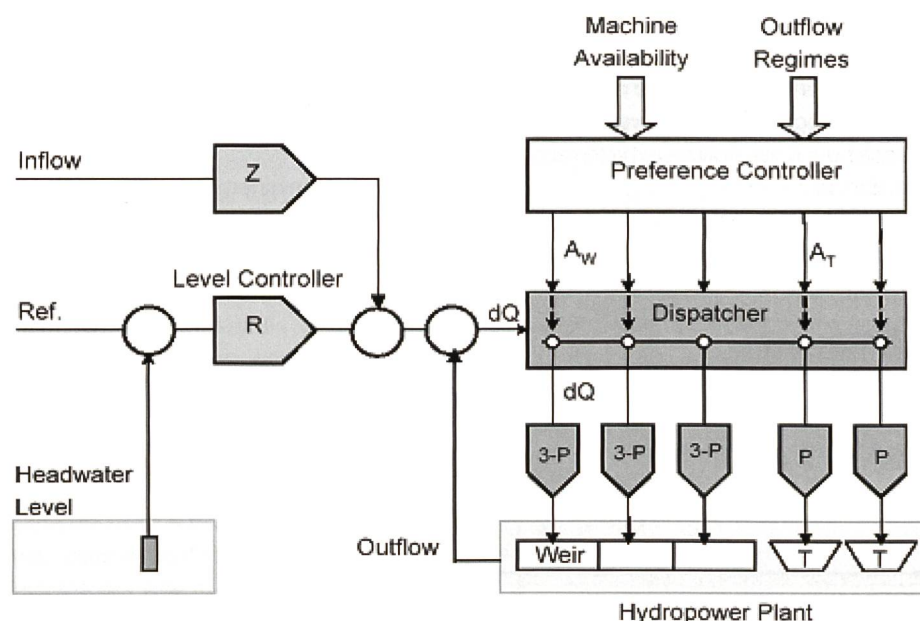


Bild 1. Wasserhaushaltsautomatik einer Staustufe.



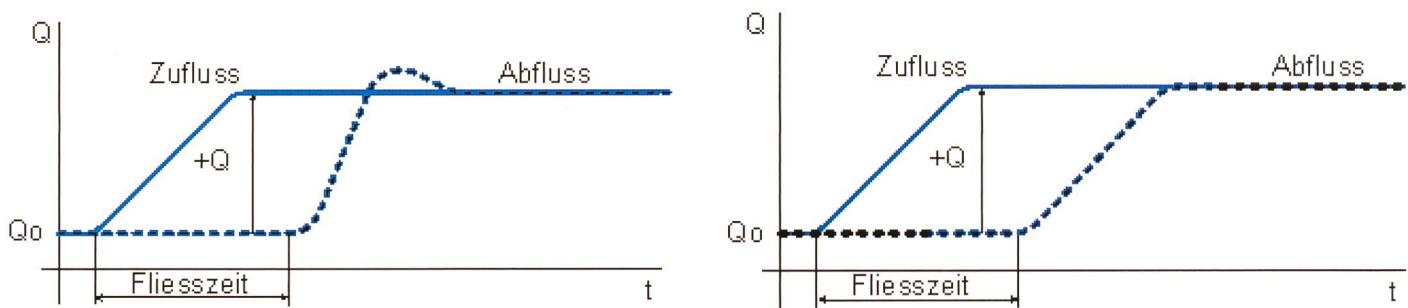


Bild 2. Regler ohne Störgrössenaufschaltung (links) und mit Störgrössenaufschaltung (rechts).

### 2.3 Resultierende Probleme

Bislang wurden die meisten Staustufenketten allein mit lokalen Stauziel- und Durchflussregleinrichtungen ausgerüstet. Je nach Ausführung und Leistungsfähigkeit der Einrichtungen neigen diese zum Überspringen. Das heisst, dass Zuflussschwankungen verstärkt weitergegeben werden. Dies ist vor allem dann problematisch, wenn mehrere Stufen in Kaskade arbeiten. Wird der Zufluss als Stör- und/oder Führungsgrösse in den Regler eingebunden, kann die Regelgüte markant verbessert werden. Für Staustufenketten mit mehr als zwei Stufen reichen diese Massnahmen allein für eine befriedigende Lösung aber nicht aus.

Die Diagramme in Bild 2 veranschaulichen die Grenzen der herkömmlichen Regleinrichtungen. Ein Regler mit Störgrössenaufschaltung kann eine Zuflussänderung bestenfalls nur leicht gedämpft weitergeben. Oft muss man sich mit einem ungedämpften Übertragungsverhalten abfinden.

## 3. Retention

### 3.1 Vergleich frei fliessender und geregelter Fluss

Flüsse mit natürlichen Hindernissen weisen ein grosses Retentionsvermögen auf. Mit einem Zuflussanstieg erhöht sich das Stauvolumen im Flussbett. Das so zurückgehaltene Volumen (Retention) wird nicht unmittelbar weitergegeben, was sich verzögernd und dämpfend auf das Abflussverhalten auswirkt (vgl. Bild 3a).

Als Folge der konstant gehaltenen Staupegel wird bei den technisch geregelten

Staufstufen das natürliche Retentionsvermögen massgebend verringert (vgl. Bild 3b). Dies ist der Grund, dass sich Durchflussänderungen in den gestauten und geregelten Flüssen sehr schnell und praktisch ungedämpft ausbreiten.

Als Folge der zunehmenden Hochwasserschäden im Flachland wird die Forderung der Bevölkerung und der Behörden nach Erhöhung des Rückhaltepotenzials immer grösser. Auch das ökologische Umfeld reagiert empfindlich auf rasche Durchflussschwankungen. Daher kommen ähnlich gelagerte Forderungen auch aus Umweltschuttkreisen.

Auch wenn die betrieblichen Bedürfnisse der Kraftwerksbetreiber mit den klassischen Regleinrichtungen weitgehend abgedeckt werden können, sind die oben erwähnten Argumente Motivation genug, um nach verbesserten Lösungen zu suchen.

### 3.2 Erhöhung des Retentionsvermögens

Obwohl in den Stauräumen keine bleibenden Stauzielabweichungen zugelassen werden, kann durch vorübergehende und koordinierte Absenkung bzw. Anhebung der Pegel innerhalb tolerierbarer Grenzen ein dämpfendes Übertragungsverhalten erreicht werden. Dazu müssen Pegelabweichungen vom Stauziel zeitlich begrenzt zulässig sein und die Zuflüsse zu den einzelnen Staustufen gemessen werden.

#### Betrachtung an einem Beispiel aus der Praxis

Die untere Aare wird zwischen den Ortschaf-

ten Murgenthal und Brugg von sechs Kraftwerken, wovon vier als Kanalkraftwerke ausgebildet sind, genutzt. Zwischen den einzelnen Staustufen existieren kaum Freifliessstrecken. Die Kraftwerksbetreiber müssen gemäss den Konzessionsbestimmungen konstante Staupegel einhalten. Die einzelnen Kraftwerke wurden nach und nach im Laufe der letzten 10 Jahre mit modernen Wasserhaushaltsautomaten (WHA) ausgerüstet (vgl. Bild 1). Die Zuflüsse in die Stauräume werden erfasst und als Störgrösse in die WHA eingebunden.

Mit einem Toleranzband um das Stauziel von  $\pm 2$  bis  $\pm 5$  cm für vorübergehendes Absenken bzw. Aufstauen könnte das Retentionsvermögen der Unteren Aare zwischen Murgenthal und Brugg kurzfristig um mindestens  $150\,000\text{ m}^3$  erhöht werden (vgl. Bild 4).

Das nachfolgende einfache Rechenbeispiel soll verdeutlichen, welches Dämpfungspotenzial durch eine gezielte Ausnutzung der Stautoleranzen gewonnen werden kann.

#### Szenario

Als Folge eines extremen Ereignisses im Oberlauf der Aare erhöht sich der Durchfluss in Murgenthal während 30 min um  $200\text{ m}^3/\text{s}$ . Die Summe der nutzbaren Retentionsvolumina über alle Staustufen bis Brugg sei total  $150\,000\text{ m}^3$ . Dieses Gesamtvolumen kann erreicht werden, wenn alle Staustufen das Toleranzband von 5 cm nach unten ausnützen (Vorabsenkung).

Wie Bild 5 zeigt, müsste ohne Ausnutzung der Retention der Zufluss bei Murgenthal

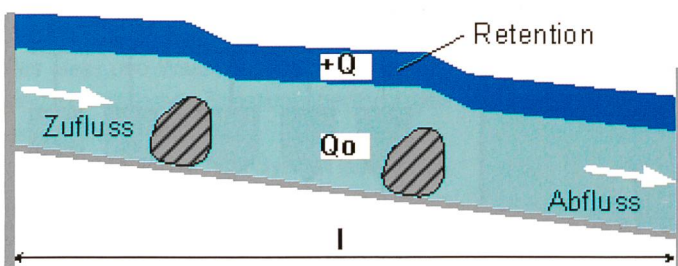


Bild 3a. Retentionsvolumen einer geregelten Staustufe.

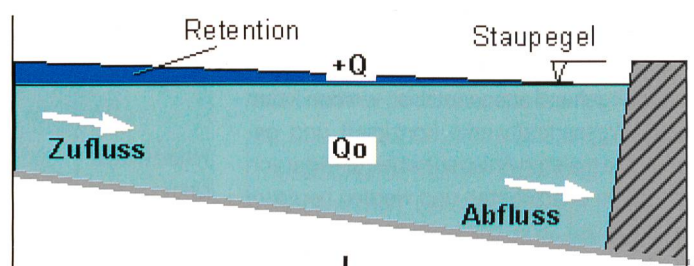


Bild 3b. Retentionsvolumen einer Flussstrecke mit natürlichen Hindernissen.



thal um die Fließzeit später bei Brugg ungedämpft abgegeben werden. Die ausgezogene Linie im Diagramm mit der Bezeichnung Abfluss (Brugg) stellt diese Situation dar. Zur Nutzung der verfügbaren Retentionskapazität werden alle Stauräume vor dem Eintreffen der Schwallwelle koordiniert um 5 cm abgestaut.

Die maximal mögliche Dämpfung durch Ausnützen des Stautoleranzbandes kann nun vereinfacht wie folgt berechnet werden:

Für das abstaubare Volumen  $V_R(-)$  bzw. für die Abstauzeit  $t_1$  gilt:

$$V_R(-) \approx \frac{t_1 \cdot \Delta Q_{in}}{4} \quad \text{bzw.} \quad t_1 \approx \frac{4 \cdot V_R(-)}{Q_{in}}$$

Mit  $V_R = 150\,000 \text{ m}^3$  wird die Abstauzeit  $t_1 = 3000 \text{ s}$ . Aus Symmetriegründen beträgt auch  $t_3$  (Aufstauzeit)  $3000 \text{ s}$ .  $t_2$  entspricht der Dauer des Zuflussanstieges und beträgt daher  $1800 \text{ s}$ . Mit der Summe aller drei Zeiten ( $t_1 + t_2 + t_3$ ) erhält man die gesamte Dauer der Durchflussänderung bei Brugg. Sie beträgt somit  $7800 \text{ s}$ .

Fazit: Mit einer koordinierten Ausnützung des Retentionsvermögens aller sechs Stautufen wird die Steilheit der Durchflussänderung bei Brugg (gestrichelte Linie Out-flow') um den Faktor 3,3 verringert.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass durch diese vereinfachte Berechnung und die Darstellung in Bild 5 nur das Verbesserungspotenzial abgeschätzt werden soll. Die dynamischen und die nichtlinearen Vorgänge sind dabei nicht berücksichtigt.

## 4. Übergeordnete Regelung einer Stautufenkaskade

### 4.1 Ausgangslage

In den letzten Jahrzehnten wurden die meisten Flussstautufen modernisiert und auch weitgehend automatisiert. In einzelnen Fällen konnte die Automatisierung für ganze Flussabschnitte gleichzeitig konzipiert werden. Meistens aber wurden aus wirtschaftlichen Gründen oder aus Besitzstandsgründen nur einzelne Werke in ein Erneuerungsprojekt einbezogen. Eine ganzheitliche Lösung für eine optimale Flussbewirtschaftung stand daher selten im Vordergrund.

### 4.2 Zielsetzung

Mit dem Ziel, das Dämpfungsverhalten eines gestauten Flusses unter Einhaltung der auferlegten Beschränkungen bezüglich des Konzeptionspegels wieder herzustellen (vgl. Bild 6), ohne dabei wirtschaftliche Einbussen in Kauf nehmen zu müssen, wurde nach neuen Lösungsansätzen gesucht.

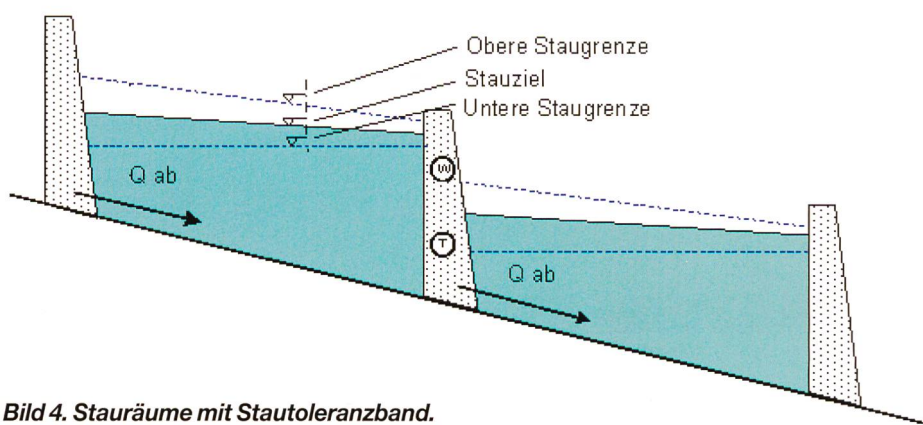


Bild 4. Stauräume mit Stautoleranzband.

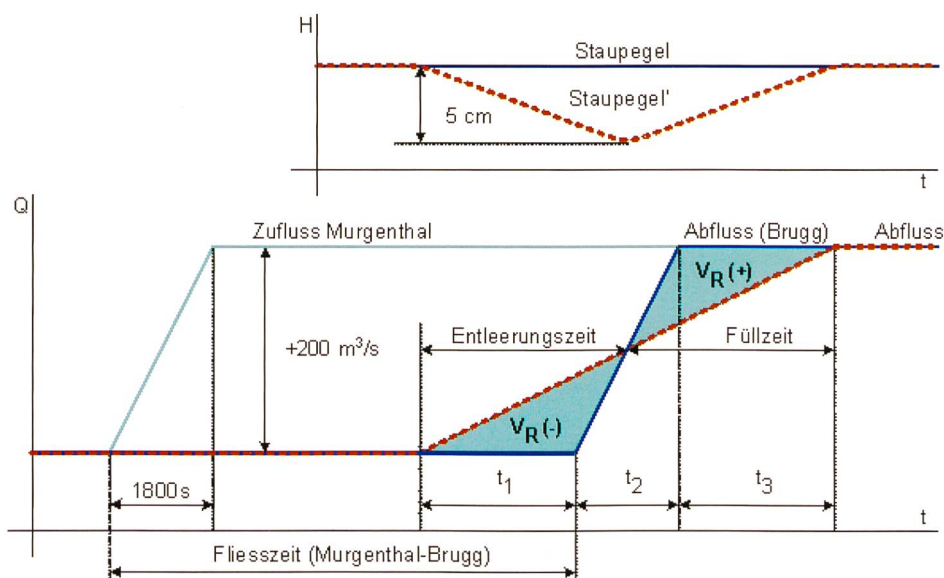


Bild 5. Gedämpfte Übertragungsfunktion am Beispiel «Untere Aare».

Um den betriebswirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Belangen Rechnung zu tragen, sollen die bestehenden Automatisierungseinrichtungen, die weniger als 10 Jahre alt sind, soweit sie den grundsätzlichen Anforderungen genügen, weiterverwendet werden können.

### 4.3 Technisches Konzept

Als Grundlage für die technische Lösung wird vorausgesetzt, dass alle Stautufen eine gut und sicher funktionierende Wasserhausautomatik besitzen (vgl. Bild 1). Der eingebaute Stauzielregler wird so parametrier, dass er dann regulierend eingreift, wenn das vorgegebene Pegeltoleranzband verletzt wird. Innerhalb des Toleranzbandes, also im Normalbetrieb, werden die einzelnen Stautufen von einem zentralen Rechner (zentraler Durchflussregler) mit Durchflussvorgaben geführt (vgl. Bild 7).

Die Aufgabe des zentralen Durchflussreglers FC besteht darin, für jede Stautufe die Durchflusssollwerte so zu berechnen, dass die zulässigen Stautoleranzen im Hinblick auf eine maximal mögliche Durchflusssdämpfung ausgenützt, aber möglichst nicht überschritten werden.

Die Firma Rittmeyer AG gab diese Optimierungsaufgabe als Diplomarbeit für Studenten am Institut für Automatik der ETH-Zürich in Auftrag. In enger Zusammenarbeit mit den Diplomanden (Gabriela Glanzmann und Martin von Siebenthal, Diplomarbeit Oktober 2003 bis April 2004 [3]), deren Betreuern (Prof. M. Morari, Tobias Geyer, Dr. G. Papafotiou) und Rittmeyer AG konnte eine vielversprechende Lösung entwickelt werden.

Für die Lösung dieser komplexen Optimierungsaufgabe wurde MPC (Model Predictive Control) in der MATLAB-Umgebung eingesetzt [2]. MPC verwendet ein mathematisches Modell der Regelstrecke, um deren Verhalten vorherzusagen. Im Falle der Wasserpegelregelung sind dies mathematische Gleichungen, die den zeitlichen Verlauf der

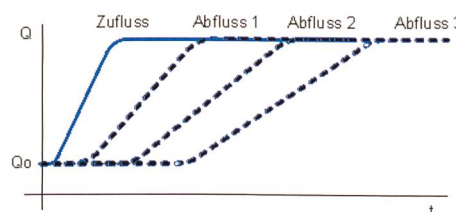
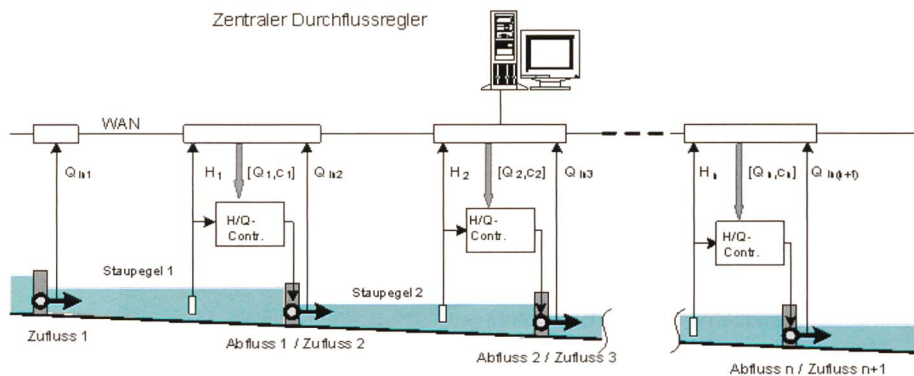
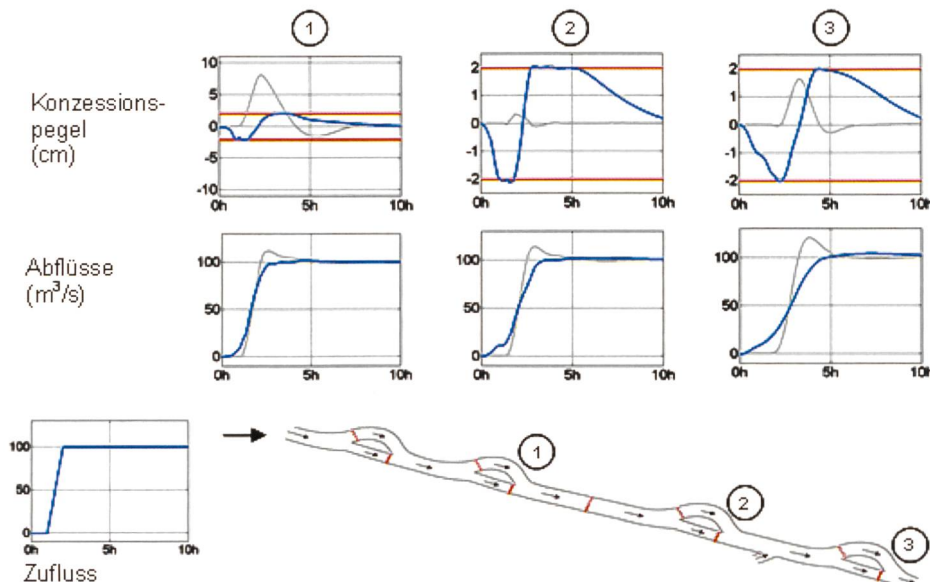


Bild 6. Dämpfendes Abflussverhalten über drei Stautufen.

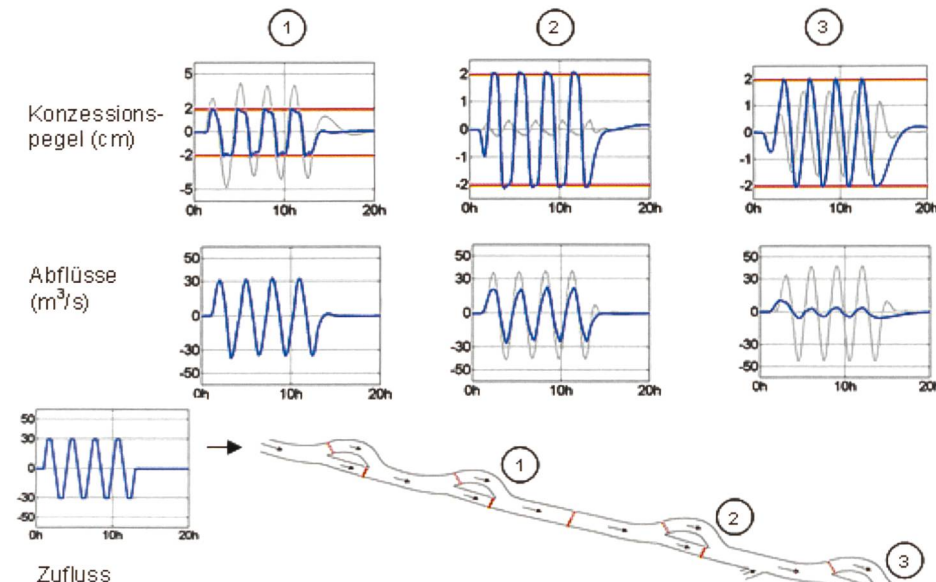




**Bild 7. Regeleinrichtung für Stauufenketten.**



**Bild 8a. Pegel und Durchflüsse bei einer Zuflussrampe (hell: lokale PI-Regler, dunkel: MPC).**



**Bild 8b. Pegel und Durchflüsse bei einer sinusförmigen Zuflussschwankung (hell: lokale PI-Regler, dunkel: MPC).**

Konzessionspegel in Abhängigkeit der Kraftwerksdurchflüsse beschreiben. Dies ermöglicht es dem Regler, Durchflüsse zu berechnen, die die Durchflussschwankungen optimal dämpfen und die Konzessionspegel innerhalb der vorgegebenen Begrenzungen halten.

In einem ersten Schritt musste daher ein mathematisches Modell des zu regelnden Flussabschnitts mit dessen Kraftwerken erstellt werden. Dieses Modell basiert auf den sogenannten Saint-Venant-Gleichungen, die das hydraulische Verhalten eines Flusses mittels zweier partieller Differentialgleichun-

gen beschreiben [1]. Die zugehörigen Parameter lassen sich direkt aus der Topografie des Flusses ableiten, insbesondere aus den Querschnitten und dem Gefälle des Flussbettes. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass heute die meisten grösseren Flussläufe ausgemessen und die Daten in hinreichender Qualität verfügbar sind.

Der Ablauf eines Regelzyklus sieht folgendermassen aus: Der Regler sagt mit Hilfe des Flussmodells die Abfolge der Durchflüsse durch die fünf Kraftwerke über eine Stunde voraus. Theoretisch könnte diese Sequenz als Fahrplan für die nächste Stunde verwendet werden. Da das Modell, auf dem die Berechnungen basieren, nicht perfekt mit der Realität übereinstimmt und da ausserdem während einer Stunde unerwartete Zuflussschwankungen auftreten können, wird von der berechneten Durchflussequenz nur die erste Minute angewendet. Nach einer Minute werden die Auswirkungen dieses Regelschrittes und eventueller anderer Einwirkungen ermittelt und die Berechnungen beginnen von neuem.

Bei der Regelung einer Kraftwerkskaskade sollen einerseits die Durchflussschwankungen gedämpft und andererseits die Konzessionspegel der Kraftwerke nahe der vorgeschriebenen Referenzwerte gehalten werden. Diese beiden Anforderungen widersprechen sich. Mittels eines so genannten Reglerkriteriums in Form einer quadratischen Kostenfunktion lassen sich diese Anforderungen gewichten. Basierend auf dem Flussmodell berechnet MPC die optimalen Kraftwerksdurchflüsse, welche optimal im Sinne des definierten Reglerkriteriums sind. Ein grosser Vorteil von MPC besteht darin, dass die Beschränkungen auf den Konzessionspegeln problemlos berücksichtigt werden können. Daher garantiert MPC die Einhaltung dieser Beschränkungen, sofern der Fluss dies physikalisch erlaubt. Ein weiterer Vorteil von MPC liegt darin, dass die Berechnung der optimalen Kraftwerksdurchflüsse auf den realen, gemessenen Pegel- und Durchflusswerten basiert und sich deshalb allfällige Modellungenauigkeiten kaum auswirken. Auch falsche Voraussagen aufgrund von Messfehlern werden durch kontinuierlichen Einbezug des realen Verlaufs korrigiert. Es können also auch mit vereinfachten und relativ ungenauen Modellen bereits gute Resultate erzielt werden. Genau diese Eigenschaft macht den zentralen Durchflussregler mit MPC interessant und praxistauglich.

Zur Evaluation des Konzeptes wurde die Flussstrecke mit FLORIS, einem Simulationsprogramm der Firma Sciencetec (Sciencetec Flussmanagement GmbH, A-4020 Linz), realisiert. Die Bilder 8a und 8b zeigen das Dämpf-



fungsverhalten der neuen Regeleinrichtung über fünf Stufen bei zwei unterschiedlichen Störungsereignissen (hell: mit lokalen PI-Reglern, dunkel: mit übergeordnetem Regler CFC basierend auf MPC). Es wird deutlich, dass der übergeordnete Regler die erlaubten Abweichungen der Konzessionspegel vollständig nutzt, um eine beachtliche Dämpfung der Durchflussschwankungen zu erreichen, während die PI-Regler die Schwankungen sogar noch verstärken und auch die Begrenzungen auf den Konzessionspegeln nicht überall eingehalten werden. Es zeigt sich also, dass MPC für diese Anwendung optimal geeignet ist und das ganze Verbesserungspotenzial, welches durch die Toleranzbänder geschaffen wird, ausgeschöpft werden kann.

## 5. Gefahren und Risiken

Es ist hinreichend bekannt, dass der Betrieb von Stufen mit einem hohen Gefahrenpotenzial verbunden ist. Sowohl Menschen, Bauwerke, Maschinen und Landschaften innerhalb und ausserhalb der Anlagen können von Unfallereignissen, welche durch Fehlfunktionen oder Fehlmanipulationen verursacht werden können, betroffen sein. Durch die ständige Erhöhung des Automatisie-

ungsgrades entziehen sich die Anlagen mehr und mehr der menschlichen Aufsicht vor Ort. Dies muss bei der Planung und Ausführung von Automatisierungsprojekten mit höchster Priorität berücksichtigt werden. Auch beim Einsatz der vorgeschlagenen Lösung mit dem zentralen Durchflussregler spielen Sicherheitsüberlegungen eine wichtige Rolle. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass als Folge der Anbindung an den übergeordneten Rechner keine neuen Risiken entstehen. Das heisst, die bestehenden Sicherheits- und Schutzvorrichtungen in den Wasserhaushaltssystemen dürfen durch den Einfluss der zentralen Führung unter keinen Umständen beeinträchtigt werden.

## 6. Ausblick

Bereits heute werden Stufenketten oft zentral gesteuert und überwacht. Zentrale automatische Optimierungseinrichtungen hingegen sind noch selten anzutreffen. Die in diesem Beitrag aufgezeigte Lösung baut weitgehend auf den bestehenden Strukturen auf. So können bestehende Anlagen mit relativ geringem Aufwand nachgerüstet werden. Eine Nachrüstung bietet sich vor allem dort an, wo mehrere Stufen eingebunden werden können und wo Abflussvergleiche möglich sind. Diese sind ein Thema. Der zentrale Rechner kann na-

türlich nicht nur für die Durchflussschwankung, sondern auch als Bewirtschaftungsrechner eingesetzt werden. Damit könnte – wenn dies überhaupt zulässig ist – eine Stufenkette im Hinblick auf eine Ertragssteigerung automatisch bewirtschaftet werden.

## Literatur

- [1] Jacques Chapuis: Modellierung und neues Konzept für die Regelung von Wasserkraftwerken, Diss. ETH Zürich Nr. 12765, CH-8092 Zürich, 1998.
- [2] S. Joe Qin, Thomas A. Badgwell: A survey of industrial model predictive technology, «Control Engineering Practice» 11 (2003) 733–764.
- [3] Gabriela Glanzmann, Martin von Siebenthal: Supervisory Water Level Control for Cascaded River Power Plants, Automatic Control Laboratory, ETH-Zürich, CH-8092 Zürich, 2004.
- [4] Roland Sachs: Fuzzy-Logic in der Regelung von Laufkraftwerken, «Wasser, Energie, Luft» 11/12 (1999).

## Anschrift der Verfasser

Dipl. El.-Ing. FH Roland Sachs, Rittmeyer AG, Grienbachstrasse 39, CH-6302 Zug.  
Dipl. El.-Ing. ETH/MSc ETH Gabriela Glanzmann, ETH-Zentrum, ETL G 24.1, CH-8092 Zürich.  
Dipl. El.-Ing. ETH/MSc ETH Martin von Siebenthal, ETH-Zentrum, ETL C 113, CH-8092 Zürich.

# Wärmeverbund Engerfeld – Holzwärme mit Raffinesse

■ Peter Scholer, Peter Krebs, Maurus Wiget

## Rheinfelden ist auf dem Holzweg!

Vor rund zehn Jahren prägte der Verein «Energie 2000 Rheinfelden» den Begriff «Holzfælde». Zu dieser Zeit brach das Holzzeitalter für Rheinfelden an. Anfänglich im Gebiet Altersheim Lindenstrasse, Migros, Zähringer, danach auch in Richtung «Rüteli».

Der eigentliche Impuls fand aber noch viel früher statt: 1974 und 1975, anlässlich der Besetzung des AKW-Geländes, war die Forderung nach erneuerbaren Energien höchst aktuell! Später dann die Geburtsstunde von Energie 2000 und des Vereins Energie 2000 Rheinfelden.

Diese «Pressure Group» forcierte zusammen mit der Fachorganisation «IG Holzenergie Nordwestschweiz» die Bemühungen bezüglich der Holzenergienutzung. Dieser privaten Initiative ist es zu verdanken, dass nun ein grosses Holzprojekt – auch wieder privatwirtschaftlich – erstellt wurde und heute in Betrieb ist.

Dazwischen waren aber viel politische Massarbeit, Fördermittel und Goodwill notwendig. Alle Beteiligten dürfen mit der 10-jährigen Prozessarbeit sehr zufrieden sein.

## Überzeugen, bauen, betreiben

- Mit viel Überzeugungsarbeit im Gemeinderat, an Gemeindeversammlungen und bei Verwaltungen konnte die Einsicht für ein solches Projekt gewonnen werden.
- Anscheinend benötigt die Politik Ereignisse, um sich zu bewegen, so z.B. den Sturm Lothar oder Kriegsgeschehen in der Golf-Region. Der hohe Ölpreis machte es natürlich leichter, den «Ölwechsel» vorzunehmen!
- Mit dem Spatenstich am 16. Januar 2004 und der Feier zur Inbetriebnahme nach neun Monaten Bauzeit ist nun für viele Bewohner und Bewohnerinnen das Holzwärme-Zeitalter definitiv angebrochen, eine Zukunft, von der viele lange nur träumen konnten.

## Das Potenzial ist vorhanden

- Es ist zu hoffen, dass dieser Wärmeverbund viele Jahre pannenfrei betrieben werden kann. Zudem ist ein massvoll geplanter Ausbau nur zu wünschen. Das Potenzial dazu ist vorhanden.
- Mit einem Wärmepreis von unter 8 Rappen pro Kilowattstunde liegt dieser Holzwärmeverbund im Vergleich zu Öl und Gas gut im Rennen – es ist deshalb anzunehmen, dass der Betrieb eine ausgeglichene Rechnung schreiben kann und die Ortsgemeinde als Holzschneidellieferant auch auf ihre Rechnung kommt.
- Die gewählte Contractinglösung führte dazu, dass ein solch grosses Projekt mit drei ganz verschiedenen Konsumgruppen (Mieter, Genossenschafter, Gemeinde) sich zu einer Betriebslösung zusammenfand. Die Führung einer solchen Anlage muss von einem Profi garantiert werden. Somit liess sich für alle eine Win-Win-Lösung finden.

