Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 88 (1996)
Heft: 7-8

Artikel: Ausbau der Wasserbewirtschaftung
Autor: Pawlowski, Uwe L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940355

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

Ausbau der Wasserbewirtschaftung

des Kraftwerkes Albbruck-Dogern unterhalb der Aaremündung in den Rhein

Uwe L. Pawlowski

Am Kraftwerk der Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG (Radag), unweit unterhalb der Aaremündung in den Rhein gelegen, ist ein Projekt realisiert worden, das eine Modernisierung des Kraftwerkes und eine Optimierung der gesamten Wasserbewirtschaftung zum Ziel hat. Heute ist praktisch ein vollautomatischer Betrieb aller Teilanlagen im Gesamtverbund möglich, wobei ein besonderes Augenmerk auf der Wasserbewirtschaftung liegt.

At the power station Albbruck-Dogern, on the Rhine not far from the point where the river Aare joins the Rhine, a project to modernize the plant and optimize the entire water management system has now been completed. Today, all the power plant units can be run in fully automatic mode on an integrated basis; specially attention is given to the water management.

A la centrale rhénane Albbruck-Dogern, non loin de l'embouchure de l'Aar dans le Rhin, a été réalisé un projet de modernisation de la centrale et d'optimisation de l'ensemble de la gestion des eaux. Aujourd'hui, il est possible de réaliser un fonctionnement entièrement automatique de tout les parties de l'installation dans une interconnexion globale, l'attention étant portée tout particulièrement sur la gestion des eaux.

Der Rhein zwischen Aaremündung und Basel ist ein einziges Kraftpaket, denn durchgängig gestaut, sind es dort sieben Laufwasserkraftwerke, die zur Energieerzeugung dienen. Kurz nach der Aaremündung in den Rhein flussabwärts liegt das Rheinkraftwerk der Albbruck-Dogern AG (Radag), das oberste Kraftwerk dieser Kraftwerkskette. Obwohl betagt an Jahren – die Radag wurde 1929 von schweizerischen und deutschen Elektrizitäts- und Kraftwerken sowie einer Schweizer Bank gegründet –, haben die Kraftwerks- und Wehranlagen immer wieder Erneuerung und Optimierung erfahren. Die vorläufig letzten Neuerungen, die 1997 beendet sein werden, betreffen die Automatisierung der Kraftwerks- und Wehranlagen, an der die AEG Anlagen- und Automatisierungstechnik (AAT) massgeblich beteiligt ist.

Die wichtigsten Eckdaten

Hierzu die wichtigsten Eckdaten, um sich die Grössenordnungen zu vergegenwärtigen. Der Rhein wird kurz nach dem Zusammenfluss von Aare und Rhein beim Wehr «Dogern» auf die nötige Höhe gestaut – Stauvolumen 10 Mio m³ –, um die Turbinenwassermenge über den 3,5 km langen Werkkanal dem Zentrum der Energieerzeugung zuzuführen. Dort sind es drei Kaplanturbinen, die bei einer mittleren Fallhöhe von 9,2 m gesamthaft maximal 1100 m³/s schlucken und damit im Maximalbetrieb eine Leistung von 84 MW abgeben. Zudem befindet sich zwischen Werkkanal und Rhein das Aubecken, das als Ausgleichbecken für das Pumpspeicherkraftwerk Waldshut der Schluchsee AG dient.

Reguliert wird der Wasserzufluss zum Werkkanal über die Wehranlage, bestehend aus fünf Wehrfeldern von je 25 m Breite. Sie haben einiges zu bewältigen, denn in Hochwasserzeiten müssen vier der fünf Wehrfelder beziehungsweise ihre Schützen eine Wassermenge von bemerkenswerten 5200 m³/s ohne Schaden ableiten können (Bild 1).

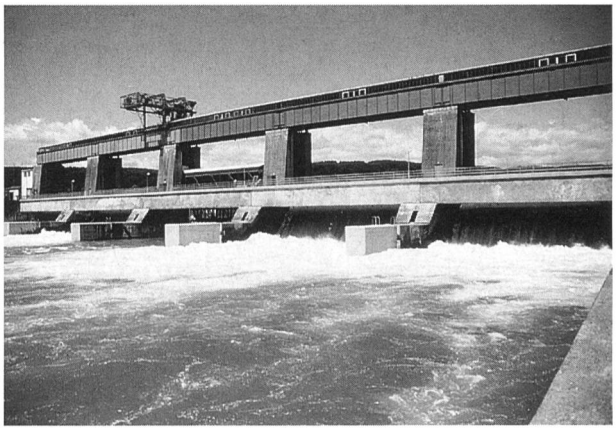

Bild 1. Am Wehr des Flusskraftwerkes der Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG kann sich einiges tun, wie hier beispielsweise bei Hochwasser (Bild: Radag).

Gründe für die Erneuerung

An jedem Kraftwerk nagt der Zahn der Zeit – auch bei der Radag. Störanfälligkeit, erschwerte Ersatzteilbeschaffung sowie erweiterte prozesstechnische Aufgaben führen zu ständigen Erneuerungsarbeiten. So stand aus diesen Gründen das seit 1972 in Betrieb stehende Rechnersystem zum Ersatz an, das zur Wasser- und Elektrizitätswirtschaft sowie zur Betriebs- und Störwerterfassung diente. Neben den wasser- und elektrizitätswirtschaftlichen Funktionen war der seit 24 Jahren angewandte Open-loop-Betrieb für Teile der Kraftwerkanlage durch einen übergeordneten Closed-loop-Betrieb zu ersetzen. Damit wollten die Verantwortlichen auch zusätzlich den Betrieb des Laufwasserkraftwerkes über eine übergeordnete zentrale Warte in die Kraftwerkskette der Schluchseewerk AG einbinden.

Die Wasserhaushaltsregelung des Rheinkraftwerks Albbruck-Dogern beschränkt sich nicht nur auf eine Stauspiegelregelung am Wehr. Bei der Radag werden die durch das Pumpspeicherkraftwerk Waldshut der Schluchseewerk AG verursachten Wasserabflussschwankungen im Rhein reguliert: Dazu dient ein variabler Wasserspiegel im Staugebiet. Zusätzlich wurde zwischen dem Rhein und dem Werkkanal das Aubecken gebaut. Hier stehen nochmals 2,2 Mio m³ zur Verfügung. In die Regelung miteinbezogen ist auch das Fuller Pumpwerk, mit dem der Grundwasserstand der Fuller Ortschaften reguliert wird. Zudem ist die für das Kernkraftwerk Leibstadt notwendige Kühlwasserentnahme über das Einhalten von Mindestwasserspiegellagen im Oberwasser zu gewährleisten (Bild 2).

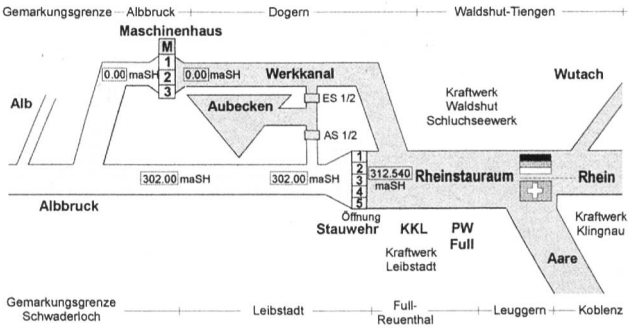

Bild 2. Schematische Darstellung der Wasserhaushaltswirtschaft (Bild: Elektron AG).

Hohe Anforderungen an die Wasserhaushaltsregelung

Das gesamte Zusammenspiel stellt an eine Wasserhaushaltsregelung hohe Anforderungen, die bis jetzt im Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern mit «Handbetrieb» gelöst wurden. So musste die oberwasserseitige Stauhaltung und die relevante Wasserstromabgabe für das Kraftwerk handgeregelt werden – durch manuelle Sollwertvorgaben für den Wasserstrom jeder einzelnen Turbine und durch Handverstellen der einzelnen Elemente der Wehröffnung. Und der Rechner? Er musste mit Daten gefüttert werden, um die Zu- und Abflüsse der Stauhaltung zu berechnen und sie in technischen Übersichten darzustellen.

Heute sieht alles anders aus. Denn unter Berücksichtigung der Teilbereiche Kraftwerk, Wehranlage, Aubecken und Werkkanal ist mit der automatischen Wasserhaushaltsregelung – ausgeführt durch die AAT – und der vollautomatischen Betriebsweise der Schritt in die Moderne getan. Die neue Automatisierung ist durch folgende Leistungsmerkmale gekennzeichnet:

- Erhöhte Betriebssicherheit und Transparenz des Prozesses
- Vereinfachte Bedienung sowie übersichtliche und sichere Prozessführung mit vollgrafischen Arbeitsplätzen
- Vollautomatischer Betrieb der Wehranlage und des Kraftwerkes unter Berücksichtigung des Aubeckens
- Automatisierung von Schaltvorgängen bei definierten Lastumlegungen
- Datenaufbereitung und Bereitstellung der energie- und wasserwirtschaftlichen Basisdaten zur Visualisierung, Protokollierung und statistischen Auswertung
- Berichtswesen
- Anlagendurchgängiges Bezeichnungssystem über KKS

Bei allem war peinlichst auf eine Durchgängigkeit zu achten. Das heisst, mit der konsequenten Anwendung eines durchgehenden Bezeichnungssystems – das sogenannte Kraftwerk-Kennzeichnungs-System (KKS) – wurde eine Durchgängigkeit von der Klemme bis hin zum Berichtswesen und der Archivierung geschaffen.

Dezentrale Automatisierungsstruktur

Grundsätzlich ist die Wahl durch die Projektingenieure auf eine dezentrale Automatisierungsstruktur mit redundant ausgebildeten zentralen Einheiten gefallen, um ein hohes Mass an Sicherheit sowohl für die Kraftwerksanlage selbst als auch für die Aussenanlagen zu erhalten. Durch eine derart verteilte Struktur entsteht eine hohe Fehlertoleranz, falls es dazu kommen sollte, dass Teilsysteme der gesamten Anlage einmal ausfallen. Am besten lässt sich der komplexe Sachverhalt anhand der Feld-, Bereichs- und zentralen Leitebene verdeutlichen (Bild 3).

Feldebene

Diese unterste Ebene enthält sämtliche Verbindungen zu Sensoren und Aktoren des Prozesses, wobei bereits vorhandene Automatisierungsinseln über Buskoppler eingebunden worden sind.

Bereichsebene

Sie ist ein Abbild der Prozessstruktur, unterteilt in die Bereiche Maschinen, Eigenbedarf, Stauwehr sowie Aubecken und Messwerterfassung der Nebenanlagen. Zu jedem Bereich gehört eine Automatisierungseinheit, die die Einheiten der Feldebene über Lichtwellenleiter seriell einkoppelt. Alle Automatisierungseinheiten sind sowohl untereinander als auch zur höheren Zentral- und Leitebene mit dem redundanten Anlagenbus verknüpft. Ebenso ist die Datenverbindung und die Ansteuerung des Stauwehrs, das 3,5 km weit entfernt liegt, redundant ausgelegt worden.

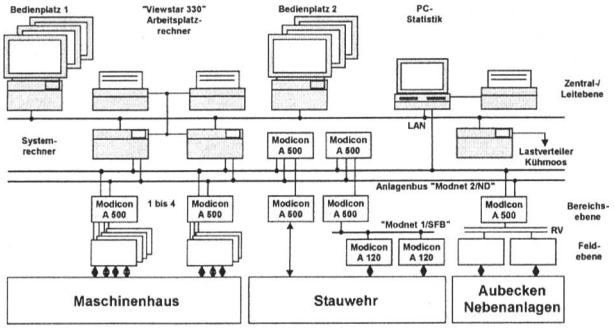

Bild 3. Vereinfachte schematische Darstellung der gesamten Systemkonfiguration (Grafik: nach *Beltzig).*

Zentral-/Leitebene

Dort werden alle bereichsübergreifenden Automatisierungs- und Leitaufgaben erfüllt, die nötig sind, damit das Zusammenspiel aller Anlagenteile im Verbund gewährleistet ist. Auch hier wurde an die Sicherheit gedacht, indem die auf die einzelnen Anlagenbereiche wirkende Wasserstands- und Abflussregelung redundant und als Hot-Standby-Betrieb ausgelegt worden ist.

In der Warte stehen zwei Bedienplätze, jeweils bestehend aus einem Arbeitsplatzrechner, drei Monitoren und einer Bedientastatur, zur Verfügung (Bild 4). Die insgesamt vier 20-Zoll-Monitore dienen der Anzeige vollgrafischer Prozessbilder. Zudem beherbergt die Warte die unerlässliche, in Mosaiktechnik ausgeführte Anlagentafel. Sie enthält ausser der grossflächigen grafischen Darstellung der Wasserbewirtschaftung alle zugeordneten Anzeige- und Registrierinstrumente sowie die Notsteuerungen der drei Maschinen, des Aubeckens, Stauwehres und des Fuller Pumpwerkes, nicht zuletzt auch die verschiedensten Zähler.

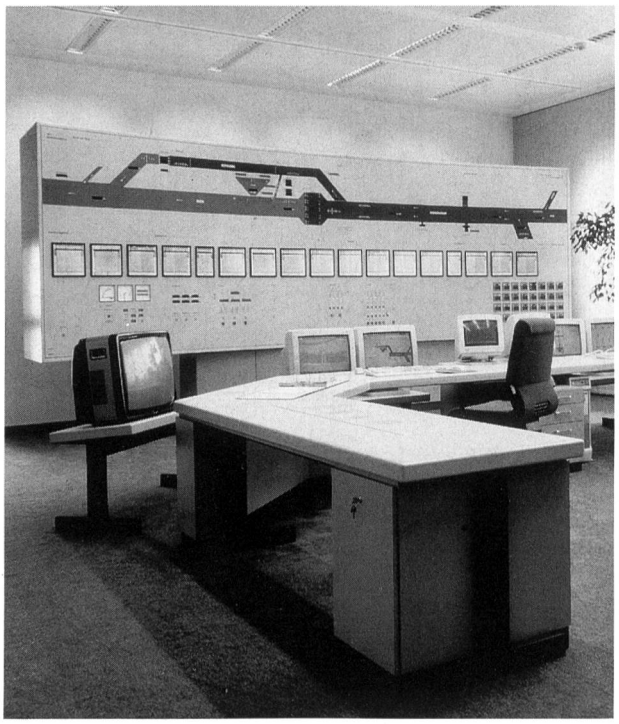

Bild 4. Blick in die Warte mit den Bedien- und Beobachtungsstationen (Bild: Elektron AG).

Tabelle 1. Die Rheinkraftwerke Albbruck-Dogern, Säckingen und Eglisau im Vergleich.

Technische Daten		
Rheinkraftwerk Radag	**Rheinkraftwerk Säckingen**	**Rheinkraftwerk Eglisau**
Kanalkraftwerk	Flusskraftwerk	Flusskraftwerk
drei Kaplan-Turbinen	vier Kaplan-Turbinen	sieben Francis-Turbinen
84 MW Gesamtturbinenleistung	70 MW Gesamtturbinenleistung	34 MW Gesamtturbinenleistung
1100 m^3/s Ausbauwassermenge	1450 m^3/s Ausbauwassermenge	400 m^3/s Ausbauwassermenge
Wasserstand + 50 cm	Wasserstand + 75 cm	Wasserstand ± 1 cm
1 Mio m^3 bewirtschaftetes Stauvolumen	1 Mio m^3 bewirtschaftetes Stauvolumen	-
2,2 Mio m^3 Ausgleichbecken (Aubecken)	-	-
5 Stauwehröffnungen	5 Stauwehröffnungen	6 Stauwehröffnungen
Leistungs- und Lieferumfang		
Vollgrafisches Bedien- und Beobachtungssystem „Viewstar" in redundanter Ausführung zur Prozessführung, einschl. Protokollierung, Berichtswesen und Archivierung	Vollgrafisches Bedien- und Beobachtungssystem „Viewstar" in redundanter Ausführung zur Prozessführung, einschl. Protokollierung und Archivierung	Vollgrafisches Bedien- und Beobachtungssystem „Viewstar" in redundanter Ausführung zur Prozessführung, einschl. Protokollierung und Archivierung
OW/Q-Regelung im Hinblick der wasserwirtschaftlichen Belange durch das Pumpspeicherwerk	OW/Q-Regelung im Hinblick der wasserwirtschaftlichen Belange durch das Pumpspeicherwerk	OW/Q-Regelung zur Einhaltung des Stauzieles am Kraftwerk Eglisau unter Berücksichtigung der zur Netzstützung geforderten Primärregelung
Redundante Ausführung der 3,5 km entfernten verteilten Automatisierungsstruktur zur OW/Q-Regelung; räumlich getrennt	Redundante Ausführung der verteilten Automatisierungsstruktur zur OW/Q-Regelung; räumlich getrennt	Redundante Ausführung der verteilten Automatisierungsstruktur zur OW/Q-Regelung mit unterschiedlichen Aufstellorten der redundanten Automatisierungseinheiten
Konventionelle Wartentafel mit Pult zur Notbedienung auf unterster Automatisierungsebene	Konventionelle Wartentafel zur Anzeige der wesentlichen Prozessgrössen	
Einbindung neuer elektronischer Turbinenregler über Feldbus „Modicon 1SFB"	Diskrete Einbindung neuer elektronischer Turbinenregler	
Leittechnische Einbindung von Systemen zum Personen- und Objektschutz sowie interne Personenrufanlage	Maschinenschutz in redundanter Ausführung	
Turbinengeneratorsteuerung zum automatischen An- und Abfahren der Turbinen	Maschinenautomatik je Turbine unter Einbeziehung des elektronischen Turbinenreglers, der Blocksynchronisiereinrichtung sowie des Blockschutzes	
	Von der Leitwarte abgesetzte Notbedienstelle im Trennpfeiler zur Bedienung von Turbine und Wehr	
	MSR-Technik zur Überwachung und Steuerung der 10-, 16-, 20-, 50- und 110-KV-Schaltanlagen	Elektrische Antriebe sowie Steuerung der 12 Doppelhakenschützen der Wehranlage

Vielseitige Aufgaben für die Regelung

Für die Regelung insgesamt ergeben sich vielseitige Aufgaben. Sie sehen für das Leitsystem und der im Closedloop betriebenen Wasserhaushaltsregelung wie folgt aus (Bild 5):

- Zuflussberechnung der Stauraumzuflüsse von Aare und Rhein sowie Abflussberechnungen der einzelnen Wehröffnungen und Turbinen
- Erreichen der Stauziele aufgrund vorgegebener Stautoleranzen während der unterschiedlichen Betriebsfälle
- Festlegung des Stausollwertes in Abhängigkeit der Wasserführung. Hier fällt im besonderen die Stauraumbewirtschaftung durch die Schluchseewerk AG im bewirtschafteten Bereich ins Gewicht, im allgemeinen bei einer Wasserführung unter 1800 m^3/s
- Abflussausgleich durch Nutzung der Stauräume, damit der Unterlieger mit möglichst gleichmässigen Wassermengen operieren kann
- Abflussableitung über die Staustufe möglichst über die Turbinen, ein wirtschaftlicher Aspekt der Energieerzeugung
- Automatische Ausgabe von Empfehlungen zum Anfahren (steigender Abfluss) und Stillsetzen (fallender Abfluss) der Turbinen
- Weiterleitung des Ablusses auf die Wehranlage, wenn die oberen Stellgrenzen des Kraftwerkes erreicht werden
- Plausibilitätsprüfung der Messwerte und Meldung fehlerhafter Werte
- Koordinationsaufgaben der zentralen Warte für die hochrheinische Kraftwerkskette, wobei eine vollständige Datendurchgängigkeit über die gesamte Kette angestrebt werden soll

Prinzip der Stauraumbewirtschaftung

Das Laufkraftwerk der Radag hat es im Gegensatz zu vielen anderen Kraftwerken nicht mit der Einhaltung eines konstanten Stauzieles zu tun, sondern hier überlagert sich der Betrieb des Pumpspeicherkraftwerkes Waldshut der Schluchsee AG. Das heisst, das Waldshuter Kraftwerk benutzt die Stauhaltung der Radag als Unterbecken. Mit anderen Worten: Bei einem definierten Normalstau kann infolge eines variablen Wasserstandes von plus 0,5 m ein zusätzliches Volumen von 1 Mio m^3 bei der Radag aufgenommen werden.

Dabei wird die Stauraumbewirtschaftung einerseits und die Koordination mit dem Pumpspeicherwerk Waldshut andererseits vom Lastverteiler Kühmoss beeinflusst. Der Lastverteiler gibt nämlich die Bewirtschaftungswünsche als Sollwerte vor, worauf die Stauhaltung der Radag mit zurückzuhaltender oder abzugebender Wassermenge reagiert. Schliesslich sind es die Rückhaltung und Abgabe der Wassermengen in Relation zum natürlichen Zufluss, Überleitungen und Abgaben des Aubeckens, der Stauraumgeometrie, der Wasserspiegellagen sowie die messbaren Zu- und Ablaufgrössen, auf die es ankommt. Alle Grössen ermöglichen als Gesamtheit die Bestimmung und Einstellung eines bewirtschaftungsoptimalen Stauzieles.

Wirkt alles optimal miteinander, heisst das für das Laufwasserkraftwerk der Radag eine maximale Energieerzeugung und für den Betrieb des Speicherkraftwerkes der

Schluchsee AG die Bereitstellung der notwendigen Wassermengen für den Pump- und Turbinenbetrieb. Dies tritt bei Hochwasser natürlich in den Hintergrund, weil dann der Bewirtschaftungsraum auf Null sinkt, um eine geregelte Stauabsenkung bei der Radag zu gewährleisten und um die höhergelegenen Dämme zu sichern. Zur Bewirtschaftung des Stauraumes stehen folgende Regelbetriebsarten zur Verfügung:

- Stauregelung mit Berücksichtigung des Zuflusses
- Stauregelung ohne Berücksichtigung des Zuflusses
- eine Abflussregelung über Wehr und Maschinenhaus mit den daraus stammenden Sollwertvorgaben.

Regelungskonzept der Wasserhaushaltsregelung

Herrscht innerhalb des Stauraums eine konstante Wasserspiegellage, dann ist der Zufluss einer Stauhaltung gleich dem Abfluss. Herrscht weder Zu- noch Abfluss, dann entspricht dies dem hydrostatischen Stauspiegel. Alle Zustände dazwischen stellen ein Ungleichgewicht dar, was zu einem Auf oder Ab des Stauspiegels führt. Damit dies aber in vorgegebenen Grenzen bleibt, bedarf es einer Wasserhaushaltsregelung. Als typische Stellglieder bieten sich dazu die drei Turbinen und die fünf Wehröffnungen an.

Wie bei jeder Regelung treten Störgrössen auf, die im vorliegenden Falle im wesentlichen natürliche Abflussänderungen im Rhein sind, verursacht durch Niederschläge, Schneeschmelze, Verdunstung. Auch stauhaltungsinterne Entnahmen und Zuflüsse sowie Kraftwerks- oder Netzstörungen gelten als Störgrössen. Um all dies sicher in der Hand zu haben, kommt eine Wasserstands-Durchfluss-Kaskadenregelung zum Einsatz. Damit besteht das Regelschema aus stellorganbezogenen Regelkreisen für den Abfluss mit einem überlagerten Wasserstandsregelkreis. Die vom letzteren ausgegebene Stellgrösse bedarf einer Korrektur in Form einer Störgrossenaufschaltung, die aus den berechneten Änderungen entsteht. Aus allem ergibt sich ein geforderter Abfluss, der sich auf die Beaufschlagung der Turbinen und über eine Abflussaufteilung auf die Abflussregeleinrichtung des Wehres und der Turbinen verteilt (Bild 5). Am Ende steht wiederum eine optimale Energieerzeugung der Turbinen.

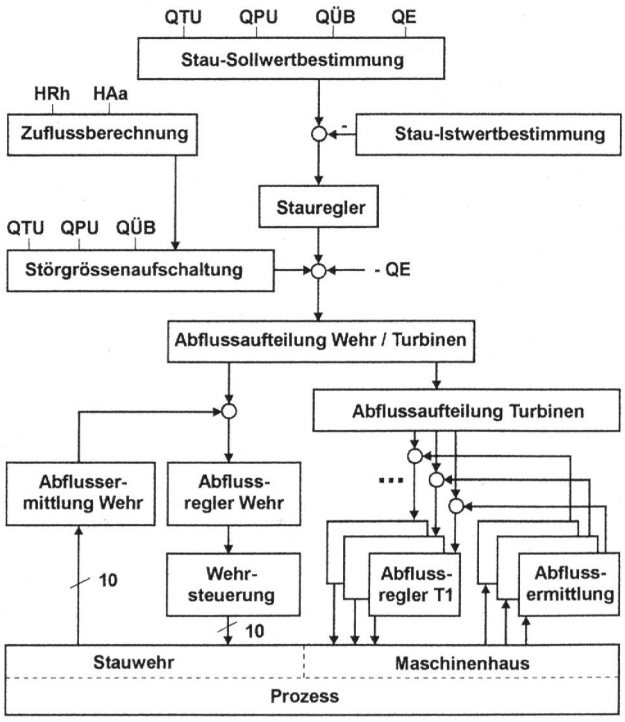

Bild 5. Regelschema zur Stauregelung (Grafik: nach *Beltzig).*

Es besteht das Ziel, die schweren Wehrschützen zur Ausregelung des Abflusssollwertes möglichst wenig zu verfahren. Dazu wird der vorgegebene Abflusssollwert mit den Positionen der Wehrschützen, die ein Mass des Abflusses sind, verglichen. Die sich daraus ergebenden Regelabweichungen gehen auf den Abflussregler des Wehres.

Die Zukunft hat schon begonnen

Auf der Schweizer Seite macht sich die Elektron AG, Au ZH, mit ihrer Projektabteilung für derartige Automatisierungsaufgaben stark, weil sie als Vertretung der AEG Anlagen- und Automatisierungstechnik (AAT) bei Produkten und Projekten, wie sie im vorliegenden Fall zur Anwendung und Durchführung gelangen, als ein kompetenter Partner bereitsteht. Laut Angaben der AAT darf man schon sagen, dass die Vollautomatisierung des Kanalkraftwerkes der Radag ein gelungenes Beispiel dafür ist, wie ältere Kraftwerke Optimierungspotentiale aufweisen und ihre Sicherheit noch wesentlich erhöht werden kann.

Für den Hochrhein als Kraftwerkskette bestehen ehrgeizige Ziele. Dabei zeichnet sich ab, die bestehenden Stauraumvolumen für eine noch optimalere Energieerzeugung durch die Lauf- oder Flusskraftwerke zu nutzen und die bestehenden Pumpspeicherkraftwerke noch besser in die Kette einzubinden. Man darf gespannt sein, was die Untersuchungen – durchgeführt durch die Technische Universität Karlsruhe – in bezug auf einen optimalen Kraftwerkeinsatz bringen werden.

Blick über den Zaun

Betrachtet seien die Rheinkraftwerke Albbruck-Dogern, Säckingen und Eglisau, die von der AAT ausgerüstet wurden (Tabelle 1). Auch wenn das Rheinkraftwerk Radag ein Kanalkraftwerk mit Ausgleichbecken ist, also eine Sonderstellung einnimmt, ist das Rheinkraftwerk Säckingen, das ohne Ausgleichsbecken arbeitet, am ehesten mit ihm vergleichbar. Sie haben es nicht nur mit ähnlichen Wassermengen zu tun, sondern in ihren Pflichtenheften steht auch die Wasserhaushaltsbewirtschaftung. Hingegen ist das Rheinkraftwerk Eglisau der Normalfall eines Flusskraftwerkes: Erstens kommt es ohne Werkkanal aus, das heisst, das Kraftwerk liegt mit dem Wehr auf einer Achse, und zweitens steht kein zu bewirtschaftendes Volumen an. Daher arbeitet dieses Kraftwerk auch mit einer normalen Stauzielregelung.

Quellen

Beltzig, Chr.; Schlageter, G.: «Automatisierung der Wasserwirtschaft am Hochrhein und Modernisierung eines Kraftwerkes am Zusammenfluss von Aare und Rhein», VDI-Berichte Nr. 1252, 1996.

Projektbeschreibung der AEG: «Einsatz des Prozessleitsystems ‹Geamatics E› der Wasserwirtschaft und zur Modernisierung eines Laufwasserkraftwerkes».

Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG: Verschiedene Anlagenbeschreibungen.

Adresse des Verfassers: *Uwe L. Pawlowski,* dipl. Ing. und Fachautor, TechEdition, CH-9220 Bischofszell. Der Beitrag ist in enger Zusammenarbeit mit der Elektron AG, CH-8804 Au ZH, und der AEG Anlagen- und Automatisierungstechnik, D-60326 Frankfurt a. M. und Berlin, entstanden.