



1 *Das Donau-Reservoir Melk in Österreich profitiert von den am Fraunhofer AST entwickelten Optimierungssystemen*

## OPTIMALE FÜHRUNG VON STAUSTUFENKASKADEN

### Fraunhofer-Anwendungszentrum Systemtechnik AST

Am Vogelherd 50  
98693 Ilmenau

#### **Ansprechpartner Oberflächenwasser und Maritime Systeme:**

PD Dr.-Ing. Thomas Rauschenbach  
Telefon +49 3677 461-124  
thomas.rauschenbach@iosb-ast.fraunhofer.de

[www.iosb-ast.fraunhofer.de](http://www.iosb-ast.fraunhofer.de)

### Aufgabenstellung

Während eines Jahres treten vorwiegend in feuchten bergigen Regionen viele Niederschlagsereignisse auf. Diese heftigen Niederschläge resultieren in Hochwassern. Auch Schneeschmelze kann Wasser in beträchtlichen Mengen freisetzen. Menschen, Industrie und Umwelt um die betroffenen Flüsse müssen geschützt werden.

Der Schiffsbetrieb und Energiegewinnung sind sekundäre Ziele. Entscheidungsträger, die Staustufen steuern, müssen all diese Faktoren berücksichtigen. Da es zu schwer für Personen ist, alle dieser Kriterien zusammen zu beurteilen, werden nicht optimale Trajektorien gefahren. Fakt ist auch, dass viele Staustufen nur um ihren lokalen Einfluss ihrer Steuerhandlungen bedacht sind.

Es mangelt an einem Steuerungssystem, das in der Lage ist dieses multikriterielle Optimierungsproblem lösen zu können; ein System, das Trajektorien für mehrere Staustufen optimieren kann, wird daher benötigt.

## Methoden

Lokale Steuerung wird mit Fuzzy-Reglern vorgenommen. Die Fuzzy-Regler bestehen aus vier unterschiedlichen PID-Reglern. Diese vier Regler werden genutzt, um in den unterschiedlichen Phasen einer Flut die geforderten Steuerhandlungen auszuführen. Diese lokalen Regler sind mit einem globalen Koordinator verbunden. Dieser globale Koordinator bekommt zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Situation der lokalen Regler mitgeteilt.

Mit diesen Informationen der einzelnen Staustufen und mit der Hochwasservorhersage kann der globale Koordinator die optimale Trajektorie für jeden einzelnen Regler berechnen. Diese berechnete Trajektorie wird dann dem lokalen Regler übermittelt, der dadurch die gesamte Staustufenkaskade zum globalen Optimum steuern kann.

Dadurch, dass es sich um ein multikriterielles Optimierungssystem handelt, müssen die Gewichtungen für alle Kriterien zeitabhängig festgelegt werden. Das bedeutet, dass festgestellt werden muss, wie wichtig Schiffsverkehr, Hochwasserschutz und Energieerzeugung sind. Nachdem diese Koeffizienten gesetzt sind, kann eine optimale Trajektorie bestimmt werden.

Die resultierenden Trajektorien steuern die Staustufen so, dass die Hochwasserwelle durch jede Staustufe reduziert wird. Das bedeutet, dass je mehr Staustufen zusammengeschaltet werden, umso höher die Systemperformanz und die zusätzlich

erzeugte Energie sein wird. Die Kaskade sollte daher, wenn möglich, aus mindestens drei Staustufen bestehen.

Einzelne Staustufen können auch optimiert werden, aber das System kann seine Vorteile nur bei Staustufenkaskaden wirklich unter Beweis stellen. Um dieses System zu nutzen, muss ein Modell für den Flusslauf dieser Kaskade aufgebaut werden. Mehrere Durchflussmessstationen innerhalb des Flusslaufes sind dafür nötig. Wenn zusätzlich die Kennlinien der Generatoren bekannt sind, kann die Energieproduktion optimiert werden.

