Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 83 (1991)
Heft: 9

Artikel: Informatik in der Talsperrenüberwachung
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941027

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: 24.12.2025

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

Wassermenge und erzeugter Leistung auch in Abhängigkeit der zugeschalteten Düsen erforderlich.
Einstellungen, welche die Erreichung des Zielwertes innerhalb der gewünschten Zeit nicht mehr gewährleisten, werden alarmiert. Bei Aktivierung der Funktion wird die noch jeweils verbleibende Restzeit berechnet und angezeigt.
Die für Kennlinienregelung einstellbaren Parameter P_{min} und P_{max} müssen bei dieser Betriebsart automatisch berechnet werden, insbesondere um einen einwandfreien Netzregelbetrieb zu gewährleisten.
P_{min} entspricht jener Leistung, welche in einem der Kraftwerke erzeugt werden muss, um die Zielwertvorgabe erfüllen zu können.
P_{max} berechnet sich aus der Summe P_{min} und jener zusätzlich erzeugbaren Leistung, welche aufgrund des möglichen Maschineneinsatzes auf die beiden Kraftwerke beaufschlagt werden kann.
Diese Grenzwerte werden auch unter Berücksichtigung der Zuflüsse und des autonomen Pumpbetriebes laufend aktualisiert. Die dem Netzregler zur Verfügung gestellte disponible Regelleistung entspricht dem Band innerhalb dieser P_{min}/P_{max}-Grenzwerte. Kommt die verlangte Leistung ausserhalb des Bandes zu liegen, wird diese auf die beiden Grenzwerte limitiert.

6. Automatischer Stellgrössenabgleich

Die Leistungsvorgabe in [MW] berechnet sich aus dem Produkt von Stellgrösse in [%] und der disponiblen Regelleistung [MW]. Sowohl die Eingangsstellgrösse als auch die Stellgrössenabgänge arbeiten auf Speichereinheiten, die bei Störung auf manuellen Betrieb schalten. Jede Änderung im Schaltzustand der Disponibilität von Maschinen, welche nicht an der Regelung teilnehmen, bewirkt eine Änderung der disponiblen Regelleistung und damit der Leistungsvorgabe. Bei manueller Leistungsvorgabe wird in einem solchen Fall die Handstellgrösse automatisch so nachgeführt, dass sich die Produktion nicht ändert.

7. Tandembetrieb

Unter Tandembetrieb versteht man den Betrieb der beiden Kraftwerke über die Ausgleichskammer, d. h. ohne Einfluss des Ausgleichsbeckens. Sobald der Einlaufschütz geschlossen ist, wird automatisch der Niveaueinfluss an die Regelung zugeschaltet und lässt sich während dieser Betriebsart nicht mehr abwählen. Der Sollwert wird zunächst auf den momentanen Niveau-Istwert in der Ausgleichskammer gesetzt und gleicht sich dann mit einem einstellbaren Gradienten auf den vorgegebenen Kammer-Sollwert an.
Zum Öffnen der Schütze darf der Niveauunterschied zwischen Kammer und Becken einen bestimmten Differenzwert nicht überschreiten. Der Befehl «automatischer Niveauabgleich» bewirkt die automatische Angleichung der Niveaus.
Ein Tandembetrieb ist auch mit dem Kraftwerk Lizun und dem Kraftwerk Castasegna möglich.

8. Bedienung, Überwachung, Alarmierung

Am Pult werden nebst der angewählten Betriebsart die Niveaumesswerte, die disponiblen Regelleistungen, die Kennlinienparameter sowie die Stellgrössen in [%] und [MW] angezeigt. Ferner werden der Zufluss, die turbinierten Wassermengen in den Kraftwerken sowie das Stau-, Pump- und Turbinenvolumen angezeigt.
Das Parameteranwahlfeld dient zur Einstellung des Systemparameters, wie z. B. Zielwert und Stundenvorgabe für die Speicherbewirtschaftung.
Im automatischen Betrieb ist die einwandfreie Funktion der Messsonden von entscheidender Bedeutung. Es stehen zwei Sonden, eine für das Ausgleichsbecken und eine für die Ausgleichskammer, zur Verfügung, wobei bei offenem Einlaufschütz beide Sonden die gleichen Messwerte liefern. Die Sonden werden statisch, dynamisch und auf Differenz hin überwacht. Die dynamische Überwachung basiert auf der Tatsache, dass die Niveauänderung einen prozessbedingten Gradienten nicht über- oder unterschreiten kann. Die Stellgrössenspeicher schalten bei Störung des entsprechenden Abganges auf «Hand», sei dies durch Fehlfunktion einer Sonde, durch fehlende Rückmeldung und fehlende Kriterien der Maschinen/Düsenautomatik oder zufolge eines Fernmessalarms. Die beiden Kraftwerke können über die Stellgrössenspeicher auch manuell bedient werden.
Eine Tendenzmeldung für das Ausgleichsbecken und den effektiven Zufluss gibt Auskunft über den zu erwartenden weiteren Verlauf dieser Prozessgrössen.
Das System überwacht auch die Einhaltung der definierten Grenzwerte. Erreicht das Niveau einen dieser Werte, wird der Niveaueinfluss als Extremeinfluss über eine entsprechende Leistungsumverteilung wirksam. Ein akustisches Signal kündigt rechtzeitig diesen Eingriff an.
Eine implementierte Testfunktion ermöglicht die Simulation der Leistungsverteilung für die einzelnen Betriebsarten.
Durch Definition einer Reihe von Systemparametern wird die optimale Einstellung des Systems auf die betrieblichen Verhältnisse und Besonderheiten ermöglicht. Die Einstellungen sind auch im «On-line»-Betrieb möglich.
Ein Programm-Modul schützt den Betrieb vor Fehlmanipulationen.

[1] *Frech, Navé, Schwab, Baggenstoss, Frigg:* Moderne Automatisierungslösungen für die Netzregelung. «BBC-Mitteilungen» Nr. 1/2-1983.

Adresse des Verfassers: *Robert Frech,* El.-Ing. HTL, Fachassistent Netzregel- und MSR-Systeme bei ABB Netzleittechnik AG, Abteilung NV, CH-5300 Turgi.

Informatik in der Talsperrenüberwachung

Konzept für die Erfassung und Verarbeitung von Messdaten

Arbeitsgruppe für Talsperrenbeobachtung im Schweizerischen Nationalkomitee für grosse Talsperren

1. Definition

Unter dem Begriff «Erfassung und Verarbeitung von Messdaten in der Talsperrenbeobachtung mit Hilfe der Informatik» wird der Einsatz von elektrischen und elektronischen Mitteln sowie der Informatik verstanden mit dem Ziel, Indikatoren des Talsperrenverhaltens kontinuierlich oder auf Abfrage zu erfassen, auf einem Datenträger abzuspeichern, sie unverzüglich zu analysieren, d. h. mit Grenz- oder Referenzwerten zu vergleichen. Dieser Definition entsprechen die unterschiedlichsten Systeme, und zwar von der kontinuierlichen Erfassung und Registrierung einer oder mehrerer Messgrössen je am Ort des Messgeräts bis zu ihrer sofortigen Verarbeitung und Auswertung mit einem Computer am Ort des Messgeräts, in einer Kommandozentrale oder in einem entfernt gelegenen Ingenieurbüro.

2. Grundsätze

Eine Automatisierung in der Talsperrenüberwachung ist keine zwingende Notwendigkeit, weil bei angemessen häufigen visuellen Kontrollen und Handmessungen das Verhalten der Talsperre ausreichend überwacht und ein allfälliges anomales Verhalten genügend frühzeitig erkannt werden kann.

Eine automatische Erfassung und Verarbeitung hat demgegenüber den Vorteil, dass wichtige Messgrössen kontinuierlich erfasst und damit bezüglich ihres zeitlichen Verhaltens lückenlos überblickt werden können. Werden die Messwerte in eine ständig besetzte «Warte» des Werks fernübertragen und dort verarbeitet, so wird die sonst nur periodisch mögliche Überwachung in eine quasi-permanente übergeführt.

Der Einsatz elektronischer Hilfsmittel für die Talsperrenüberwachung ist nur sinnvoll, wenn die bisherige Überwachung dadurch ergänzt und nicht ersetzt wird.

Weil die automatische Erfassung und Verarbeitung der Messwerte im allgemeinen nur ein beschränktes Bild des Talsperrenverhaltens liefern und weil auch die Messwerterfassung und Fernübertragung nicht fehlerfrei sind, kann nicht auf Kontrollbegehungen und Handmessungen verzichtet werden.

Nur mit Messungen allein können Talsperren nicht ausreichend überwacht werden. Visuelle Kontrollen sind ebenso wichtig und oft eine unumgängliche Grundlage für die Beurteilung der Messergebnisse. Die visuellen Kontrollen sollten je nach der Bedeutung des Bauwerks, seines aktuellen Belastungszustands und der Ausrüstung mit Fernübertragungseinrichtungen wöchentlich bis monatlich einmal vorgenommen werden.

Periodische Handmessungen sind zur Kontrolle der automatisch arbeitenden Messeinrichtungen nötig und in der Regel einmal im Monat auszuführen. Abweichungen davon können zum Beispiel bei schwer zugänglichen Talsperren im Winter zugelassen werden.

Die Anwendung des Computers kann die Überwachung vereinfachen und die Überprüfung der Messergebnisse beschleunigen, wenn sie noch gleichentags mittels Telefon, Fax oder Modem dem für die Kontrolle Verantwortlichen übermittelt werden. Dank diesen Verbindungsmitteln kann die sofortige Kontrolle der Messergebnisse sichergestellt werden, und zweifelhafte Messungen können gegebenenfalls unverzüglich noch unter praktisch gleichen Belastungsverhältnissen wiederholt werden.

Durch die automatisierte Erfassung und Verarbeitung der Messwerte darf das Kontroll- und Messpersonal keinesfalls den Eindruck erhalten, seine Rolle und seine Verantwortung seien über kurz oder lang durch den Einsatz elektronischer Hilfsmittel in Frage gestellt. Die Erweiterung ist vielmehr darauf auszurichten, dass der Einsatz der neuen Hilfsmittel dem Messpersonal eine Hilfe bietet und seine Motivation zur kritischen Talsperrenbeobachtung, zum genauen Messen und zum laufenden Auswerten der anfallenden Ergebnisse noch verstärkt.

3. Wahl der automatisierten Messungen

Eine automatische Datenerfassung kann sich auf die für die Beurteilung des Talsperrenverhaltens besonders wichtigen Messgrössen beschränken. Hierunter fallen insbesondere:

- die wesentlichen, den Belastungszustand der Talsperre und die klimatischen Verhältnisse beschreibenden Grössen wie: der Wasserstand sowie gegebenenfalls eine oder mehrere relevante Temperaturen, ausgewählte Werte für den Auftrieb, die Niederschläge;
- die hauptsächlichen, das Verhalten der Talsperre beschreibenden Grössen wie: kennzeichnende Bauwerksverformungen, Sicker- und Drainagewassermengen bei Betonmauern, Sicker- und Drainagewassermengen sowie Porenwasserspannungen bei Dämmen.

Fallweise können weitere Messgrössen für die laufende Verhaltensüberwachung des Bauwerks und seiner Fundation automatisch erfasst werden (Extensometer, Trübungsmesser für Sickerwasser usw.).

Es ist jedoch nicht empfehlenswert, Messgrössen, die nur in grösseren zeitlichen Abständen abgelesen werden, automatisch zu erheben. Werkseitig würde dadurch die Übersicht verlorengehen und der Talsperrenwärter in seiner Aufgabe demotiviert.

4. Einzusetzende Mittel

Falls die einen Belastungszustand oder das Verhalten der Talsperre charakterisierenden Messgrössen fernübertragen und gespeichert werden sollen, ist es wichtig, die folgenden Grundsätze zu beachten:

- Es sind möglichst einfache, robuste und wenig störanfällige Sensoren zu verwenden, die zuverlässige Resultate auch bei ungünstigen Umgebungsverhältnissen liefern.
- Elektronische Sensoren sollten auf ihre elektromagnetische Kompatibilität untersucht werden.
- Unzugängliche und daher schwer ersetzbare Messsonden (wie Temperaturfühler oder Dehnungsgeber im Beton oder Porenwasserspannungsgeber in Dämmen und im Untergrund) sind besonders gegen Überspannung zu schützen. Redundante Messsonden sind daher erwünscht.
- Sofern möglich, sollte die automatische Messwertabtastung durch die übliche Handmessung zwecks Vermeidung bedeutender Messwertdifferenzen überprüft werden.
- Für den Wiederaufbau von reparierten Sensoren sind einfache Einrichtungen zur ausreichend genauen Rekonstruktion der ursprünglichen Nullstellungen vorzusehen.
- Der Service seitens des Lieferanten muss auch längerfristig nach dem Verkauf der Messgeräte gewährleistet sein.
- Für die ausgewählten Messgrössen sollen ausreichend viele Messgeräte installiert werden, damit der Ausfall eines Gerätes die Kontinuität der Überwachung nicht ernsthaft gefährdet.
- Die Messwertübertragung soll digitalisiert erfolgen. Die Umwandlung analog/digital ist möglichst nah bei der Messsonde, jedoch erst an einer jederzeit zugänglichen Stelle, vorzunehmen.
- Dem Überspannungsschutz, speziell dem Blitzschutz, ist besondere Beachtung zu schenken, und zwar für alle Teile des Systems.

5. Verarbeitung der Daten

Wenn die Daten in einen Computer übertragen werden, ist vorzusehen, dass die Messwerte dem Überwachungspersonal ständig zugänglich sind, mit Vorteil in der Betriebswarte des Werks. Der Talsperrenwärter oder der Betriebswart kann zum Beispiel mit Hilfe geeigneter Graphiken Messwerte täglich aufzeichnen und Unregelmässigkeiten recht zuverlässig feststellen. Mit dieser zusätzlichen Messwertverarbeitung erreicht man, dass das Überwachungspersonal den Überblick über das Verhalten der Talsperre wahrt, den Messungen vermehrt Interesse entgegenbringt

und durch die gewonnene Erfahrung entscheidend zur Verbesserung der Talsperrenüberwachung beiträgt.
Steht ein Rechenprogramm zur Verfügung, das die Messwerte unter Berücksichtigung des Belastungszustandes und der saisonalen Bedingungen auf Grenzwertüberschreitung überprüft, kann das verantwortliche Personal unmittelbar die Plausibilität überprüfen und nötigenfalls Wiederholungen der Messungen zur Bestätigung bzw. Korrektur der Resultate veranlassen. Dieses Kontrollverfahren ist speziell wirkungsvoll und beruhigend für den Talsperrenbetreiber.
Im allgemeinen dürfte die kurzfristige Kontrolle durch den Talsperrenwärter oder den Betriebswart ausreichen, um ein anomales Verhalten rechtzeitig erkennen zu können. Immerhin erlaubt die automatische Auslösung eines werksinternen Alarmsignals bei Überschreiten eines festgelegten Grenzwerts rascher zu überprüfen, ob

- eine Funktionsstörung des Mess- und Übertragungssystems,
- eine zufällige manuelle Intervention bei einer Messstelle (beispielsweise eine Lotdrahtberührung) oder
- ein Erdbeben eingetreten ist.

6. Überwachungsprogramm

Der Einsatz einer Datenverarbeitung mit Computer kann zu einer Erleichterung der Überwachung einer Talsperre beitragen, und zwar einerseits beim Werkeigentümer (Datenkontrolle), andererseits beim Bauingenieur, der mit der laufenden fachtechnischen Überwachung beauftragt ist (Datenanalyse). Man muss sich aber bewusst sein, dass das Resultat nur gerade so gut ist wie das verwendete Rechenprogramm. Weil die Berechnungen stets nach dem gleichen Schema ablaufen, ist deshalb nicht auszuschliessen, dass mangels ausreichender Rechenverfahren beispielsweise eine Trendentwicklung einer Messgrösse nicht erkannt wird, weil sie nur festgestellt werden kann, wenn die vorhandene Datenbank und das Rechenprogramm auch Langzeitvergleiche ermöglichen.
Hieraus folgt, dass es angezeigt ist, die Programme periodisch unter Verwendung von bekannten Datenreihen zu überprüfen. Der bewusst eingesetzte Computer ist ein nützliches Hilfsmittel zur Datenanalyse und zur Entscheidungsfindung.

7. Automatisierungskonzept

Wird eine automatisierte Erfassung und Datenverarbeitung von einzelnen Messwerten einer Talsperre beabsichtigt, so sind ein detailliertes Projekt und ein Pflichtenheft auszuarbeiten, vorzugsweise gemeinsam vom Werkeigentümer, dem Kontrollingenieur und dem Experten für die Talsperre.
Auf diese Weise erhält man zugleich ein Optimum an automatisch verarbeiteten Messwerten und die gewünschte Abstimmung zwischen der gewählten Ausrüstung und der Auswertemethodik.

8. Folgerungen

Mit dem Einsatz der Elektronik und der Informatik in der Talsperrenüberwachung bieten sich neue leistungsfähige Möglichkeiten an im Sinne einer zeitlichen Verdichtung der Bauwerksüberwachung und einer beschleunigten Verhaltenskontrolle.
Die Wahrscheinlichkeit, ein allfällig anomales Verhalten der Talsperre früher zu erkennen, kann damit erhöht werden, was dazu führt, dass die nötigen Massnahmen zur Abklärung und Behebung der Ursachen rascher getroffen werden können oder mehr Zeit für eine allfällige vorsorgliche Absenkung zur Verfügung steht.
Zusätzlich kann die Automatisierung in der Talsperrenüberwachung Zeitspannen überbrücken, während denen der Zugang zur Talsperre witterungsbedingt nicht möglich ist.
Diese Vorteile können nur erreicht werden, wenn wenigstens die wichtigsten Messgrössen automatisch erfasst und in eine ständig besetzte Warte übertragen werden und wenn die wesentlichen Anlageteile betriebssicher arbeiten.
Es zeigt sich, dass die Automatisierung auch bei nur teilweiser Anwendung der technischen Möglichkeiten erwünschte Verbesserungen zu erbringen vermag, dass also nicht unbedingt oder zumindest nicht von Anbeginn an eine Ausschöpfung aller Automatisierungsmöglichkeiten angestrebt werden muss.
Die Hauptfrage jedoch, ob beziehungsweise inwieweit die Automatisierung in die Überwachung einbezogen werden soll, ist vom Werkeigentümer zu entscheiden. Er stützt sich dabei auf die Beratung seitens des Kontrollingenieurs und des Talsperrenexperten ab.
Es ist somit festzustellen, dass die Einführung der automatischen Datenerfassung und -verarbeitung eines Teils der Kontrollmessungen einer Talsperre nichts an der bisherigen Auffassung ändert, wonach eine regelmässige visuelle Kontrolle der Anlage zu erfolgen hat und das Talsperrenverhalten regelmässig durch Handmessungen, die unverzüglich auszuwerten und zu beurteilen sind, überprüft wird.
Die Talsperrenüberwachung kann dank einer angemessenen Automatisierung verbessert und intensiviert werden, die Messfrequenz beliebig festgelegt und die Auswertung verzugslos durchgeführt werden. Andererseits darf nicht erwartet werden, dass dadurch Personal und Kosten eingespart werden können.
Bezüglich der Talsperrenwärter kann bei Einführung dieser neuen Technik immerhin erreicht werden, dass diese nicht ständig bei der Talsperre tätig sein müssen, sondern zu einem Teil ihrer Arbeitszeit anders oder anderweitig eingesetzt werden können. Unabdingbar ist jedoch, dass die Aufgaben im Zusammenhang mit der Talsperre jederzeit absolute Priorität haben.

Literaturhinweis:

[1] Schweizerisches Nationalkomitee für Grosse Talsperren (1986, Rev. 1989), «Messanlagen zur Talsperrenüberwachung; Konzept, Zuverlässigkeit und Redundanz»

Das Arbeitspapier «Automatisierung in der Talsperrenüberwachung» aus dem Jahre 1982 wurde von der Arbeitsgruppe für Talsperrenüberwachung neu bearbeitet. Mitgearbeitet haben: Dr. *Rudolf Biedermann*, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Postfach, CH-3001 Bern; *Jean-Marie Rouiller*, Emosson SA, CH-1920 Martigny; *Christian Venzin*, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, NOK, CH-5401 Baden; *Rudolf W. Müller*, Bundesamt für Wasserwirtschaft, CH-3001 Bern; *Ottavio Martini*, Officine idroelettriche di Maggia SA, CH-6600 Locarno.