

Automatisierung von Zuflüssen zu Wasserkraftwerken mit elektrischen Stellantrieben

Automation of water flow to hydro-electric power plants with electric actuators

Ottmar Kögel, Gerda Nölp, Franco Vigentini

Elektrische Stellantriebe regeln mit Hilfe gehäuseloser Armaturen Wasserläufe im Zustromgebiet von Wasserkraftwerken. Von ihrer zuverlässigen Funktion und der Möglichkeit zur Fernsteuerung der Anlage durch eine Zentrale hängt der reibungslose und schadensfreie Betrieb des Kraftwerks ab. In Gebieten ohne verfügbares Stromnetz werden mit den in diesem Beitrag vorgestellten Solar gespeisten Antrieben neue Wege beschritten.

Electric actuators together with penstocks control water flow to hydro-electric power plants. The smooth and damage-free operation depends on the dependable operation and the remote control capabilities. In regions without any grid new paths are entered with the solar powered actuators described in this article.

Einzugsgebiete von Wasserkraftwerken sind nicht nur groß, sondern liegen zum Teil in schwer zugänglichen Bergregionen. Die Vielzahl von kleinen Bächen und Wasserläufen gezielt so zu regeln, dass der Wasserzufluss am Kraftwerk möglichst optimal ist, ist mit bestimmten technischen Hürden verbunden.

Nicht nur rein bautechnische Herausforderungen bei Wehren sind zu meistern (**Bild 1**), vor allem die wohl abgestimmte Steuerung dieser vielen kleinen Wasserabsperrianlagen stellt ein echtes Problem dar: Es ist meist weder ein Stromnetz vorhanden, noch gibt es Kommunikationsleitungen, die von der abgelegenen Anlage talwärts etwa zu einer zentralen Warte führen.

Wehre mit Schutzfunktion

Für solche Kraftwerke in den wasserreichen norditalienischen Bergregionen hat ein Elekronunternehmen vor Ort

in Zusammenarbeit mit SIPOS eine Anlage zur Automatisierung sowie Fernbedienung von Neben-Wasserleitungen realisiert.

Neben der Wasserregulierung und Vermeidung von Überschwemmungen ist das Zurückhalten von Schlamm- und Geröllmassen eine Hauptaufgabe dieser zahlreichen Absperrungen. Sind Stein- und Erdmassen erst einmal im Tal angekommen, verstopfen diese schnell wichtige Zuleitung unmittelbar vor dem Kraftwerk (**Bild 2**). Dadurch können Turbinen und andere Komponenten des Wasserkraftwerkes erheblich beschädigt werden. Außerdem muss das Geröll mit viel Mühe und Aufwand (Kosten) wieder aus den Tunneln entfernt werden. Durch die Möglichkeit der Fernsteuerung der Antriebe können bei Gefahr von Unwetter, insbesondere Starkregen, die Armaturen zum Schutz der Kanäle sofort geschlossen werden.



Bild 1: Absperrwehr mit SIPOS automatisiert
Fig. 1: Blocking weir automated with SIPOS

Bei der Stromerzeugung mittels einer Fotovoltaikanlage werden erneuerbare Energiequellen ausgenutzt. Dank ihrer speziellen Eignung zur Stromversorgung aus alternativen Quellen wie der Solarenergie, wurden dafür die SIPOS 5 Flash-Stellantriebe gewählt. Ihre sonstige vielseitige Funktionalität kam zudem der komplexen und heiklen Regelung von Wasserläufen aus entlegenen Gebieten entgegen. Außerdem erfordert die Verteilung der oft knappen Ressource Wasser hohe Sicherheit und Verfügbarkeit.

Falls nur wenige Antriebe notwendig sind oder ein Netzanschluss sehr weit und aufwändig wäre, ermöglicht der Einsatz erneuerbarer Energiequellen, wie zum Beispiel einer Fotovoltaikanlage oder einer Kleinwasserturbine, eine autonome Versorgung mit elektrischer Energie. Dies ist eine sehr vorteilhafte Alternative sowohl aus ökologischen Gesichtspunkten, als auch aus wirtschaftlichen Gründen für ein Unternehmen.

Die Unabhängigkeit vom öffentlichen Netz eröffnet neue Anwendungen auf dem Feld der kontrollierten Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen, bei der Niveau-Regelung in Wasserbecken ganz allgemein oder bei der Regelung von Wasser- und Flussläufen.

Die Anlage und ihre Funktionsweise

Das System zur Steuerung dieser Nebenwasserleitung von Fern besteht einmal aus der Antriebsvorrichtung für die Wehre mit Hilfe von elektrischen Stellantrieben sowie der elektrischen Steuerung zur Bedienung bzw. der Überwachung der Leitungszustände, die mittels Sensorik für Füllstände und Durchflussmengen geschieht. Mit erneuerbaren Energiequellen wird das gesamte System schließlich mit elektrischem Strom versorgt.

Warum wurde genau diese Lösung gewählt?

Zuallererst ist hier die schwere Zugänglichkeit zu nennen. Die Gegend um die Anlage ist unwegsam und nur mühsam zu erreichen, insbesondere bei ungünstigen Wetterbedingungen. Weiter spie-

len fehlende elektrische Leitungen eine zentrale Rolle: Oft sind solche Nebenwasseranlagen nicht ans öffentliche Netz angeschlossen. Ein dritter Aspekt betrifft die Notfallsituation: Die Fernsteuerung durch die zentrale Kontrollstation erlaubt oft erst ein schnelles Absperren der Wasserläufe- und -leitungen und verhindert somit Schlimmeres.

Die Projekt-Komponenten

Energieversorgung mit Fotovoltaik

Nach sorgfältiger Analyse der allgemeinen Situation fiel die Wahl auf ein batteriegestütztes 24 VDC/230 VAC-Fotovoltaik-System (**Bild 3**). Es besteht aus einem Schaltschrank mit speziellen Solarbatterien, aus denen die ebenfalls eingebaute Steuerungs- und Kontrolleinheit direkt mit 24 VDC gespeist wird. Hinzu kommt ein verlustarmer Wechselrichter, der aus dem Batterie-Gleichstrom die für die Antriebe erforderliche 230 V Wechselspannung erzeugt.

An den immer im optimalen Spannung-Strom-Bereich arbeitenden Laderegler werden die eigentlichen Systeme zur Erzeugung elektrischen Stromes aus erneuerbaren Energiequellen angeschlossen: im vorliegenden Fall leistungsfähige Fotovoltaik-Module. Ebenso passend wäre eine kompakte Kleinwasserturbine, die das zu regelnde Medium, also Wasser, selbst zur Stromerzeugung ausnutzt.

Pro und Kontra zum Einsatz von erneuerbaren Energiequellen

Fotovoltaik-Module bieten viele Vorteile: die Technik ist standardisiert und weltweit verfügbar und lässt sich (in Gegensatz zu Wind oder Wasser) relativ ortsunabhängig einsetzen. Die Module und das Zubehör sind heute sehr robust und langlebig (laut Hersteller in der Regel 25 Jahre) somit äußerst wartungsarm. Schließlich ist die Installation sehr einfach.

Nachteile hingegen sind zum einen die schwierige technische Auslegung. Ebenso erforderlich sind Vorkehrungen gegen Vandalismus, und in Bergregionen sind solche Anlagen Erdbeben und Lawinenabgängen ausgesetzt. Gerade in den Wintermonaten ist auch die Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen zu bedenken.

Kleinwasserturbinen dagegen haben den Vorteil, dass sie kontinuierlich Energie liefern, was insbesondere die Auslegung stark vereinfacht. Solche Anlagen sind durch ihre an sich robuste Konstruktion sowie den teilweise Einbau ins Erdreich von sich aus besser gegen Umwelteinflüsse oder gar -katastrophen geschützt. Vandalismus ist hier ebenfalls weniger ein Problem.

Nachdem die technischen Fragen der Energieversorgung gelöst sind, besteht die letztlich kundenspezifische Lösung aus einer Steuerung, mit Anschluss an



Bild 2:
Verstopfte Zuleitung
unmittelbar am Kraftwerk

Fig. 2:
Clogged water inlet
just before the hydro-electric power plant



Bild 3: Fotovoltaikanlage von SIPOS

Fig. 3: Photovoltaic system by SIPOS

ein GSM-Modem sowie Eingängen für einen Messfühler für den Wasserpegel und einen Temperatursensor. Das System zur Steuerung von insgesamt 10 Stellantrieben kommuniziert mit der Zentraleinheit über das weit verbreitete Modbus RTU-Protokoll. Stellantriebe, Sensorik und Elektronik zusammen erlauben das vollständige Öffnen und Schließen, die Positionierung an einem vorgegebenen Prozentwert und die Erfassung von Fehlermeldungen. Neben diesen Einrichtungen finden sich 4 Analogeingänge für die Batteriespannung, den Ladestrom, Pegelstandssensoren und die Durchflussmessung. An den 12 digitalen Eingängen und 8 Ausgängen hingegen sind die Zwischenweg- und Endschalter angeschlossen.

Das Kommunikationssystem

Dank der weltweiten Verbreitung des GSM/GPRS-Standards basieren solche Steuerungen auf dem Senden und Empfangen von SMS-Nachrichten. Das hat den Vorteil, dass alle Kommandos bzw. Rückmeldungen eine eindeutige Bezeichnung wie Name oder AKZ haben, sowie mit Datum und Uhrzeit gestempelt sind. Darüber hinaus ist für einen einstellbaren Zeitraum in der Kontrollzentrale die Historie an SMS-

Nachrichten gespeichert, was im Störfall wichtige Hinweise auf die Fehlerursachen erlaubt. Eine SMS-Nachricht kann man praktisch von jedem Handy aus versenden und somit beispielsweise ein Wehr betätigen oder die Steuerung vor Ort nach dem Anlagenstatus abfragen.

Besonderheiten der Steuerungssoftware

Die Funktionalität des ganzen Fernbedien-Systems wird durch eine abgestimmte Software ergänzt mit zusätzlichen Funktionen wie einer grafischen Benutzeroberfläche für die Steuerung der ganzen Anlage. Neben der Erfassung der Kommunikationshistorie ist auch eine Visualisierung des zeitlichen Verlaufes dieser wichtigen Messgrößen vorgesehen.

Wichtigste Kenndaten der Stellantriebe

Es handelt sich um einphasige elektrische Stellantriebe mit integriertem Umrichter und Mikroprozessor, ausgestattet mit einer Feldbus-Schnittstelle (serielle Kommunikation). Die Parametrierung erfolgt „non-intrusive“ und es ist eine getrennte Aufstellung von Elektronik- und

Getriebeeinheit vorgesehen. Die Schutzart ist IP67, der zulässige Temperaturbereich für den Betrieb geht von -20 °C bis maximal +60 °C.

Die allgemeinen Vorteile einer Anlage dieses Typs können wie folgt zusammengefasst werden:

- die Anlaufströme liegen stets unter den Nennströmen
- die Beanspruchung der Batterien bleibt begrenzt
- Minimierung der elektrischen Energieverluste
- Änderbarkeit der Antriebsdrehzahl, z. B. Drehzahlreduzierung kurz vor Erreichen der Endlagen
- dadurch materialschonender Betrieb der (mechanischen) Wasserabsperrvorrichtungen
- große Toleranz bei der Spannungsversorgung ohne Einschränkung der Funktionalität

Mit einer Ausgangsspannung von 230 VAC statt der direkten Batteriespannung von 24 VDC sind größere Entfernungen zwischen der Stromquelle (Fotovoltaikanlage) und den Antrieben möglich und zugleich kann der Durchmesser der eingesetzten Kabel reduziert werden.

Zur vollständigen Steuerung der Antriebe gehören insbesondere die Rückmeldungen der aktuellen Stellung (somit auch zum Beispiel der des Wehres), des Abschalt-Drehmomentes und die Überwachung der Motortemperatur.

Ottmar Kögel

Produktmanager SIPOS Aktorik
90518 Altdorf Altdorf
Tel. +49 (0) 9187 9227-5121
Ottmar.Koegel@Sipos.de

Gerda Nölp

Internationaler Vertrieb SIPOS Aktorik
90518 Altdorf
Tel. +49 (0) 9187 9227-5113
Gerda.Noelp@Sipos.de

Franco Vigentini

Vertriebsleiter AUMA Italiana
FVigentini@Auma.it