Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 1

Artikel: Das neue Leitsystem der Kraftwerke Oberhasli AG

Autor: Mosimann, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904741

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: 09.12.2025

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

Das neue Leitsystem der Kraftwerke Oberhasli AG

A. Mosimann

Für den betriebssicheren und wirtschaftlichen Einsatz vor allem des neuen grossen Pumpspeicherkraftwerks Grimsel und für die damit rasch wechselnden hydraulischen und elektrischen Zustände war der Aufbau eines modernen, rechnergesteuerten Leitsystems notwendig. Die neuen informationstechnischen Anlagen für den Fernbetrieb des gesamten Wasserkraftsystems und der elektrischen Verteilstationen werden vorgestellt. Es wird gezeigt, welche Bedingungen von den Betreibern an das neue Leitsystem gestellt wurden, um einen übersichtlichen, einfachen und vor allem sicheren Betrieb zu gewährleisten.

La conception d'un système de contrôle-commande moderne, assisté par ordinateur, est indispensable pour l'utilisation sûre et économique d'une grande usine de pompage-turbinage, comme celle du Grimsel, dont les états hydrauliques et électriques varient rapidement. Les nouvelles installations techniques d'information pour la conduite à distance de l'ensemble du système forces hydrauliques et postes de distribution électriques sont décrites et l'on montre quelles conditions ont été posées par les exploitants au nouveau système de contrôle-commande, pour garantir un service clair, simple et surtout sûr.

Adresse des Autors
Alfred Mosimann, Ing. HTL, Kraftwerke Oberhasli AG, 3862 Innertkirchen.

1. Einleitung

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) in Innertkirchen nutzen seit über 50 Jahren die Wasserquellen des Haslitales und des Gadmentales (Fig. 1). Während dieser Zeit wurden die Wasserkraftanlagen vom ursprünglich einzigen Hochdruckwerk Handeck mit dem Stausee Grimsel zu einem komplexen, zusammenhängenden Kraftwerksystem ausgebaut [1]. Heute stehen in den beiden Tälern 9 Kraftwerke mit 14 Stau- und Ausgleichsbecken in

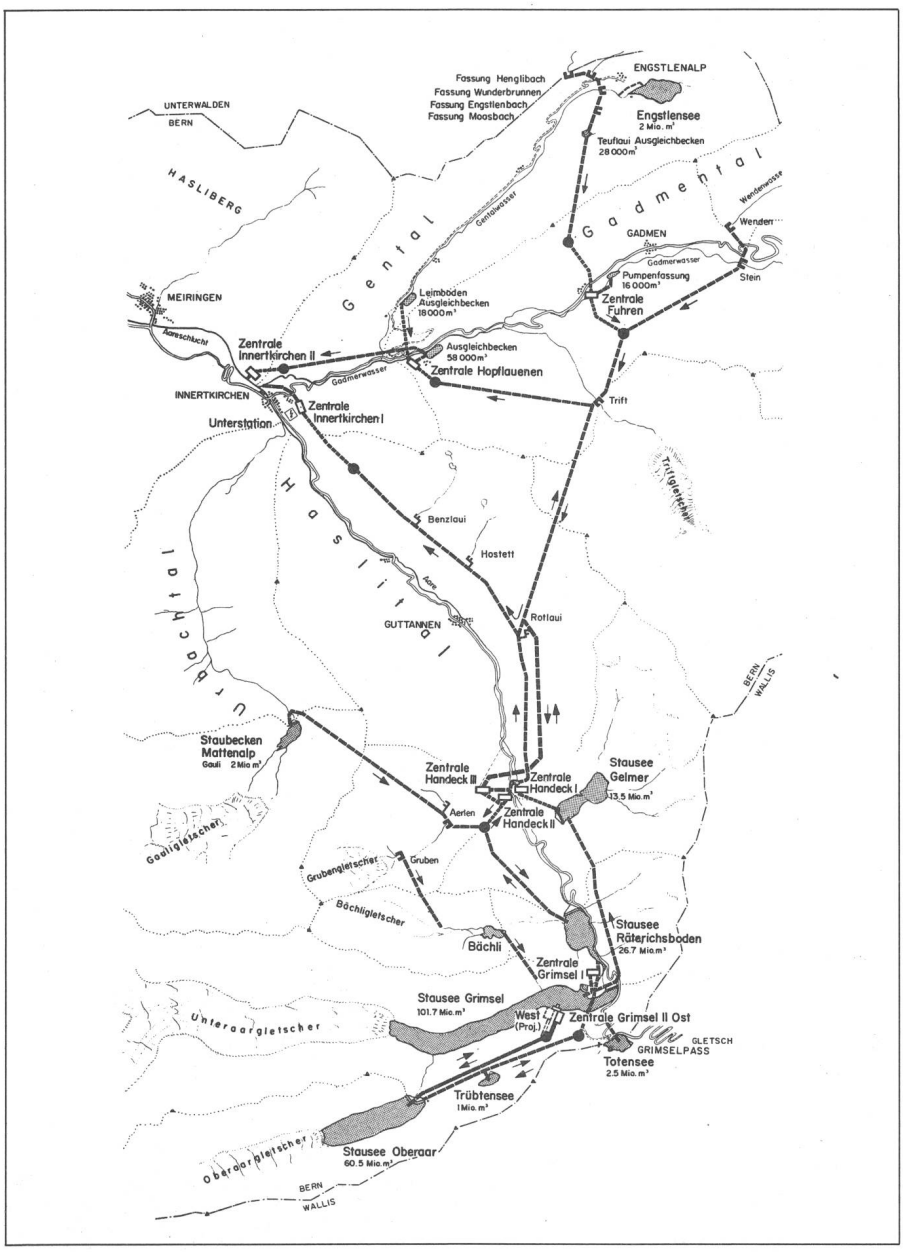

Fig. 1 Übersichtsplan der Anlagen der Kraftwerke Oberhasli AG

Betrieb. Die installierte Maschinenleistung stieg dabei von 90 MW auf rund 1000 MW.

Das Lauf- und Speicherwasser wird in verschiedenen Gefällsstufen verarbeitet. Je nach den Zuflussmengen und dem Stand der Speicherseen kann durch den Verbindungsstollen Wasser vom Aaretal ins Gadmental oder umgekehrt geleitet werden. Dies ermöglicht, den Wasseranfall mit den vorhandenen Maschinengruppen wirtschaftlich zu nutzen und die Speicherung optimal zu betreiben.

Mit der Inbetriebnahme des neuen grossen Pumpspeicherkraftwerkes Grimsel hat sich der bis anhin fast unverfälschte natürliche Wasserfluss grundlegend geändert. Wurden bis jetzt die Speicherseen Oberaar und Grimsel im Verlaufe des ganzen Winterhalbjahres entleert, so ist es nun von der Maschinenleistung her möglich, den Oberaarsee in rund einer Woche zu leeren und vom Grimselsee her auch wieder in der gleichen Zeit zu füllen.

Dadurch ergeben sich ganz neue und im Zusammenhang mit den darunterliegenden Kraftwerken recht komplizierte Betriebsbedingungen.

Zu diesen anlagebedingten Problemen kommen die Forderungen der vier Partner der KWO. Diese möchten ihren Wasser- und Maschinenanteil nach ihren Wünschen und ihrem Energiebedarf einsetzen.

Zu all diesen betrieblichen und energiepolitischen Bedingungen kommen die Launen der Natur hinzu – wie Lawinen, Erdrutsche, Föhnstürme u. a. m., die den Forderungskatalog an das neue Leitsystem ebenfalls mitbestimmt haben.

2. Konzept des Leitsystems

Voraussetzung war, dass alle Kraftwerke und Schaltanlagen von einer *Zentralen Leitstelle* in Innertkirchen (ZLS INN) aus überwacht und fernbedient werden können. Der Aufgabenkatalog für die Erstellung des Leitsystems umfasste folgende Hauptgebiete:

- *Betriebsgebäude:* ein neues Betriebsgebäude mit dem Kommandoraum der Zentralen Leitstelle (ZLS INN).
- *Regionale Leitstellen* in den einzelnen Kraftwerksregionen, um im Normalfall und besonders in Notsituationen die Übersicht nicht zu verlieren und die Produktion von dort aus weiterzuführen.
- *Fernwirksystem* als Informationszubringer und für den Fernbetrieb der Kraftwerke und Schaltstationen.
- *Leistungsregulierung* für die dauernde und genaue Anpassung der Energieproduktion an den momentanen Bedarf der Abnehmer.
- *Übertragungswege* für die Informationsübermittlung von der ZLS INN nach den Aussenstationen und zu den Partnern.
- *Datenverarbeitungssystem:* übergeordnetes Rechnersystem für die energiewirtschaftlichen Aufgaben mit Anschluss der Partner.
- *Notsystem,* das bei Ausfall aller Hauptsysteme noch einen genügenden Überblick über den Betriebszustand der Aussenstationen gewährleistet.
- *Messwertverarbeitung:* Messwertsummierung, Grenzwertüberwachung, Registrierung, Tendenzanzeige usw.
- *Infrastruktur:* Betriebsräume für die informationstechnischen Anlagen (ITA), Montagebelange, Informationszubringer zu den Kraftwerken (sog. Satellitenverbindungen), Stromversorgung der informationstechnischen Anlagen, Schutzeinrichtungen usw.
- *Telefonnetz* für Amts- und interne Telefonverbindungen, Telexeinrichtungen.
- *Funknetz, Alarmnetz* für Pikettruf, Notsprechverbindungen, Wasseralarm, Stromüberwachung u. a.
- *Zeitsystem* für die Zeitgleichheit im gesamten Leitsystem.
- *Überwachung der informationstechnischen Anlagen:* Simulationseinrichtungen für Prüfung und Personalinstruktion, Kontrollen, Störungsbehebung, Störungsauswertung, Unterhalt, Ergänzungen.

Diese Aufgaben wurden weitgehend mit dezentralisierten Systemen gelöst.

3. Zentrale Leitstelle Innertkirchen (ZLS INN)

Vom Kommandoraum der ZLS INN aus können alle elektrischen und hydraulischen Anlagen, die für die Energieproduktion und -verteilung massgebend sind, überwacht und fernbedient werden (Fig. 2).

In der Hauptfront befindet sich ein stark vereinfachtes aktuelles Abbild des elektrischen Netzes der KWO. In der Mitte ist das hydraulische Netz dargestellt. Auch dieses ist auf die wesentlichen Anlageteile beschränkt und repräsentiert den effektiven Betriebszustand. Etwas abgesetzt befinden sich ein Abbild der Hilfsbetriebe, das Netz der Eigenstromversorgung und eine Tafel mit Registrierinstrumenten. Letztere dienen hauptsächlich für die Langzeitdarstellung von hydraulischen Verläufen und die Überwachung der Energieproduktion. Vor den Blindschematafeln sind die Bedienungspulte für die einzelnen Aufgabengebiete angeordnet:

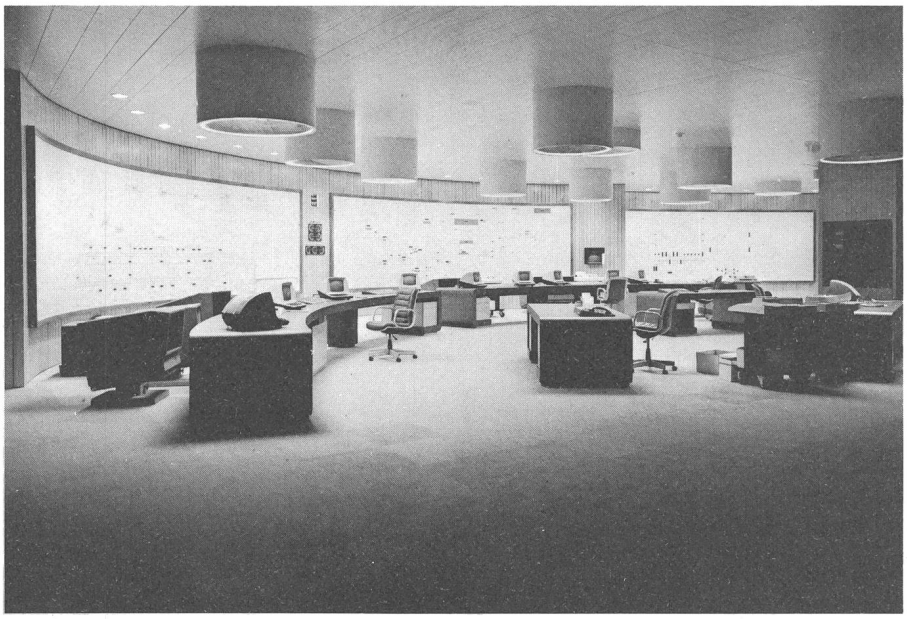

Fig. 2 Leitstelle KWO Innertkirchen

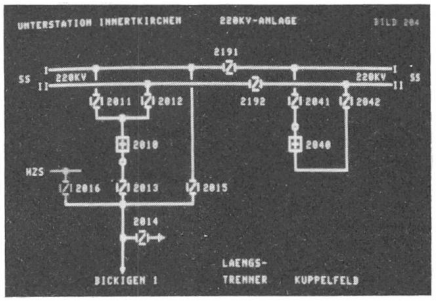

Fig. 3 Anlagenbild auf Farbsichtgerät für die Fernbedienung der Aussenstationen

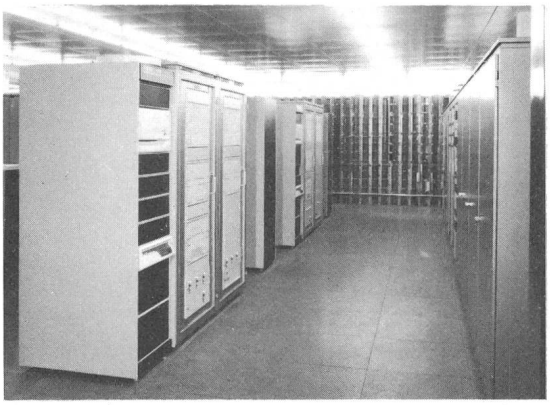

Fig. 4 Teilansicht des Fernwirk-Geräteraumes der Leitstelle

- Leistungsregulierung
- Fernbedienung der Schaltstationen Innertkirchen (380)/220/150 kV
- Fernbedienung der Kraftwerke
- Bedienung des Notsystems
- Bedienung des übergeordneten Datenverarbeitungssystems für den Energieverkehr.

Jeder dieser Hauptaufgabenbereiche ist mit zwei voneinander unabhängigen Fernwirkkommandostationen ausgerüstet, die jederzeit voll betriebsbereit sind und sich immer auf dem gleichen aktuellen Informationsstand befinden. Die beiden Bedienungsplätze, z. B. für den Fernbetrieb der Kraftwerke, sind je wie folgt ausgerüstet:

- *Befehls-Anwahl-Tastatur* mit Namenstasten für Zielanwahl;
- *Bildsichtgerät* schwarzweiss für die Darstellung der wichtigsten neuen Meldungen, die für einen Schaltablauf massgebend sind (verdichtetes Protokoll);
- *Farbsichtgerät 1* [1] (Fig. 3) zur Darstellung des angewählten elektrischen oder hydraulischen Detailbildes des Kraftwerkes, ausgeleuchtet mit den aktuellen Stellungsmeldungen;
- *Farbsichtgerät 2* zur analogen Darstellung aller wichtigen Messwerte des angewählten Anlageteils in Balkenform und aller Leistungswerte bzw. Durchflüsse des betreffenden Kraftwerks.

4. Fernwirksystem

Es wurde grosser Wert auf ein möglichst einfaches, logisches, ausbaufähiges Fernwirkkonzept gelegt. Das Fernwirknetz ist unterteilt in

- die Zentrale Leitstelle ZLS INN mit je zwei Kommandostationen für die Kraftwerke und die Schaltstationen (Fig. 4);
- 3 regionale Leitstellen: RLS Grimsel, RLS Handeck und RLS Innertkirchen;
- 9 Kraftwerk-Aussenstationen (FWG-K)
- Fernwirkanlagen für die Schaltstationen (FWG-U)

Die bisher örtlich im 24-h-Schichtbetrieb bedienten Kraftwerke mussten für den Fernbetrieb umgerüstet werden. Jede Maschinengruppe wurde mit einer eigenen Anfahr- und Abstellautomatik ausgerüstet.

Alle Fernwirkgeräte in den Aussenstationen sind im Prinzip gleich aufgebaut. Sie sind rechnergesteuert, modular aufgebaut und unterscheiden sich nur in der Ausbaugrösse. Die Nahtstelle zum Kraftwerk (Prozess) ist für jede Funktion normiert und besitzt eine galvanische Trennung.

Im Kraftwerk werden folgende Informationen erfasst und nach der ZLS INN und der RLS übermittelt: Stellungsmeldungen, Störungsmeldungen, Messwerte, Zählwerte. Nach dem Kraftwerk übermittelt und dort ausgegeben werden Schaltbefehle (digital), Verstellbefehle (digital) sowie Regulierbefehle (analog). Alle Meldungsänderungen werden vom Fernwirkgerät in der Aussenstation sofort mit der Ereigniszeit abgespeichert und nach der ZLS INN und der zugehörenden RLS weitergegeben.

Um das Bedienungspersonal in der ZLS und RLS nicht mit einer Informationsflut zu überschwemmen, werden nur Einzeldaten und Gruppenmeldungen auf dem Display angezeigt, die z. B. eine Schalthandlung erfordern und bei einem Bedienungsablauf wichtig sind.

Alle empfangenen Meldungen werden ebenfalls in der ZLS und der RLS gespeichert und können jederzeit, auch nach Tagen, z. B. zur Störungsauswertung geordnet ausgegeben werden. Auch im Kraftwerk können die gespeicherten Informationen auf Anwahl abgerufen werden.

Nicht nur die Hardware ist modular aufgebaut, auch die Software besteht aus einzelnen Programmpaketen. Z. B. gehört zu jedem Interface-Print ein fest definiertes normiertes Software-Modul.

Für den funktionellen Softwareablauf wird ein vereinfachtes, angepasstes, sehr leistungsfähiges Betriebssystem benutzt. Dieses vermag insbesondere die strengen Realtime-Forderungen der Fernwirksysteme zu erfüllen.

5. Leistungsregulierung

Die Leistungsregulierung bewirkt die dauernde und genaue Einstellung der Energieproduktion an den momentan benötigten Bedarf der Abnehmer.

Im Netzregler Mühleberg wird ein Stellwert (Sollwert) gebildet. Dieser wird in der ZLS INN auf die an der Regelung beteiligten Kraftwerke aufgeteilt. Damit werden die Regelmaschinen so gesteuert, dass die KWO-Gesamtleistung (Istwert) den momentanen Energiebedarf deckt und die Lieferabmachungen an die Partner erfüllt werden.

Dieses System ist gleichfalls rechnergesteuert und mit den gleichen Modulen aufgebaut wie die Fernwirkgeräte für die Fernbedienung der Kraftwerke. Zurzeit sind 4 Kraftwerke mit total 17 Maschinen in verschiedenen Gefällsstufen für die Regelung ausgerüstet.

6. Übertragung

Um die erwähnte hohe Betriebssicherheit zu erreichen, wurden leistungsfähige und voneinander unabhängige Übertragungswege geschaffen.

Fig. 5 Passivrelais der Richtfunkverbindung Innertkirchen-Grimsel

Im Aaretal stehen heute Richtfunkverbindungen (RF) und Trägerfrequenzverbindungen über Koaxialerdseile (TFL) zur Verfügung (Fig. 5). Die je 12 NF-Kanäle werden zum Teil mehrfach ausgenützt. Im Gadmental ist der erste Weg mit Trägerfrequenzgeräten über die Hochspannungsleitungen (TFH) realisiert. Der zweite Weg führt über Werkkabel via Handeck, die mit Vierdrahtverstärkern ausgerüstet sind. Die Notverbindungen führen über Werkkabel.

Weiter besteht eine Anschlussverbindung an das schweizerische EW-Richtfunknetz.

7. Datenverarbeitungssystem

Dem Fernwirknetz überlagert ist ein Datenverarbeitungssystem für die energiewirtschaftlichen Belange der KWO. Die Betriebsdaten werden über die Fernwirkstrecken eingeholt und an die Datenverarbeitungsrechner weitergeleitet. Dieses System hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

- *Projektierung* bzw. Erstellen der Angebote für die Partner: Berechnen der Grenzleistung aus der Verfügbarkeit der Maschinen, der Seestände und der Laufzuflüsse.
- Auswerten der *Einsatzprognose* zur Erstellung des Maschineneinsatzplanes.
- *Überwachung* des Maschineneinsatzes, der Leistungsregulierung, der Seestandsbewegungen bzw. der Speichervolumen sowie der Bezüge der Partner (aktuelle Laststatistik).
- *Abrechnung, Statistik:* Berechnung der natürlichen Zuflüsse, der Verluste und der Bezüge und Anlieferungen der Partner, d. h. der Energieguthaben der Partner; statistische Angaben über Zuflüsse, Bestimmung der langjährigen Mittel-, Minimum- und Maximum-Werte; Einsatz der Anlagen.

Wegen den unterschiedlichen Partnerwünschen und den ungleichen Partnerguthaben sowie den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der hydraulischen Anlagen geschieht die Ermittlung des realen Produktionsablaufes mit Hilfe einer Modell-Bewirtschaftung.

8. Schlusswort

Die bisherigen Erfahrungen mit Fernwirk-Teilsystemen für die Fernbedienung der Kraftwerke in den Regionen Grimsel und Handeck, die zum Teil bereits einige Jahre in Betrieb stehen, erfüllen die Erwartungen des Betriebspersonals voll. Ebenso funktionieren die neuen Übertragungseinrichtungen problemlos. Dank der positiven Einstellung des Betriebspersonals erfolgte die Umstellung von der bisherigen konventionellen Schaltwarte in den neuen rechnergeführten Kommandoraum sehr erfreulich.

Literatur

[1] Kraftwerke Oberhasli AG (KWO), Bull SEV/VSE 72(1981)22, S. 1200 . . . 1204.