Erhöhung der elektrischen Energieerzeugung und Betriebskostenreduktion durch Modernisierung im Wasserkraftwerk Rheinfelden

Autor(en): **Schollmeyer, Alois**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **68 (1976)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939285

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Erhöhung der elektrischen Energieerzeugung und Betriebskostenreduktion durch Modernisierung im Wasserkraftwerk Rheinfelden

DK 621.221.003

Alois Schollmeyer

Im Kraftwerk Rheinfelden wurden im Zuge der vor Jahren begonnenen Verbesserungen der maschinellen Einrichtungen die sechs letzten Maschinengruppen unter Beibehaltung der Turbinen umfassend nach folgenden Gesichtspunkten erneuert: Amortisation der zu tätigenden Investitionen vor 1988; verbesserte Ausnutzung des Energieanspruches aus dem Wasserrecht; Verringerung der Unterhaltskosten und des Personalaufwandes; Verringerung der elektrischen Verluste.

Ausschlaggebend für die Realisierung des Vorhabens war der Einsatz von Stirnradgetrieben zur Erhöhung der Generatorendrehzahl von 72 U/min (Turbinendrehzahl) auf 1000 U/min. Hierdurch konnten preisgünstige schnell laufende Drehstrom-Synchron-Generatoren anstelle teuerer langsam laufender Wasserkraftgeneratoren zum Einsatz kommen.

1. Betriebs- und Standortverhältnisse im Kraftwerk Rheinfelden

Das Kraftwerk Rheinfelden wurde als erste grosse Wasserkraftanlage am Rhein durch die Kraftübertragungswerke Rheinfelden zwischen 1895 und 1898 erbaut. Die Konzession für die Errichtung und den Betrieb des Kraftwerkes ist durch die Schweizer Behörden auf 90 Jahre, das heisst bis 1988 begrenzt; die deutsche Konzession hingegen ist unbefristet.

Entsprechend den damaligen Vorstellungen ist das Kraftwerk als Kanalwerk erstellt. Der etwa 1000 m lange Oberwasserkanal führt den Turbinen maximal 620 m³/s Betriebswasser zu. Es können bis zu 6,2 m Gefälle genutzt werden. Im Maschinenhaus stehen insgesamt 20 Maschinengruppen mit einer total installierten Kraftwerksleistung von rund 28 000 kW (Bild 3).

Von den 20 Maschinengruppen werden die Maschinen 1 bis 6 durch die Aluminium-Hütte Rheinfelden, die Maschinen 7 bis 16 durch die Kraftübertragungswerke Rheinfelden und die Maschinen 17 bis 20 durch die Dynamit Nobel, Werk Rheinfelden, betrieben.

2. Betriebssituation an den Maschinengruppen 1 bis 6 vor der Modernisierung

Durch die Verlagerung der Aluminiumproduktion im Januar 1972 in einen weiter entfernt liegenden Werksteil entfiel die unmittelbare Verwendungsmöglichkeit des im Kraftwerk erzeugten Gleichstromes. Der Gleichstrom musste nunmehr von vorhandenen Maschinenumformergruppen ($\eta \approx 84$ %) in Drehstrom umgeformt und dem Betriebsnetz zugeführt werden.

Von den sechs Maschinengruppen sind zwei mit Francis- und vier mit Propeller-Turbinen aus den Jahren 1911 bis 1928 ausgerüstet. Die zugehörigen Gleichstromgeneratoren stammen noch aus den Jahren 1896 bis 1898 (Bild 4). Hier führten vor allen Dingen die recht häufigen Wicklungsschäden an den überalterten Generatoren zu beträchtlichen Reparatur-Stillstandszeiten.

Die Bedienungs- und Betriebseinrichtungen (hydraulische Leitschaufelverstellung, Oeldruckpumpen, Fett- und

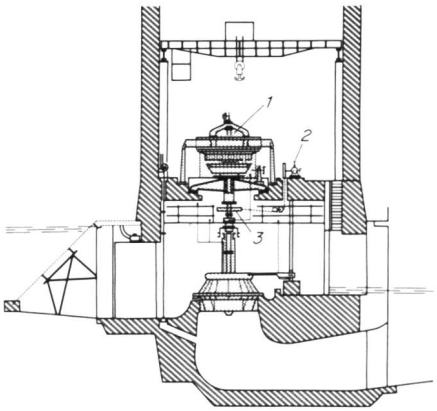


Bild 1. Schnitt durch das Maschinenhaus des Flusskraftwerkes Rheinfelden mit der ursprünglichen Anordnung der sechs Einheiten der Aluminium-Hütte Rheinfelden GmbH mit Gleichstromgeneratoren.

1 Gleichstromgenerator
2 Leitschaufelverstellung und Plungerpumpe (Oeldruckversorgung)
3 Treibriemenantrieb für die Plungerpumpe (Oeldruckversorgung)

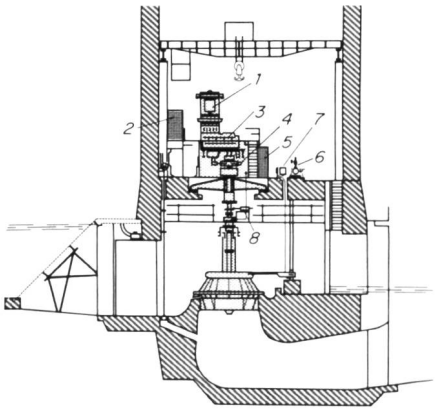


Bild 2. Schnitt durch das Maschinenhaus des Kraftwerkes nach dem Umbau der sechs Einheiten mit Drehstromgeneratoren.

1 Drehstromgenerator. P = 1550 kVA; cos φ = 0,8; U = 10,5 kV; n = 1000 U/min; η = 95,5 %
2 10,5-kV-Schaltanlage
3 Stirnradgetriebe. P_2 = 1660 kW; n = 72/1000 U/min; η = 98 %
4 Hydraulische Doppelbackenbremse
5 Schaltschränke für Generatorschutz, Regelung, Steuerung usw.
6 Leitschaufelverstellung
7 Zentrale Fettschmierung
8 Schraubenspindelpumpe (Druckölversorgung)

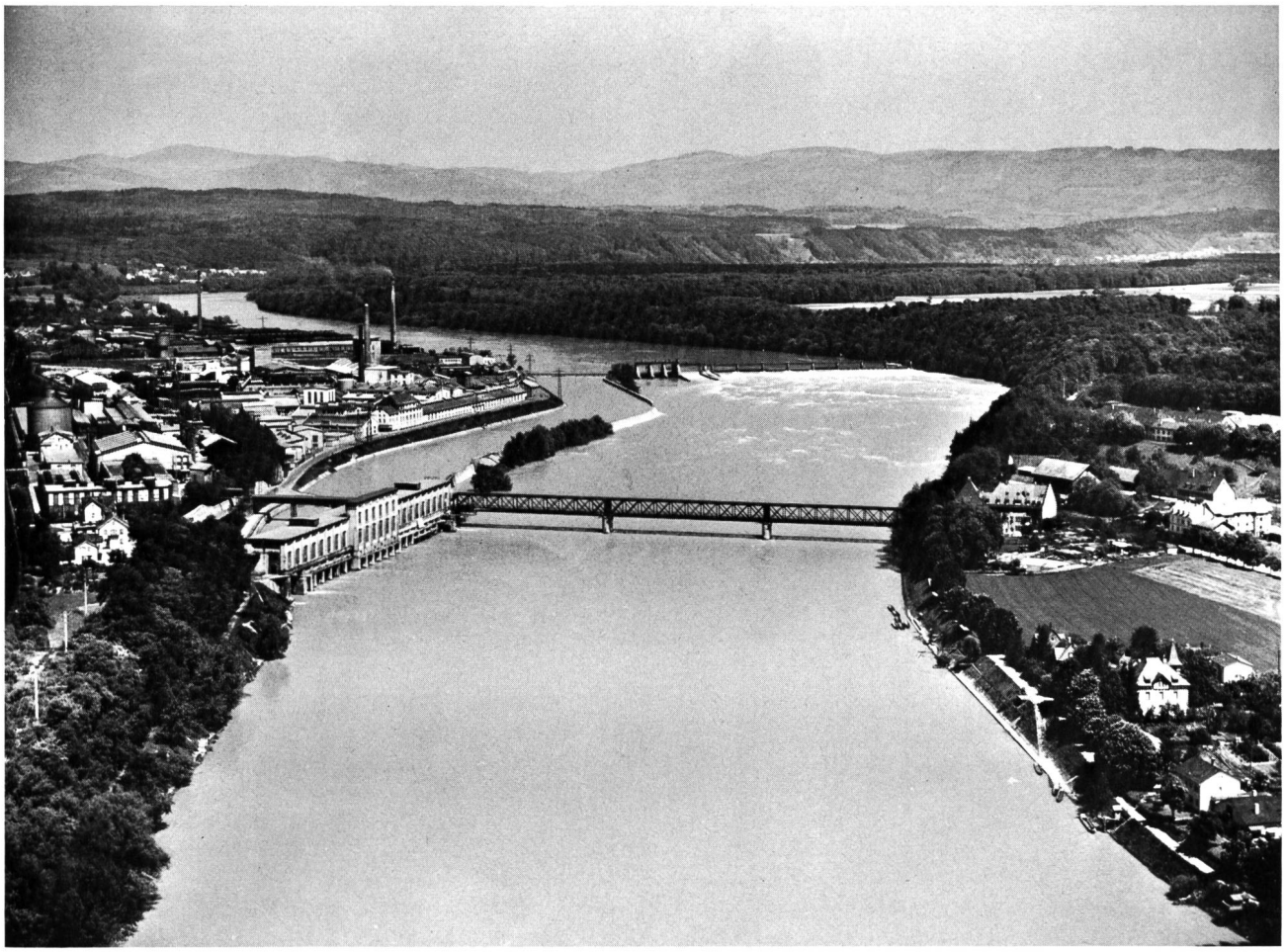


Bild 3. Flugaufnahme des Kraftwerkes Rheinfelden, das 1895 bis 1898 als erstes grösseres Flusskraftwerk am Rhein gebaut wurde. (Comet)

Schmiersystem usw.) stammten zum grössten Teil noch aus dem Inbetriebnahmejahr 1898 und waren durchwegs überaltert.

Die vollständige Nutzung des Leistungsanspruches für die Maschinengruppen 1 bis 6 war vor allem wegen der Grenzleistung der Gleichstrommaschinen ($N_{max} \approx 1250$ kW), aber auch wegen der zwei Francis-Turbinen (1100 kW) nicht möglich.

Betrieb und Unterhalt waren infolge der stark überalterten Betriebseinrichtungen durch einen hohen Personalaufwand gekennzeichnet. Die sechs Maschinengruppen erforderten im durchgehenden Schichtbetrieb je Schicht drei Mann Betriebs- und Unterhaltspersonal.

3. Technisches Konzept der Modernisierung

Die Anlagen wurden in zwei Schritten modernisiert. In einem ersten Schritt wurden die Turbinen-Peripherie-Einrichtungen überholt und modernisiert. Im zweiten Schritt wurden die Gleichstromgeneratoren durch Drehstrom-Synchron-Generatoren unter Zwischenschaltung je eines Getriebes ersetzt sowie die zugehörigen neuen elektrischen Einrichtungen installiert.

3.1 Generalrevision und Modernisierung der Turbinen-Peripherie-Einrichtungen

Die für den Betrieb und die Bedienung der Turbine notwendigen technischen Einrichtungen waren soweit zu verbessern, dass eine betriebssichere Fernbedienung der einzelnen Maschinen mit geringstem Personalaufwand möglich wurde.

Neben einer umfangreichen Generalrevision der gesamten Turbinensteuerung erhielten die hydraulischen Verstelleinrichtungen für die Leitschaufelbetätigung elektrische Stellantriebe mit den zugehörigen Signal- und Ueberwachungseinrichtungen.

Das völlig unzureichende Fett- und Schmiersystem wurde auf die betriebliche Notwendigkeit erweitert und als automatische Zentralfettschmierung ausgelegt.

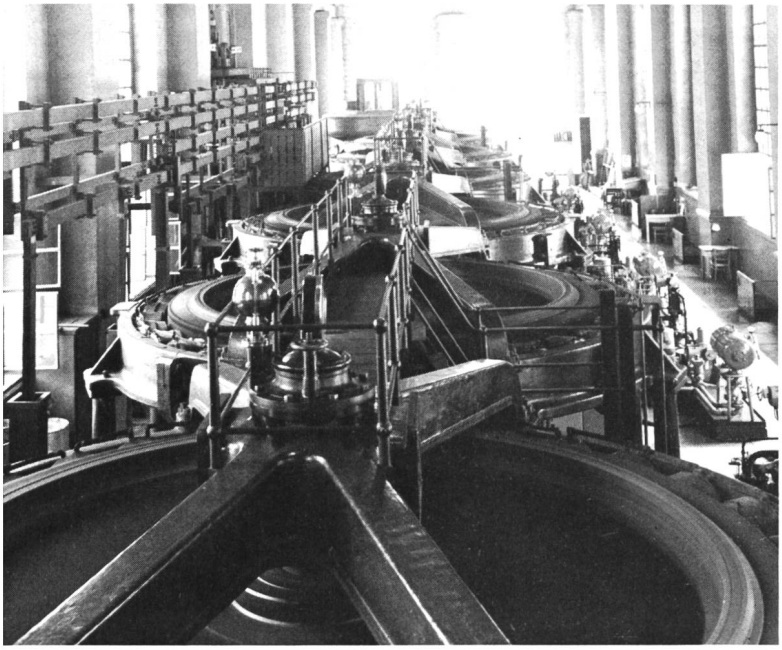
Die Druckölversorgung (26 bis 30 bar) für die Turbinenlager der Maschinen 4 und 5, wie auch für die Leitschaufelverstelleinrichtungen aller sechs Maschinengruppen, musste gänzlich erneuert werden.

Die Drehtore, welche die sechs Wassereinlaufkammern der Turbinen abschotten, erhielten elektrische Antriebe.

3.2 Umstellung von Gleichstrom- auf Drehstromerzeugung

Entscheidend für das gesamte Modernisierungsprogramm ist der Ersatz der Gleichstromgeneratoren durch Drehstromgeneratoren. Mit dem Einsatz von Drehstromgeneratoren konnte der Maschinenumformer stillgelegt werden, was vor allem eine Eliminierung der Umformerverluste bei gleichzeitiger Verringerung der Personalkosten zur Folge hatte.

Als wirtschaftlich und technisch optimal ergab sich unter den gegebenen Umständen eine Lösung, bei der die niedrige Turbinendrehzahl von 72 U/min durch Zwischenschaltung eines Stirnradgetriebes auf 1000 U/min erhöht wird. Dadurch war die Voraussetzung geschaffen, preisgünstige Drehstrom-Synchron-Generatoren einzusetzen (Bilder 1 und 2).



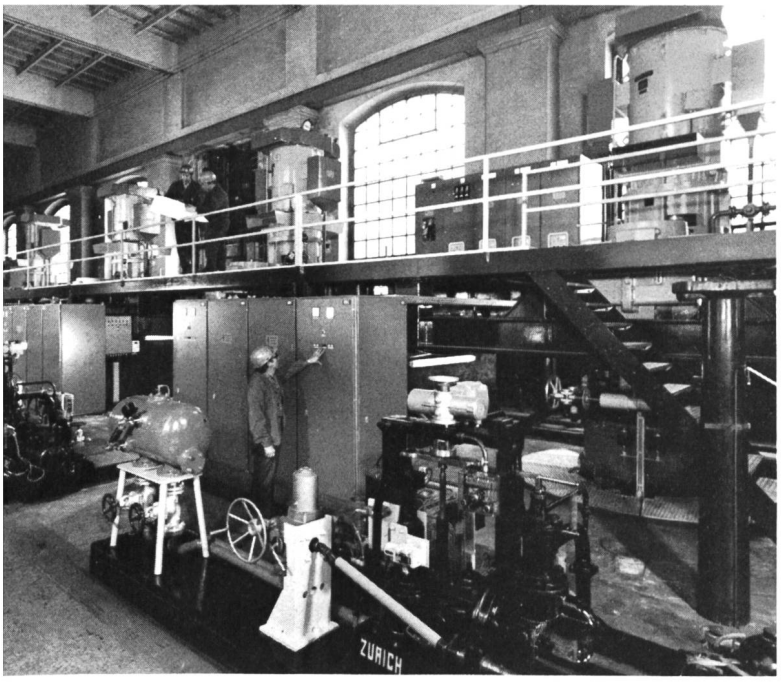


Bild 4, oben. Die Gleichstromgeneratoren 1 bis 6 im Kraftwerk Rheinfelden der Aluminium-Hütte GmbH. (Photo Wehninger)

Bild 5, Mitte. Die neuen Drehstromgeneratoren 1 bis 6 im Kraftwerk Rheinfelden der Aluminium-Hütte GmbH. (Photo Wehninger)

Bild 6, unten. Ansicht der neuen Drehstromgeneratoren 2 bis 6. Im Vordergrund die Leitschafelverstellung mit elektrischen Stellantrieben und Oeldruckkessel. (Foto Alusiusse)

Ausgehend von den jahrelangen Aufzeichnungen der Leistungansprüche aus dem Wasserrecht, und unter Berücksichtigung der Turbinenleistungen, sind Getriebe und Generatoren so bemessen, dass der Leistungsanspruch ausgeschöpft werden kann.

Stirnradgetriebe:

$P_2 = 1660$ kW; $n = 72/1000$ U/min; $\eta = 98\,\%$

Drehstromgenerator:

$P = 1550$ kVA; $\cos\varphi = 0{,}8$; $U = 10{,}5$ kV;

$n = 1000$ U/min; $\eta = 95{,}5\,\%$

Zwischen Turbine und Getriebe sowie zwischen Getriebe und Generator kamen elastische Kupplungen zum Einsatz. Bei der Auswahl der Getriebe wurde besonderes Augenmerk auf Laufruhe, Wirkungsgrad und Lebensdauer gelegt.

Im Zuge dieser Modernisierungen erhielten alle Turbinen hydraulisch betriebene Doppelbackenbremsen, welche im Störungsfalle eine Schnellbremsung der einzelnen Maschinen gewährleisten.

Als Generator kam eine Maschine mit eingebauter bürstenloser Erregermaschine, das heisst mit eingebauten rotierenden Dioden zur Anwendung. Gleich wie beim Getriebe wurde auch hier Wert auf Laufruhe und guten Wirkungsgrad gelegt. Die Generatoren sind mit den üblichen Schutz- und Regeleinrichtungen ausgerüstet.

Die Auslegung der sechs Maschinengruppen gestattet jederzeit, durch Einsatz einer Fernwirkanlage, die Ueberwachung und Bedienung von der Zentralschaltwarte der Aluminium-Hütte Rheinfelden aus.

Ueber die gekapselte Schaltanlage, welche auf der begehbaren Generatorbühne montiert ist, wird die elektrische Energie dem Werknetz zugeführt. Die übrigen elektrischen Einrichtungen wie vollelektronischer Generatorschutz, Spannungsregelung, Schalt- und Ueberwachungseinrichtungen usw., sind in Schaltschränken längs der Maschinenfront aufgestellt.

4. Betriebsresultate nach der Modernisierung

Abgesehen von der Maschinenwartung und -pflege können die sechs Maschinengruppen heute durch einen Mann je Schicht überwacht und bedient werden.

Ein Vergleich der Betriebsresultate von Februar 1972 bis Dezember 1975 zeigt, dass die Umformer- und Leistungsverluste völlig eliminiert werden konnten, und der nicht genutzte Leistungsanspruch nur noch durch die Stillstandszeiten infolge Wartungs- und Reparaturarbeiten bestimmt wird.

Ausserdem erhöht sich die mittlere Leistung der sechs Maschinengruppen um etwa 25 %.

Die eigentliche Modernisierung für alle sechs Maschinengruppen erfolgte innerhalb von acht Monaten, wobei die Stillstandszeit je Maschinengruppe vier Wochen nicht überschritt.

Projekt und Bauleitung: Aluminium-Hütte GmbH.

Beratung: Alesa Alusuisse Engineering AG, Zürich.

Adresse des Verfassers: Alois Schollmeyer, Ing. (Grad.), Leiter der elektronischen Abteilung, Aluminium-Hütte GmbH, D - 7888 Rheinfelden/Baden.