

**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:** 84 (1993)

**Heft:** 16

**Artikel:** Neue Kraft aus alten Werken

**Autor:** Grein, Herbert

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902707>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

5 Prozent mehr Strom aus Wasserkraft sieht das Aktionsprogramm «Energie 2000» vor. «Für zahlreiche Wasserkraftwerke technisch durchaus realisierbar», so wird diese Forderung beim Turbinenhersteller Sulzer-Escher Wyss beurteilt. Mit neuen Technologien können aus bestehenden älteren Wasserkraftanlagen bis zu 30 Prozent mehr Leistung herausgeholt werden.

# Neue Kraft aus alten Werken

■ Herbert Grein

## Einleitung

Nach dem Sparen ist die Erneuerung bestehender Wasserkraftwerke die mit Abstand effizienteste, umweltverträglichste und wirtschaftlichste Art, die sich verschärfende Energieproblematik in den Griff zu bekommen. Diese Erkenntnis setzt sich nicht nur bei Schweizer Energieproduzenten, sondern übergreifend auf andere Kontinente durch. Jüngstes Beispiel dazu ist ein Vertrag mit dem kanadischen Kraftwerksbetreiber Onta-

rio Hydro, für den vorerst 15 standardisierte Kompaktturbinen zur Renovation von mehreren Wasserkraftanlagen geliefert werden. Das Vertrauen in das Schweizer Know-how und die Technologie ist sogar so gross, dass in einem Kooperationsvertrag in den nächsten 18 Jahren der Umbau von insgesamt über 30 Kraftwerken vereinbart wurde.

Verantwortlich für das zunehmende Engagement der Anlagenbetreiber zur Modernisierung ist das steigende Umweltbewusstsein der Bevölkerung. Seit Jahren ist die Opposition gegen den Ausbau der Kernkraft sowie den Neubau von Staudämmen gross. Ein wichtiger Ausweg aus dieser Situation besteht deshalb darin, existierende Wasserkraftanlagen besser zu nutzen. Ein schönes

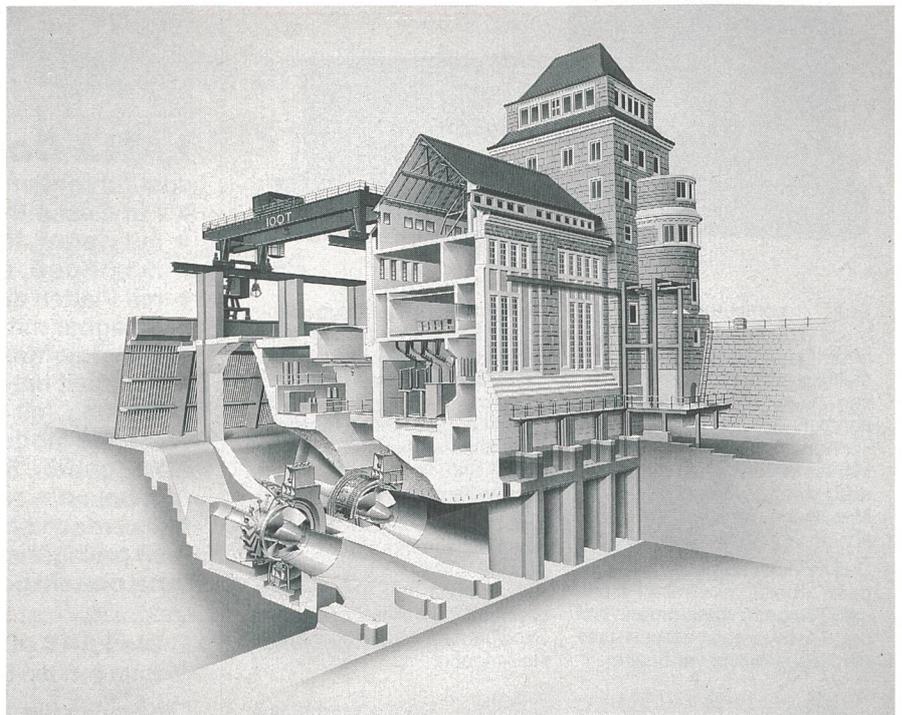


Bild 1 Schnitt durch das Kraftwerk Laufenburg. Durch Modernisierung und den Einbau neuer Turbinen/Generatoren ist die jährliche Produktion um über 100 Gigawattstunden gesteigert worden

**Adresse des Autors:**  
Dr. Herbert Grein, Stellvertretender Direktor,  
Produktbereich Hydraulik,  
Leiter Technik und Projektierung  
Sulzer-Escher Wyss, 8023 Zürich.

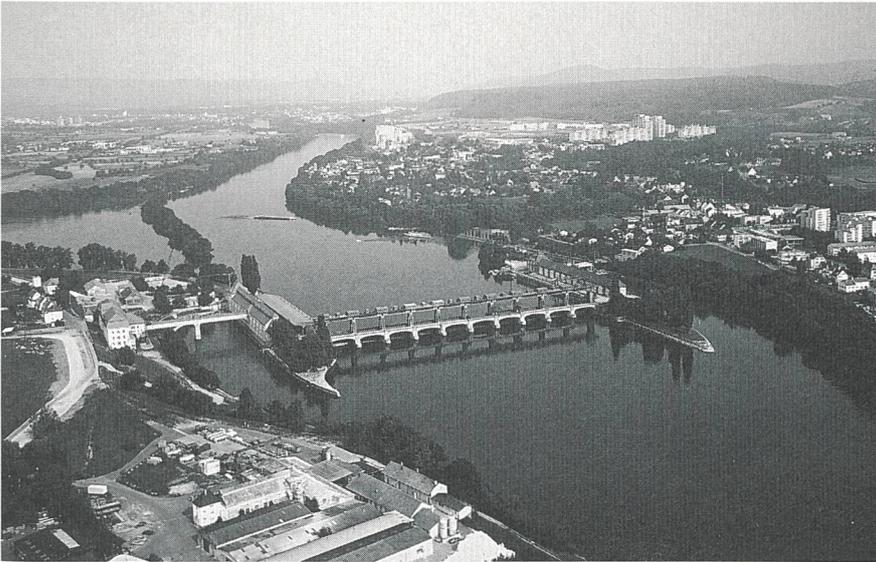


Bild 2 Ohne äusserlich ersichtliche Veränderungen (hier vor dem Umbau) sowie ohne negative Einflüsse auf die Umwelt wird das Rheinkraftwerk Augst-Wyhlen zurzeit modernisiert

Beispiel dazu ist der Umbau des Rheinkraftwerks Augst/Wyhlen.

### Strom für 30000 Haushalte

Im November 1992 sind im binationalen Rheinkraftwerk Augst/Wyhlen die ersten 2 von insgesamt 13 Turbinen in Betrieb gesetzt

worden. Dem Umbau sind anspruchsvolle Ingenieurarbeit und grenzüberschreitende Kooperation vorangegangen.

Die Behörden der Schweiz und von Baden-Württemberg hatten 1988 den Kraftwerksgesellschaften Kraftwerk Augst AG und den Kraftübertragungswerken Reinfelden AG eine neue Konzession erteilt, worauf im März 1990 die Bewilligung für den Umbau folgte.

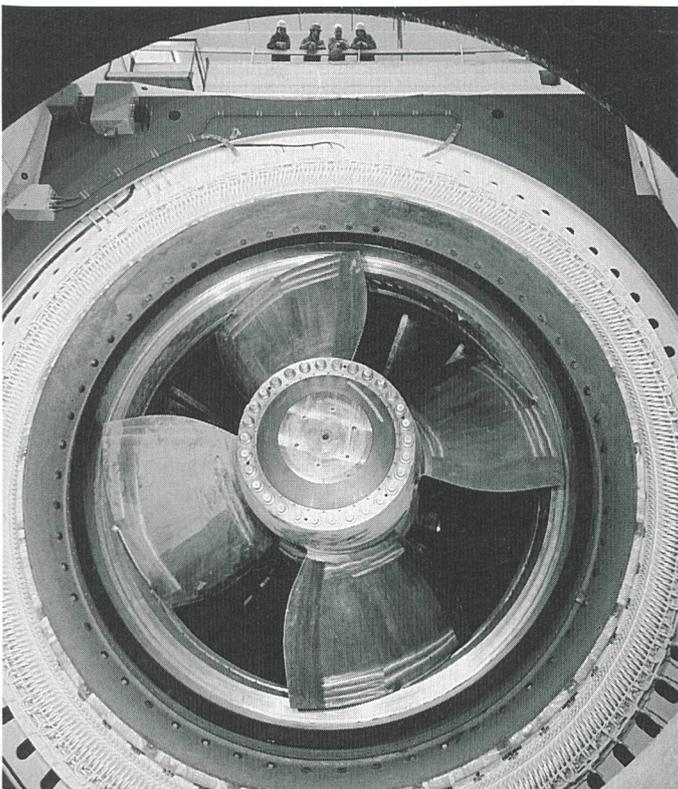


Bild 3 Mit dem Einsatz neuer Turbinen, hier eine Straflo-Turbine, (von «Straight Flow» = gerader Durchfluss) kann die Leistung aller Wasserkraftanlagen beträchtlich gesteigert werden

Diese neue Konzession verlangte eine Erhöhung der nutzbaren Wassermenge von bisher 840 m<sup>3</sup>/s auf 1500 m<sup>3</sup>/s und ausserdem eine Sanierung der bestehenden Schiffschleuse. Das Bauprojekt sieht vor, die Nutzwassermenge zu erhöhen, indem ein Teil der alten Francis-Turbinen durch moderne Turbinen-Generatoreinheiten des Typs Straflo (von «Straight Flow» = gerader Durchfluss) von Sulzer-Escher Wyss, Zürich (Schweiz), ersetzt werden. Die Untersuchungen haben ergeben, dass sich so die Jahresproduktion der beiden symmetrisch gebauten Werke um über 60% auf insgesamt 400 Gigawattstunden erhöhen lässt. Die Mehrproduktion von 150 GWh entspricht etwa dem Elektrizitätsbedarf von 300000 Haushalten.

Mit dem Ausbau des Zwillingskraftwerks Augst/Wyhlen wird ohne wesentliche Veränderung des heutigen Erscheinungsbildes eine von je 23 auf 38,5 MW erhöhte installierte Leistung erreicht. Der Hauptgrund für die Leistungsverbesserung ist, dass die bestehende, verarbeitbare Wassermenge weit unter der mittleren Wasserführung des Rheins liegt, während die zukünftige sogar darüber liegt. Die Staukote wird jedoch nicht erhöht. Es kommt zudem noch ein besserer Wirkungsgrad der neuen Turbinenanlage hinzu.

### Kompaktes, wirtschaftliches Turbinengeneratorenkonzept

6 beziehungsweise 7 Straflo-Turbinengruppen ersetzen beidseitig die alten Francis-Einheiten. Kennzeichnend für die neuen Maschinen ist, dass der Aussenkranz des innen axial durchströmten Turbinenlaufrads den Polradkranz des Generators bildet. Ein ausgeklügeltes Dichtungssystem verhindert den Wassereintritt in die unmittelbar um das Rohr liegenden elektrischen Teile. So ergibt sich im Vergleich zur alten Anordnung ein bedeutend grösserer freier Strömungsquerschnitt im Turbinengehäuse, ohne wesentliche Vergrösserung der Querschnitte im Gebäude. Die Straflo-Turbine ist zudem in ihrer Länge kompakter. Das gleiche Konzept mit insgesamt 10 Straflo-Turbinen wurde rund 20 km stromaufwärts bei Laufenburg realisiert. Die Modernisierung brachte bei diesem Rheinkraftwerk eine Steigerung der Jahresproduktion um 140 Gigawattstunden.

### Breites Angebot

Den Kraftwerkbetreibern wird ein ganzes Dienstleistungs- und Engineeringpaket angeboten. Es reicht von der Diagnose bestehender Anlagen über die computergestützte

Analyse möglicher Lösungen zur Therapie bis zu den eigentlichen Umbau- und Revisionsarbeiten.

Herzstück des ganzen Modernisierungsprogramms ist jedoch die Optimierung der Laufräder. Schon zu Beginn der achtziger Jahre wurde zusammen mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (EPFL) ein Computerprogramm entwickelt, das die Strömung innerhalb einer Turbine numerisch simuliert. In der Zwischenzeit wurde das Programm soweit vervollkommen, dass eine Turbine einem Kunden vorgeführt werden kann, noch ehe sie existiert. Erst für die Erprobung der effektiven Lösung werden bei grösseren Anlagen die bis eine Million Franken teuren Modellversuche nötig.

Zur Analyse von bestehenden Gesamtanlagen-Dispositionen und zur Evaluierung von optimalen regeltechnischen Lösungen zur vollständigen Energieausnutzung steht ein Computersimulationsprogramm zur Verfügung, das erlaubt, die Strömungsführung vor dem Kraftwerk nicht nur baulich, sondern auch durch geschickte Abflussaufteilung zu optimieren.

Leistungsfähige Computertechnik in den Leitsystemen führt heute zu Anwendungen,

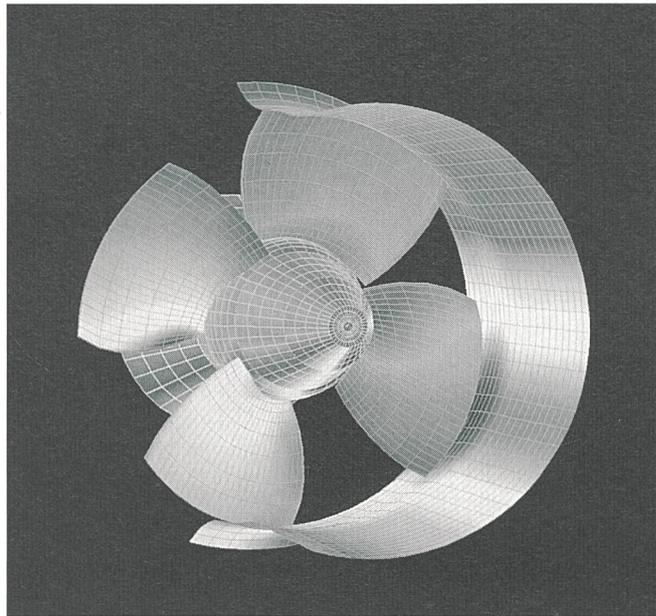


Bild 4 Beispiel einer Computersimulation zur Optimierung von Laufrädern. Der Zeitgewinn und die Kostenersparnis sind erheblich

die noch vor Jahren undenkbar gewesen wären. So kann durch selbstadaptive Zusammenhangsregelung in Kaplan turbinen die Energieumsetzung vollständig erfolgen, selbst wenn fallweise die Strömungsführung vor den Turbinen gestört wird.

Der Kundennutzen dieses 3-Phasen-Vorgehens «Diagnose-Analyse-Therapie» besteht unter anderem darin, dass die Gesamtwirtschaftlichkeit verschiedener Umbaulösungen in einer frühen Projektphase zuverlässig ermittelt werden kann.

## Nouvelle force tirée d'anciennes centrales

La modernisation de centrales hydrauliques existantes est, à côté des économies d'énergie, la manière la plus efficace, la plus conforme à l'environnement et la plus économique de faire face à l'aggravation des problèmes énergétiques. Non seulement les producteurs d'énergie de Suisse, mais aussi ceux d'autres continents en sont conscients. Le fait que la population prenne davantage conscience de l'environnement motive les exploitants à moderniser leurs instal-

lations. L'opposition faite à l'extension de l'énergie nucléaire ainsi qu'à la construction de nouveaux barrages s'est établie depuis longtemps. Un palliatif à cette situation consiste à mieux exploiter les installations hydrauliques existantes.

L'optimisation des roues de turbines est l'élément essentiel de tout programme de modernisation d'installations hydrauliques. Un programme informatique simulant numériquement la circulation de l'eau au travers d'une turbine a été

développé au début des années quatre-vingt, en collaboration avec l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Ayant entre-temps été parachevé, le programme permet de montrer et d'expliquer le fonctionnement d'une turbine au client, avant même qu'elle ne soit construite. Des essais sur modèle pouvant coûter près d'un million de francs ne sont nécessaires que pour les grandes installations.