Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 82 (1990)
Heft: 11-12

Artikel: Programmierender, vorbeugender Unterhalt von Wasserkraftwerken
Autor: Hugentobler, Roland / Schneider, Philipp / Bedertscher, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939849

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: 01.07.2025

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

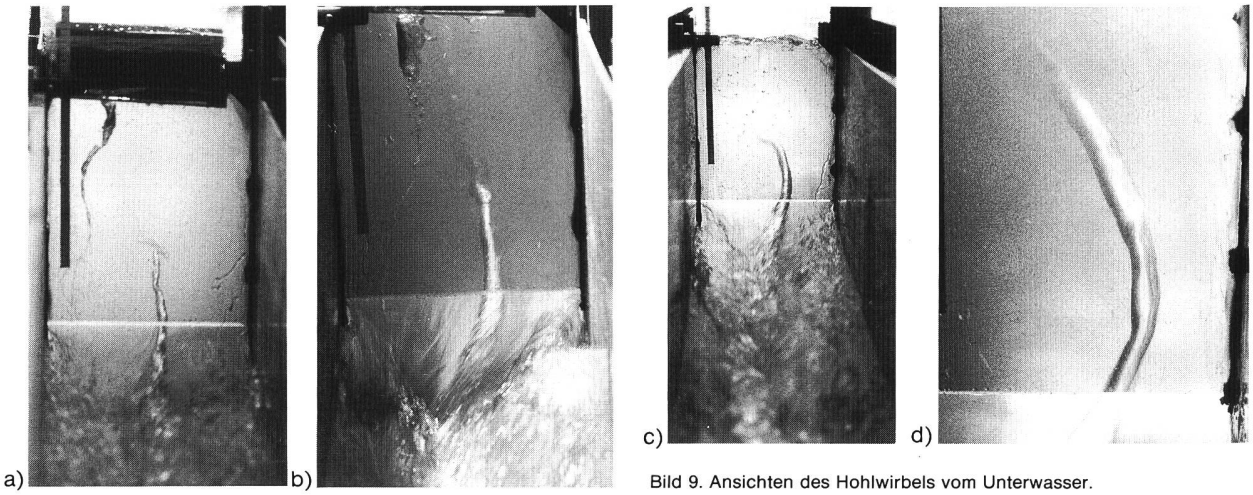

Bild 9. Ansichten des Hohlwirbels vom Unterwasser.

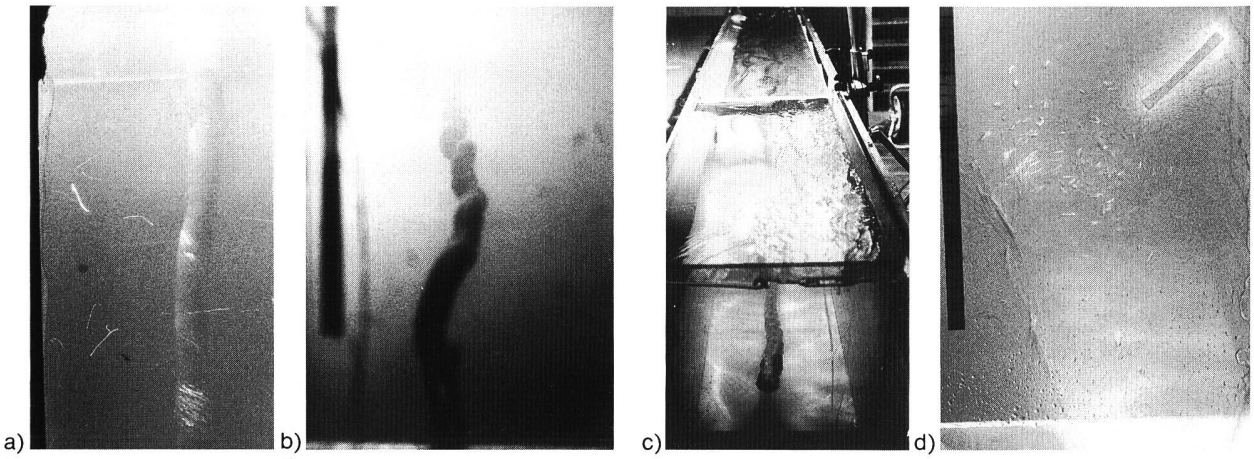

Bild 10. Erscheinungsformen des Tornadowirbels.

Literatur

- *Bremen, R.*, und *Hager, W. H.* (1989): Experiments in side-channel spillways. «J. Hydraulic Engineering» ASCE, Vol. 115, Nr. 5, 617–635.
- *Keller, J. J.*, und *Escudier, M.P.* (1980): Theory and observations of waves on hollow-core vortices *«J. Fluid Mechanics» Vol. 99, Part 3, 495–511.*
- *Knauss, J.* (1987): Swirling flow problems at intakes. Balkema, Rotterdam.
- *Lugt, H. J.* (1983): Vortex flow in nature and technology. John Wiley & Sons, New York.

Adresse des Verfassers: Dr. *Willi H. Hager,* Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETHZ, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

Verdankung

Die vorliegenden Versuche wurden am «Laboratoire de Constructions Hydrauliques» der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) durchgeführt. Der Verfasser dankt Prof. *Richard Sinniger* für die Unterstützung.

Programmierter, vorbeugender Unterhalt von Wasserkraftwerken

Roland Hugentobler, Philipp Schneider, Andreas Badertscher

Zusammenfassung

Bei vielen Wasserkraftwerken, vorab denjenigen, die neu in Betrieb genommen werden, ist die Leistungsgrenze aus verschiedenen Gründen praktisch erreicht. Die Anstrengungen werden sich in Zukunft deshalb vermehrt auf den Erhalt der bestehenden Anlagen konzentrieren. Die hohen Investitionen sollten über einen möglichst langen Zeitbereich erhalten bleiben. Der Turbinenhersteller Hugal hat anlässlich seines 30-Jahr-Jubiläums ein «Softwarepaket für den Unterhalt von Wasserkraftwerken» mit dem Namen Checkpoint vorgestellt. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Softwarefirma Softline erarbeitet.

Einführung

Wenn man sich an die guten alten Zeiten zurückerinnert, an Kraftwerke, deren Turbinen während Jahrzehnten kaum je demontiert wurden, so stellt man sich zu Recht die Frage, wieso eine regelmässige Wartung heute erforderlich ist. Es wird leider bei diesen Überlegungen häufig vernachlässigt, dass der Wirkungsgrad dieser Maschinen tiefer und die Bauweise – mangels moderner Berechnungsmethoden – solider war. Zusätzlich wurden die Wirkungsgradverluste, hervorgerufen durch Abnützungserscheinungen, weniger berücksichtigt.

Bei den heutigen, auf Leistung getrimmten Maschinen kann man sich einen Leistungsverlust oder Betriebsausfall kaum mehr erlauben. Die Verfügbarkeit der Anlage muss deshalb durch eine seriöse Wartung und vorbeugenden Unterhalt sichergestellt werden.

Auch die Sicherheit sollte bei diesen Überlegungen nicht ausser acht gelassen werden. Eine Havarie in einem Kraft-

werk führt meistens zu sehr grossen Schäden und langen Ausfallzeiten. Daneben ist es eine negative Propaganda für die Nutzung der Wasserkraft, die auch politisch ihre Schatten werfen kann.

Wie funktioniert eine sichere, vorbeugende und zukunftsorientierte Wartung?

Für die Wartung kann eine Kraftwerkanlage nicht als eine Einheit betrachtet werden. Sie wird in logischen Gruppen, in Anlageteile aufgeteilt. Jedem Anlageteil wird, abhängig von der Beanspruchung, ein Wartungsintervall zugeordnet. Dieses sagt aus, in welchen Abständen der entsprechende Bauteil gewartet werden soll. Die Länge der Intervalle wird in Zusammenarbeit mit dem Kraftwerkerbauer und den Lieferanten festgelegt.
Die eigentliche Wartung besteht nun darin, die entsprechenden Arbeiten nach einem festgelegten Terminplan auch auszuführen. Idealerweise wartet man eine ganze Anlagegruppe zusammen. Zusätzlich wird man bestrebt sein, die Wartung dann auszuführen, wenn die Verluste infolge Produktionsausfalls am kleinsten sind. Trotz diesen wirtschaftlichen Überlegungen muss Gewähr bestehen, dass die Anlage einwandfrei funktioniert. Die nötigen Ersatzteile müssen zeitgerecht zur Verfügung stehen. Nur so ist ein gezielter und optimaler Einsatz des Unterhaltspersonals möglich.

Kann man eine solche Arbeit nicht auch ohne Computer organisieren?

Sicher ist es möglich, eine kleinere Kraftwerkanlage mit einem herkömmlichen System, zum Beispiel Kartei oder Logbuch, zu warten. Wächst aber die Anzahl der einzelnen Anlageteile, ist ein sicherer Unterhalt mit diesen Systemen schwierig. Bedenkt man zusätzlich die hohe Fluktuation beim Personal und den damit verbundenen Erfahrungsverlust, muss man eine Wartung in herkömmlicher Art als problematisch einstufen. Viel zu gross ist die Gefahr, dass eine wichtige Kontrolle verpasst wird. Das hier vorgestellte Programm kann helfen, diese Problematik zu umgehen.

Beschreibung

Das Programm lässt sich mit wenigen Tastendrucken über ein Pull-Down-Menü (Auswahlmenü in Fenstertechnik, Bild 1) leicht bedienen. Die Handhabung kann auch von Mitarbeitern ohne Computererfahrung innerhalb kurzer Zeit erlernt werden.
Nachfolgend sind die wichtigsten Auswahlpunkte in logischer Reihenfolge beschrieben. Der Datenfluss ist mit Bild 2 dargestellt.

Definition der Anlageteile

Als erster Arbeitsgang wird die Anlage in logische Gruppen und Anlageteile gegliedert und diese definiert. Zusätzlich können für jeden Anlageteil ein Protokoll und Zusatzblätter aus der Informationsdatenbank definiert werden. Unter Protokoll versteht man ein Papier, das die Wartungsarbeit beschreibt und zusätzlich Raum zum Rapportieren offen lässt. Die Protokollgestaltung kann frei den Anlagebedürfnissen angepasst werden.
Die optionalen Zusatzblätter erlauben es, Informationen dem Protokoll mitzuliefern. Sei dies eine Anleitung für zerstörungsfreie Werkstoffprüfung wichtiger Anlageteile oder eine betriebsinterne Weisung.
Nach der Definition werden vom Programm automatisch die ersten Wartungstermine berechnet und in einer übersichtlichen Tabelle dargestellt (Bild 1).

Protokoll

Will man einen Wartungsauftrag ausführen, so kann über die Funktion «Protokoll» die entsprechende Information ausgedruckt werden. Als Folge erscheint der Status «Pro» für jeden Anlageteil, dessen Wartungsarbeit bereits in Auftrag gegeben wurde.

Quittung

Damit alle Arbeiten mit dem Computer überwacht und weitere Termine berechnet werden können, müssen ausgeführte Wartungen dem Programm wieder zurückgemeldet werden. Die Funktion «Quittung» bietet weiter die Möglichkeit, auf den nächsten Wartungstermin, abhängig vom Zustand der Maschine, direkt Einfluss zu nehmen.

History

Alle ausgeführten Wartungen werden in einer Datenbank eingetragen. Dadurch besteht die Möglichkeit, den Wartungsablauf der Anlage statistisch auszuwerten. Schwachstellen der Anlage können dadurch besser frühzeitig erkannt und die entsprechenden Massnahmen getroffen werden.

Schlussbemerkung

Die Investitionen für den Bau eines Kraftwerks werden immer grösser. Deshalb muss vermehrt darauf geachtet werden, dass die bestehenden Anlagen einwandfrei einsetzbar sind. Einer gut organisierten Wartung wird deshalb immer mehr Bedeutung zukommen. Das hier vorgestellte «Softwarepaket für den Unterhalt von Wasserkraftwerken» ist ein gutes Hilfsmittel zum Organisieren der Wartung. Dieses

```
Protokoll   Quittung   History   Definition   Infos   Ende

                                 Anlage-Name
K W   D E M O                    Anlage          Datum :   07.11.1990
Hugal & Softline                 Protokoll       Zeit  :   17:13
                                 Zeitperioden
     BAUTEIL          ARBEIT                     TERIAL          TERMIN  STAT
                                 System
 ┌──> Anlage 1
 │┌─> Peltonturbine 1
 │ - Laufrad          Magnetriss-Prüfung   5  Prüfgerät        14.08.90 Pro
 │ - Ganze Anlage     Korrosionsschutz     4                    19.12.90
 │ - Laufrad          Schwingungsmessung   2                    26.02.91
 │┌─> Hydraulikaggreg
 │ - Ventil           Funktionstest        1                    19.09.90
 │ - Aggragat         Oelwechsel           1  40 l Tellus 46    19.11.90
 │┌─> Generator
 │ - Welle            Ultraschall-Prüfung  5  Prüfgerät         25.11.90
 │ - Lager            Nachschmieren        1  LS Fett           25.11.90
 │┌─> Absperrorgan
 │ - Antrieb          Lager schmieren         Fettpresse        19.01.91
 │┌─> Einlauf 1

↑↓ :  Auswahl      Return :  Start      ESC :  Ende
```

Bild 1. Eine übersichtliche Tabelle nach dem Programmstart zeigt dem Anwender die zu wartenden Anlageteile. Anlageteile, deren Wartung bereits angeordnet wurde, sind mit dem Status «Pro» vermerkt. Die Pfeile auf der linken Seite vermitteln die Zuordnung der Anlageteile zu den Baugruppen.

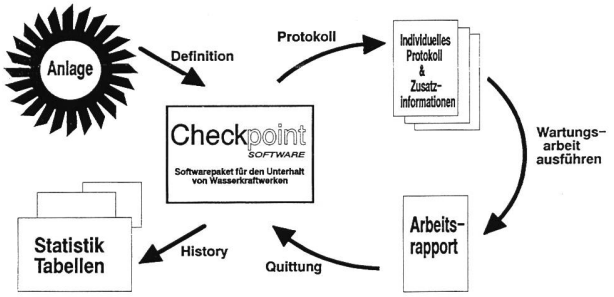

Bild 2. Das Diagramm zeigt den Datenfluss des Wartungsprogramms Checkpoint. Auf der linken Seite erkennt man die Datendefinition und die statistische Auswertung der ausgeführten Wartungen. Rechts ist der charakteristische Wartungsablauf ersichtlich.

Hilfsmittel kann auch für einen erweiterten Aufgabenbereich eingesetzt werden (Pumpanlagen, Schaltanlagen). Selbstverständlich kann das Programm nicht garantieren, dass die Unterhaltsarbeiten auch richtig ausgeführt werden. Das Programm bietet aber Gewähr, dass zum richtigen Zeitpunkt eine Wartung angekündigt wird und die entsprechenden Informationen zur Verfügung stehen. Die Organisation der Wartung wird so wesentlich einfacher und effizienter. Dies gilt auch für die Ersatzteilbewirtschaftung, denn für jeden Anlageteil kann die entsprechende Lebensgeschichte abgerufen werden. Der programmierte, vorbeugende Unterhalt wird sich deshalb günstig auf die Betriebskosten auswirken.

Das Softwarepaket ist bis heute nur in deutscher Sprache erhältlich. Eine französische und eine englische Version befinden sich in Bearbeitung. Zum einfacheren Einstieg besteht die Möglichkeit, sich vom Nutzen des Programms, mit Hilfe einer Demo-Version, selber zu überzeugen.

Adressen der Verfasser: *Roland Hugentobler,* Masch.-Ing. HTL/STV, Hugal Turbinen & Maschinenbau, CH-9249 Algetshausen; *Philipp Schneider,* Masch.-Ing. HTL/SFI, Hugal Turbinen & Maschinenbau, CH-9249 Algetshausen; *Andreas Badertscher,* Elektro-Ing. HTL, Softline Software-Engineering, CH-3612 Steffisburg.

Verminderung des Einstaus des Kraftwerks Laufenburg durch

Sohlausbaggerung

im Oberwasser des Rheinkraftwerks Säckingen

Hans Bodenmann

Zusammenfassung

Das Rheinkraftwerk Säckingen staut das Unterwasser des Oberliegers – des Kraftwerks Laufenburg – ein und verringert die dort mögliche Energieproduktion. Der Verlust von etwa 90 Mio kWh pro Jahr wird durch Abgabe von Gratisenergie entschädigt. Zur Verringerung der Einstauverluste werden dem Rhein im Stauraum auf einer Länge von 3,6 km 1 230 000 m³ Sohlenmaterial entnommen. Dadurch können die Produktionsverluste um jährlich etwa 21,5 Mio kWh auf 68,5 Mio kWh verringert werden. Zusammen mit der Baggerung werden zusätzlich umfangreiche Sanierungsarbeiten an den Ufern ausgeführt.

Summary: Reduction of the tailwater effect at Laufenburg by dredging in the retention basin of the Säckingen hydropower Station

The hydroelectric power station on the river Rhine at Säckingen increases the natural tailwater level at the upstream located hydroelectric power station at Laufenburg. It therefore reduces there the possible energy production by approximately 90 Mio kWh annually. This energy loss has to be compensated by delivery of the same amount of energy free of charge. In order to reduce the tailwater level at Laufenburg, the geometry of the river bed is presently being increased by dredging of 1 230 000 m³ of river bed material on a length of 3.6 km. This work will decrease the annual production loss by 21.5 Mio kWh to 68.5 Mio kWh approximately. Simultaneously, extensive repair works on both river banks are being carried out.

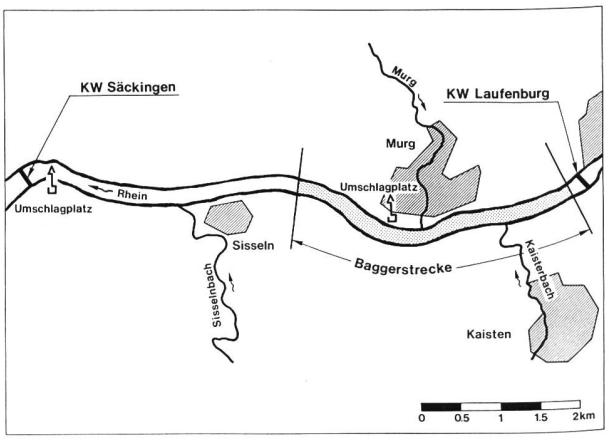

Bild 1. Übersichtsplan der Hochrheinstrecke Säckingen–Laufenburg.

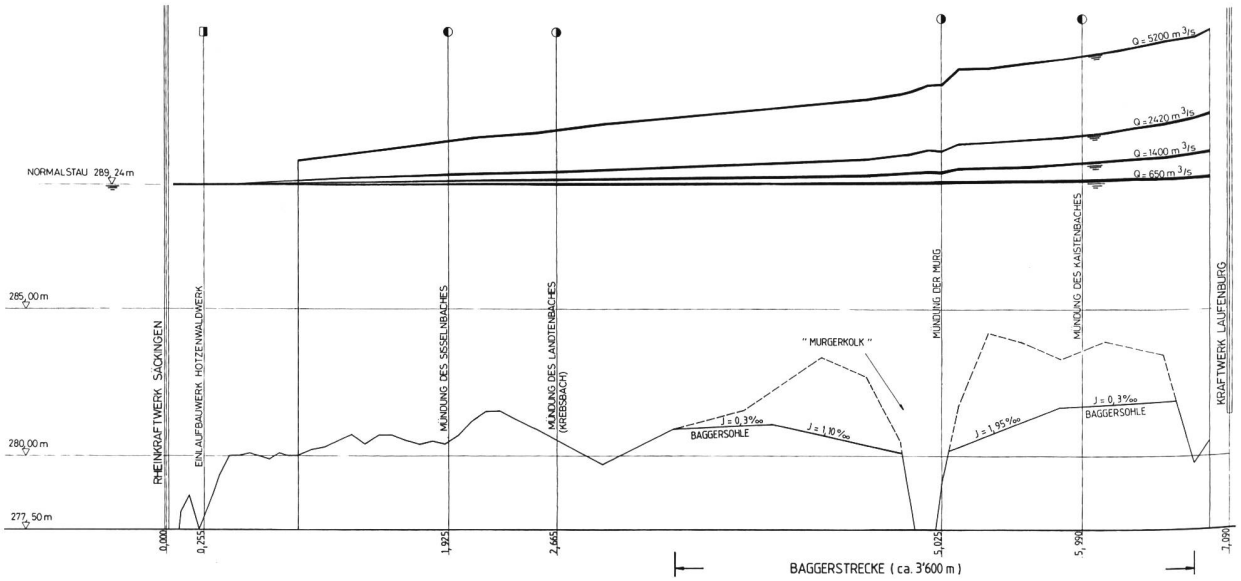

Bild 2. Überhöhtes Längenprofil der Rheinstrecke Säckingen–Laufenburg.