

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 75 (1983)  
**Heft:** 1-2  
  
**Rubrik:** Mitteilungen

### **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:** 21.02.2026

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

Name Nom Nome	Fertigstellung Achèvement Compimento	Kanton Canton Cantone	Typ Type Tipo	Höhe Hauteur Altezza (m)	Länge Longueur Lunghezza (m)	Stausee Lac d'accumulation Lago di accumulazione Stauziel niveau max. livello massimo m.ü.M.	Nutzzinhalt volume utile volume utile 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Châtelard ESA	1972	VS	G	11	230	1122	0,09
Corina	1959	GR	E	11	450	1190	0,12
Fionnay FMM	1956	VS	E	11		1493	0,17
Heidsee	1919	GR					0,7
Stausee			E	10	180	1482	
Heidsee			E	5	360	1484	
Baslerweiher	1872	SO	E	10	75	559	0,13
Waldnacht		UR	E	10	70	1385	0,03
Hintersand	1962	GL	E	10	400	1298	0,11
Trübtensee	1950	BE	G	9	46	2365	1,0
Pallazuit		VS	E	8			0,1
Melchsee	1958	OW	E	8	295	1893	3,05
Tremorgio, Lago	1927	TI	G	7	15	1830	9,0
Spiezmoos	1908	BE	E	7		628	0,32
Mattsand	1958	VS	E	6,5	560	1230	0,21
Vissoie		VS	E	6		1119	0,05
Wichelsee	1957	OW	E	6	168	459	0,38
Rodi	1940	TI	G	6	150	945	0,10
Murgsee	1925	SG				1820	1,2
Mittel			G	5	55		
Nord			G	3	46		
Süd			G	3	20		
Süddamm			E	2	25		
Meretschiseen		VS					
Oberer			S	5		2361	
Unterer			S	4		2307	

Legende	Légende	Leggenda
G Gewichtsstaumauer	Barrage-poids	Diga a gravità
P Pfeilerstaumauer	Barrage à contreforts	Diga a contraforti
GP Gewichtsstaumauer mit Sparräumen	Barrage-poids évidé	Diga a gravità alleggerita
B Bogenstaumauer	Barrage-voûte	Diga ad arco
BG Bogengewichtsstaumauer	Barrage poids-voûte	Diga ad arco-gravità
E Erddamm	Digue en terre	Diga in terra
S Steindamm	Digue en enrochements	Diga in scogliera
mB Mehrfachbogenmauer	Barrage à voûtes multiples	Diga ad archi multipli
* Wildbachsperre	Barrage en torrents	Briglia
** Hochwasserrückhaltebecken	Bassins de rétention contre les crues	Bacino di ritenuta delle piene

## Hohlraumverfüllung hinter der neuen Laufradmantel-Panzerung der Maschine 3 im Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt

Paul Schneider

Im Rahmen der Gesamterneuerung der Turbine 3 im Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt wurde auch der Laufradmantel neu gepanzert. Der Raum zwischen der neuen Panzerung und dem verbliebenen alten Beton wurde mit Beton hinterfüllt.

Nach den Vorarbeiten (Entfernung morschen Materials, Verlegung neuer Armierung, Verankerung derselben, Versetzen neuer Panzerbleche, Verschweissen usw.) wurde am 16. November 1982 der Zwischenraum zwischen den neuen Laufradmantelblechen und dem verbliebenen alten Beton des Einlaufkegels vergossen. Dieser Zwischenraum war im Durchschnitt etwa 14 bis 16 cm stark.

Die Verfüllung erfolgte mit einem leicht fließenden, früh hochfesten und schwindarmen Beton, der in gleicher Art

bereits 1981 bei der Reparatur der Maschine 4 und Ende der siebziger Jahre bei allen 3 Maschinen des Rheinkraftwerkes Albbruck-Dogern (RADAG) verwendet worden war. Dieser Beton wurde hergestellt aus:

1 225 kg Pagel\*  
392 kg Sand der Körnung 0 bis 2 mm\*\*  
687 kg Riesel der Körnung 2 bis 8 mm\*\*  
196 l Wasser  
2,85 l «Biber» BV\*\*\*

\* Pagel ist ein Spezialzement für frühhochfesten Beton, er enthält Stabilisatoren, die dem Schrumpfen und Schwinden des Betons entgegenwirken. Lieferant: PSB Arnfried Pagel Ing., Spezial-Beton-Fabriken GmbH & Co. KG, Therbeckenring 9, D-4300 Essen 11.

\*\* Sand und Riesel stammen aus dem Werk Rheinheim des Kies- und Betonwerks Tröndle GmbH.

\*\*\* «Biber» BV ist ein Betonverflüssiger der Firma Lechler, Bautenschutz, Stuttgart-Stammheim, der geringe Schaumbildung hervorruft. Leider wird «Biber» derzeit nicht mehr produziert. Die Entnahme erfolgte aus dem eisernen Bestand der Materialprüfanstalt.

Gemischt wurde der Beton in der Mischanlage des Betonwerks Brennet der Transportbeton Hochrhein GmbH, Alb-



Bild 1. Blick von Osten in den Einlauf der Turbine 3 des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt. Von oben wird der etwa zentrisch aufgehängte Pumpenschlauch in die einzelnen Füllöffnungen, in denen die Leitschauellager eingesetzt werden, eingeführt und der Beton in den Hohlraum hinter den Laufradmantel eingefüllt.

bruck. Dieses Werk besorgte auch den Transport in Betonfahrmischern und das Einbringen hinter die Panzerung über Rohrleitungen und Schläuche mittels einer «Putzmeister»-Auto-Betonpumpe. Der eingepumpte Beton wurde mit Innen- und Aussenrüttlern verdichtet.

Von der eingebrachten Betonmischung wurden verschiedene Proben entnommen. Die ermittelte Druckfestigkeit nach 28 Tagen übersteigt  $60 \text{ MN/m}^2$  ( $600 \text{ kp/cm}^2$ ). Die Festigkeitszunahme nach 7 Tagen beträgt noch 15 bis 25%. Die Bestimmung des Schwindmasses an zwei Proben lässt erwarten, dass bei einem zu verfüllenden Hohlraum von im Mittel 150 mm hinter dem Laufrad-Mantelblech ein Schwindspalt von weniger als  $\frac{1}{10} \text{ mm}$  zwischen Panzerung und Beton zu erwarten ist.

Der E-Modul des Hinterfüllbetons dürfte mindestens  $100\,000 \text{ mg/cm}^2$  erreichen.

Bei der Verformung des Laufradmantels unter Wasserdruck müssten damit – nach dem satten Anliegen der Panzerung an den Verfüllbeton – die Stahlspannungen etwa 21mal höher als die Spannungen im Verfüllbeton sein.

Adresse des Verfassers: Paul Schneider, Dipl.-Ing., Schluchseewerk Aktiengesellschaft, Postfach 1460, Rempartstrasse 12–16, D-7800 Freiburg i. Br.

Die Schluchseewerk AG hat sowohl die Rheinkraftwerk Albruck-Dogern, RADAG, als auch die Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt AG, KRS, Rheinfelden, für die beschriebenen Hinterfüllungsarbeiten beraten.

## Messung von Deformationen in der Geotechnik mit besonderer Berücksichtigung der Talsperren

Zusammenfassung eines Vortrages, den Prof. Dr. Kalman Kovari am 25. Januar 1983 vor dem Linth-Limmatverband in Zürich gehalten hat

Bauwerke reagieren auf Belastung oder Belastungsänderung mit Verformungen. Bei geotechnischen Tragwerken werden nicht nur die Bauteile aus Beton oder Stahl von diesen Verformungen erfasst, sondern auch der Boden und der Fels. So wird beispielsweise die Kippbewegung einer Staumauer als Folge der Wasserspiegelschwankungen im Staubecken von tiefgreifenden Verschiebungen im Felsuntergrund begleitet. Die Kenntnis dieser Verschiebungen – sind sie in vielen Fällen noch so klein – ist für die Beurteilung der Sicherheit oft von ausschlaggebender Bedeutung. Mit dem hochempfindlichen, elektromechanisch

arbeitenden «Gleitmikrometer-ISETH» ist es heute möglich, Relativbewegungen bis in den Mikronbereich der Verformung entlang eines Bohrloches lückenlos zu verfolgen. Damit lassen sich Schwachstellen im Fels, sich öffnende Klüfte usw. lokalisieren, und eine unerwünschte Entwicklung im Bauwerksverhalten kann rechtzeitig aufgedeckt werden. Ein breiter Anwendungsbereich für diese neuentwickelte Bohrlochsonde bietet sich auch im Tunnelbau. Durch Deformationsmessungen kann man noch während der Bauausführung die Art des sich entwickelnden Gebirgsdruckes und die Wirksamkeit der gewählten Stützmassnahmen feststellen. Im städtischen Tunnelbau, vor allem im U-Bahnbau, steht die Bekämpfung unzulässiger Oberflächensetzungen im Vordergrund. Hier gilt es, die einzelnen Setzungsanteile in den verschiedenen Phasen der Bauausführung ursächlich zu trennen und aus dieser Erkenntnis heraus die richtigen Folgerungen für die Bau-massnahmen zu treffen. Dabei erweist sich die linienweise Verformungsmessung im Baugrund entlang Bohrlöchern als ausserordentlich aufschlussreich. Im Grundbau wurde

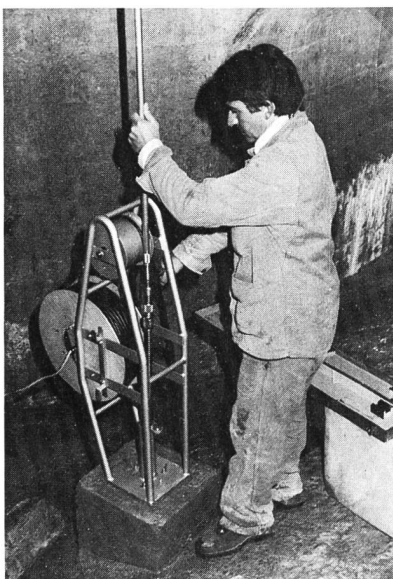
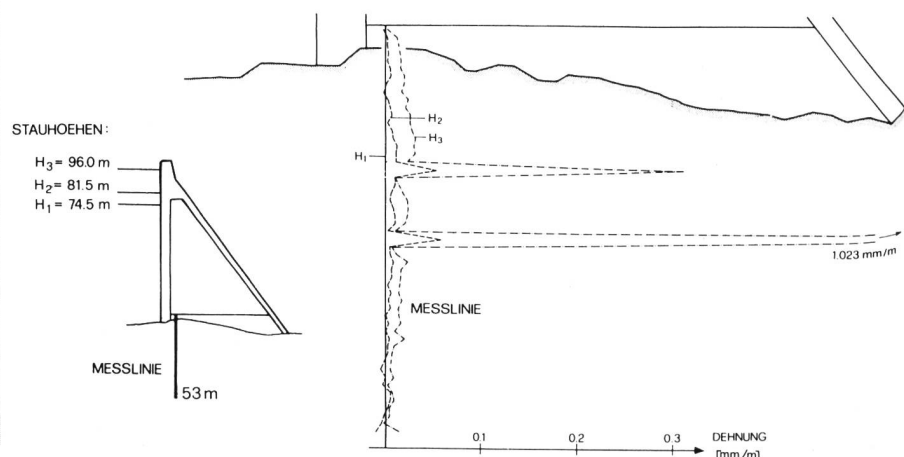


Bild 1 (links). Die Arbeit mit dem Gleitmikrometer ISETH. Messungen in einem vertikalen Bohrloch von einem Kontrollgang der Staumauer Albigna aus.

Bild 2 (unten). Staumauer Albigna. Verlauf der Felsverformungen entlang einer Messlinie als Folge der Erhöhung der Stauhöhe.



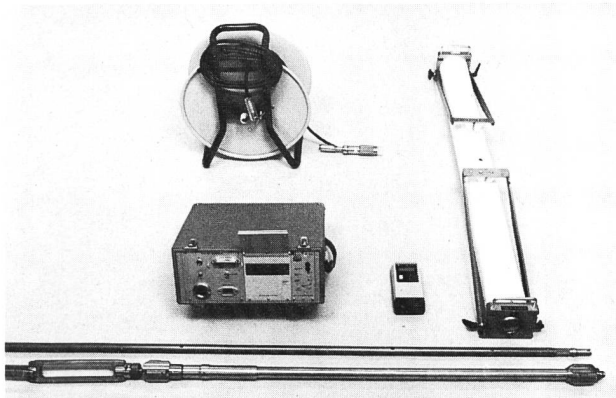


Bild 3. Das Gleitmikrometer ISETH mit Ablesegerät, Kabelrolle und Eichvorrichtung.

das Gleitmikrometer ISETH ebenfalls mit Erfolg angewandt. Bei axialbelasteten Pfählen stellt sich die Frage nach der Verteilung der Last auf den Spitzenwiderstand und auf Mantelreibung. Sie lässt sich aufgrund des Verlaufes der Stauchung in Beton oder Stahl schlüssig beantworten. Bei horizontal belasteten Pfählen sind für die Ermittlung der Biegelinie zwei Messlinien erforderlich. Im Vortrag werden eine Reihe von Beispielen aus der Praxis des Talsperrenbaues, des Tunnelbaues und den Pfahlgründungen besprochen, welche zeigen, dass Deformationsmessungen nicht nur zur Sicherheitskontrolle, sondern auch als Entscheidungshilfe für eine wirtschaftliche Bemessung Verwendung finden.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Kalman Kovari, Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich.

## Revision und Umbau des Kleinkraftwerkes der Gemeinde Unterbäch im Wallis

Fritz Fankhauser

Die Gemeinde Unterbäch im Wallis betreibt seit Jahren ein Kleinkraftwerk, welches im Verbund mit Lonza der Gemeindeversorgung dient. Die technischen Daten der dort betriebenen Turbine waren vor dem Umbau die folgenden:

Pelton turbine	eindüsig, horizontal
Hersteller	Meier, Solothurn
Gefälle	420 m

Wassermenge	max. 220 l/s
Drehzahl	1500 U/min
Leistung	700 kW

Die Turbine war in konventioneller Bauart hergestellt worden, d. h. Wälzlager, Dichtungen, Peltonrad und Schwungscheibe mussten über die Welle in ihre Positionen geschoben werden. Infolge der hohen Drehzahl und der sehr einfachen Schmiereinrichtung mussten die Lager sowie die Dichtungen recht häufig ausgewechselt werden. Dabei waren jeweils die Lagerdeckel zu demontieren und der gesamte Rotor auszubauen. Der Lageraustausch machte es notwendig, dass alle auf der Welle montierten Teile in der Reihenfolge Kupplung, erstes Stützlager,

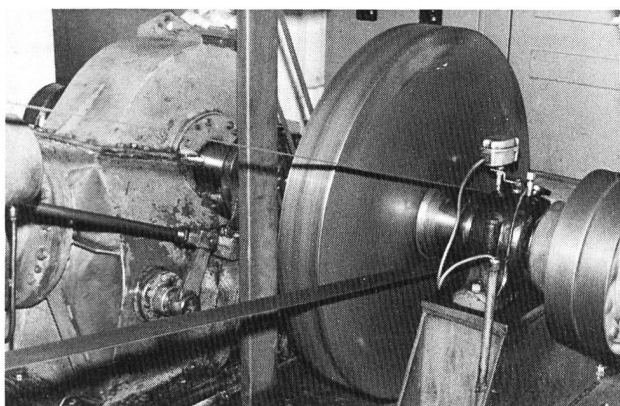


Bild 1. Zustand alt, Turbinengehäuse und Schwungscheibe.

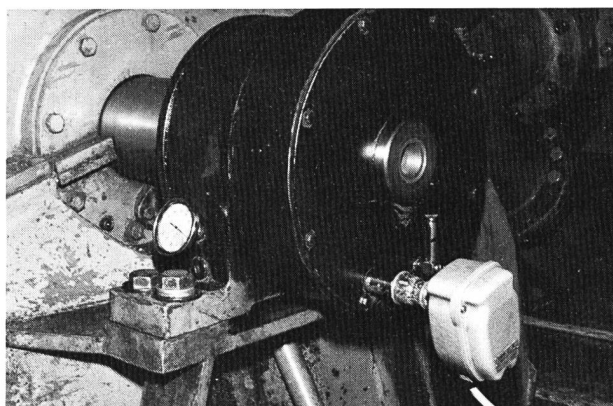


Bild 3. Zustand alt, Festlager auf Seite Turbine.

Bild 2. Zustand neu, Turbinengehäuse und Umlaufschmierung.

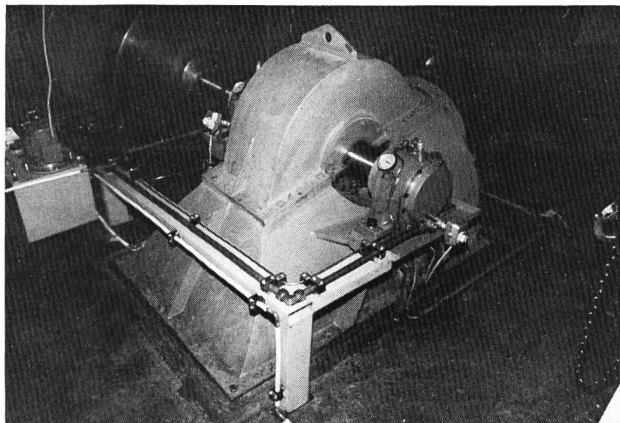
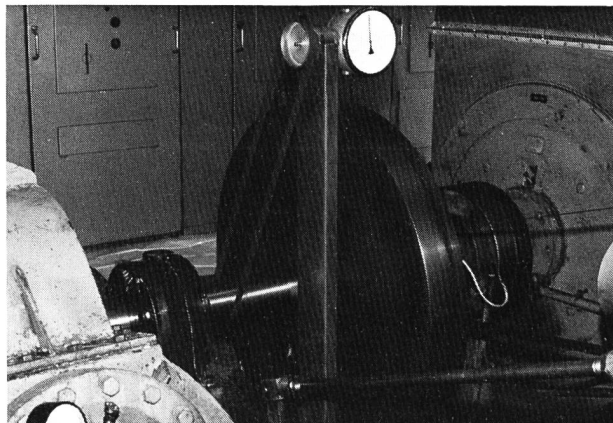


Bild 4. Zustand alt, mittleres Stützlager, Schwungscheibe und flexible Kupplung.





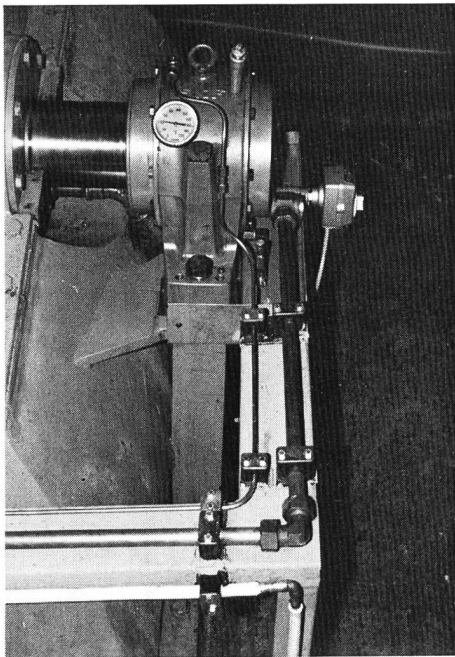


Bild 5, links. Zustand neu, Festlager auf Seite Turbine.

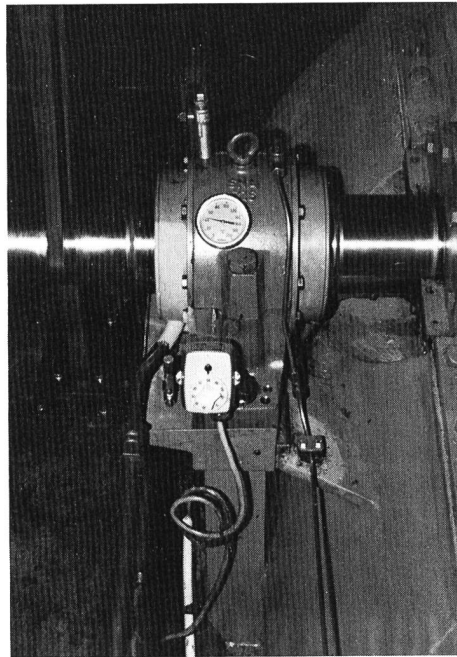


Bild 6, rechts. Zustand neu, mittleres Stützlager.

Schwungscheibe, zweites Stützlager abgezogen werden mussten. Erfahrungsgemäss werden bei solchen Arbeiten die Lagersitze und übrigen Montagepassungen arg in Mitleidenschaft gezogen. Weggestauchtes Material kann nur in den seltensten Fällen durch Schweissung oder Aufspritzen ersetzt werden. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass der Kraftwerksbetreiber bei jedem Lagerwechsel zusätzliche Instandstellungskosten zu tragen hatte. Zudem waren die Ausfallzeiten beträchtlich. Sowohl das Peltonrad als auch die Welle waren von mangelhafter Qualität und mussten dringend erneuert werden.

Im August 1981 betraute die Gemeinde Unterbäch Georg Fischer AG, Schaffhausen, mit der Revision und dem Umbau ihrer Turbine, welche wie folgt durchgeführt wurden: +GF+ fertigte kurzfristig ein neues, verbessertes Peltonrad in rostfreiem Stahl, ferner wurden Welle und Lagerung so geändert, dass die Lager und zugehörigen Dichtungen in zweiteiliger Ausführung eingebaut werden konnten. Die Keilbefestigung der Schwungscheibe wurde auf eine lösbare Spannbefestigung umgebaut. Eine Umlaufschmierung ersetzte die vorhandene Badschmierung. Durch diese Massnahmen konnten die Lagertemperaturen reduziert und dadurch die Standzeiten der Dichtungen und der

Lager selbst erhöht werden. Zudem können bei einem auftretenden Dichtungswechsel diese Teile ohne Ausbau des Rotors ausgetauscht werden. Die Lagerwechsel werden wesentlich einfacher und können nun vom Betreiber selbst vorgenommen werden. Die Betriebskosten konnten dank dieser finanziell durchaus vertretbaren Lösung gesenkt werden. Die durch Lagerwechsel verursachten Stillstandszeiten und der damit verbundene Produktionsausfall werden kleiner. Da gleichzeitig auch noch der Wirkungsgrad der Turbine wesentlich verbessert werden konnte, hat sich der Umbau für den Betreiber sicher gelohnt.

Mit Ausnahme der Pendelrollenlager (SKF), des Aggregates zur Ölumlaufschmierung (Bachofen AG, Uster) und der Dichtungen wurden alle Lieferungen und Leistungen durch +GF+ erbracht. Der Betriebsunterbruch, welcher durch diesen Umbau verursacht wurde, betrug lediglich 13 Tage.

Wir sind überzeugt, dass wir mit dieser prompten und kostengünstig durchgeführten Revision der Gemeinde Unterbäch einen echten Dienst leisten konnten.

Adresse des Verfassers: Fritz Fankhauser, Masch.-Ing., c/o Georg Fischer AG, Schaffhausen.

## Die Tiefbohrungen der Nagra in der Nordschweiz

Franz Auf der Maur

Bei den zwölf Tiefbohrungen der Nagra in der Nordschweiz sind zahlreiche technische Probleme zu lösen – sowie viele wissenschaftliche und wirtschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Es ist das erste Mal, dass Bohrungen bis zu 1000 m tief in den kristallinen Sockel unseres Landes abgeteuft werden. Die maximale Bohrtiefe ab Erdoberfläche beträgt 2550 m.

### Der Bohrvorgang

Die im Auftrag der Nagra arbeitenden Geologen sind darauf angewiesen, für ihre wissenschaftlichen Untersuchungen Bohrkern aus den durchfahrenen Gesteinsschichten

zu erhalten. Ausserdem wird durch die Spülflüssigkeit zerkleinertes Gesteinsmaterial (Bohrklein) an die Oberfläche getragen – ebenfalls eine Quelle geologischer Informationen. In den Sedimentschichten (vor allem Kalk und Ton) ist mit einem durchschnittlichen Bohrfortschritt von 1,50 m/h zu rechnen, während im härteren Kristallin (Granit und Gneis) nur 0,67 m/h anzusetzen sind. Nach dem Durchbohren von jeweils etwa 10 m Kristallin muss die Bohrkronen aus Spezialstahl ausgewechselt werden. Dies bedingt ein Herausziehen und Zerlegen des gesamten Bohrgestänges. Dadurch entsteht ein Bohrunterbruch in der Grössenordnung von 7 h.

### Tests während der Bohrphase

Bereits während der Bohrphase wird eine Reihe wissenschaftlich-technischer Untersuchungen im Bohrloch vorgenommen. Dazu gehören in erster Linie geophysikalische

Bohrlochmessungen (logging). Hier eine Auswahl der wichtigsten elektrischen, radiometrischen und seismischen Verfahren:

- Messen des elektrischen Potentials zwischen Referenzelektrode an der Erdoberfläche und einer an der Bohrlochwand befestigten Messelektrode. Damit lassen sich permeable von nicht permeablen Gesteinsformationen unterscheiden.
- Messen der natürlichen Gamma-Strahlung entlang der Bohrlochwand. In Sedimentgesteinen ist die natürliche Strahlungsaktivität im wesentlichen abhängig vom Tongehalt.
- Messen der Laufzeiten eines Ultraschallsignals, welches einer hochfrequenten seismischen Kompressionswelle entspricht. Daraus ergeben sich Informationen über Gesteinsbeschaffenheit und Porosität der durchfahrenen Formationen.

Ferner werden während der Bohrphase laufend Temperaturmessungen im Bohrloch durchgeführt. Auch hydraulische Tests in stark geklüfteten und daher wasserführenden Strecken stehen auf dem Programm.

### Tests nach der Bohrphase

Die meiste Testarbeit findet indessen nach Abschluss des Bohrvorganges während der eigentlichen Testphase statt. Solche Tests erfordern grosses technisches Geschick, müssen doch sensible Messgeräte in einem engen Bohrloch bis 2500 m unter Tag bei hohen Temperaturen und hohem Gesteinsdruck von der Erdoberfläche aus bedient werden.

Die wichtigsten Untersuchungsziele der 12 Nagra-Tiefbohrungen sind:

1. Aufnahme des Gesteinsinventars. Dazu dienen neben geophysikalischen Bohrlochmessungen vor allem Laboruntersuchungen an den Bohrkernen.
2. Bestimmung der Kluftsysteme im Gestein. Hier gelangt auch eine Bohrloch-Fernsehkamera zum Einsatz. Aus den Ergebnissen lassen sich die Auswirkungen von künftigen Bewegungen im Untergrund (etwa bei Erdbeben) abschätzen. Beobachtungen in Bergwerken haben gezeigt, dass Erschütterungen in der Tiefe weit geringere Auswirkungen zeigen als an der Erdoberfläche.
3. Information über Tiefengrundwasser. Mit verschiedenartigen Tests – unter anderem durch Pumpversuche – sollen die hydraulischen Verhältnisse in Sedimenten und Kristallin abgeklärt werden: Wasserführung, Druck, Chemismus, Alter der Wasser. Die Resultate der Nagra-Bohrungen werden Anhaltspunkte für das hydrologische Modell der Nordschweiz liefern. Es ist zu vermuten, dass in der Muschelkalk-Formation grössere Wassermengen angetroffen werden; möglicherweise steht dieser Aquifer unter artesischer Spannung. Im Kristallin dagegen ist mit bloss sehr geringer Wasserführung zu rechnen, was hohe Anforderungen an die Testmethoden stellt. Hier wird die Nagra erstmals in Europa ein in den USA und in Kanada erprobtes

Das Nagra-Programm für 12 Sondierbohrungen in der Nordschweiz

Bohrstandort	Geplante Endtiefe
Böttstein	1400 m
Weiach	2000 m
Riniken	1800 m
Hägendorf	2400 m
Niedergösgen	2250 m
Kaisten	1200 m
Hornussen	1600 m
Schafisheim	2550 m
Leuggern	1200 m
Birrhard	2350 m
Steinmauer	2500 m
Siblingen	1450 m

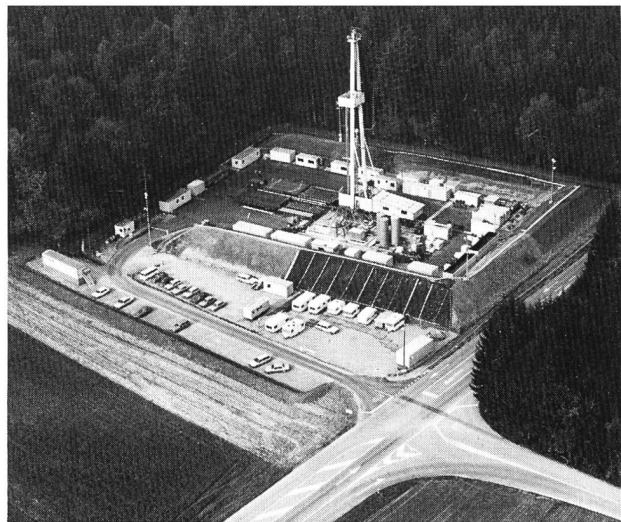


Bild 1. Das Bohrgelände Böttstein. In der Bildmitte steht der 44 m hohe Bohrturm, rechts davon schliesst die Maschinenplattform an, auf der die elektrischen Antriebsorgane untergebracht sind. Links am Bildrand – in einem umgebauten Schiffscontainer – die ständige Informationsausstellung der Nagra, die täglich von 13 bis 17 Uhr besucht werden kann.

Verfahren zur Messung von geringen Wasserdurchlässigkeiten in Tiefbohrungen einsetzen.

4. Abklärung der felsmechanischen Eigenschaften und der Temperaturverhältnisse des Gesteinsuntergrundes. Felsmechanische Untersuchungen von Bohrkernen im Labor sowie Temperaturmessungen im Bohrloch liefern die entsprechenden Resultate.

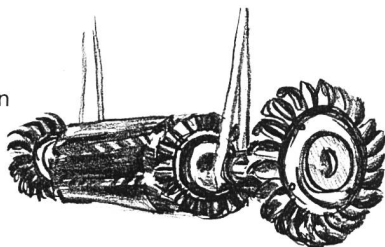
5. Beschaffung von Daten zur Eichung der regionalen geophysikalischen Kartierung. Zu diesem Zweck löst man an der Erdoberfläche seismische Signale (Erschütterungen) aus, welche dann von den in den Bohrlöchern versenkten Geophonen registriert werden.

An die Testphase schliesst eine längere Beobachtungsphase an; sie dürfte jeweils rund ein Jahr dauern. Während dieser Zeit werden vor allem die Druckschwankungen des Tiefengrundwassers gemessen. Möglicherweise werden auch weitere Wasserproben aus dem Kristallin entnommen.

### Bodenschätze und Erdwärme

Dieses umfassende Untersuchungsprogramm wird eine Fülle von wissenschaftlichen Daten liefern und ausserdem Fragen praktischer Natur beantworten helfen. Im Gegensatz zu den Erdölfirmen hat sich die Nagra verpflichtet, alle Resultate aus den zwölf Tiefbohrungen zu veröffentlichen. Besonders interessant für die Geologen werden die Informationen über das bisher noch kaum bekannte Kristallin im Untergrund von Mittelland und Jura sein. Was wirtschaftlich verwertbare Ergebnisse angeht, stehen zwei Themenkreise im Vordergrund: Bodenschätze und Erdwärme. Zu den möglicherweise in den Sedimenten anzutreffenden Bodenschätzen zählen Salz, Kohle, Erdöl und Erdgas (noch während der Bohrphase werden laufend Gasmessungen am Bohrloch durchgeführt); das Kristallin könnte Erzlagerstätten (Metallerze und Uran) enthalten, wie sie ja auch im benachbarten Schwarzwald zu finden sind. Die geothermische Energie schliesslich liesse sich allenfalls in Form von Thermalquellen oder als Heizwärme nutzen. Entsprechende Studien führt die Eidg. Fachkommission für die Nutzung geothermischer Energie und die unterirdische Wärmespeicherung in Zusammenarbeit mit der Nagra durch.

Adresse des Verfassers: Franz Auf der Maur, Garbenweg 8, 3027 Bern.



Fachtagung «Unterhalt, Revision und Erneuerung von Turbinen-Generatoren-Einheiten von Wasserkraftanlagen»

Journées professionnelles «Maintenance, révision et renouvellement d'unités turbine-générateur d'installations de force motrice hydraulique»

## Rückblick

### Aus der Eröffnungsansprache

Von Hans Biswenger, Präsident des Wasserwirtschaftsverbandes Baden-Württemberg e. V.

Mit Revision, Unterhalt und Erneuerung nicht nur der maschinellen Einrichtungen, sondern auch der ganzen Anlagen können Sie, sehr verehrte Teilnehmer, in der heutigen Zeit verstärkten Energiebewusstseins einen wichtigen Beitrag zur optimalen Verfügbarkeit unserer Wasserkraftanlagen leisten. Jede hydraulische Kilowattstunde, die ans Netz abgegeben werden kann, lässt uns die Ressourcen an Kohle, Erdöl oder Erdgas um einen ganz kleinen Betrag strecken. Durch Nicht-Verbrennen von fossilen Brennstoffen leisten wir auch einen wichtigen Beitrag an den Umweltschutz, einen Beitrag zur Lufthygiene.

Da wir wissen, dass die fossilen Brennstoffe in den nächsten Jahren teuer und rar werden, da wir aber nicht wissen, wie der Bau von Kernkraftwerken weitergehen soll, müssen wir für die Erhaltung der bestehenden Wasserkraftanlagen, seien sie gross, mittel oder klein, vermehrt Sorge tragen, denn sie bilden einen wichtigen Eckpfeiler unserer Energieversorgung.

### Aus der Begrüssung

Von Hanspeter Fischer, Nationalrat, Präsident des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes

Hier möchte ich noch auf einen Aspekt hinweisen, der mir als Mitglied einer kantonalen Regierung, das insbesondere für die Volkswirtschaft zuständig ist, ganz speziell am Herzen liegt. Es ist bekannt, dass sich die Maschinenindustrie in unseren europäischen Industriestaaten in einer ziemlich schweren Rezessionsphase befindet und mit ausserordentlich grossen wirtschaftlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Ich meine, dass gerade auch wir, das heisst die Betriebsgesellschaften von Wasserkraftwerken, diese Tatsache bei den Entscheidungen, ob und wann revidiert oder erneuert werden soll, mitzuberücksichtigen haben. Unsere NationalökonomInnen reden vom antizyklischen Verhalten. Damit meinen sie, dass insbesondere die öffentliche Hand ihre wirtschaftsfördernden Aufträge dann erteilen soll, wenn die vorhandenen Produktionskapazitäten durch die private Nachfrage nicht voll ausgelastet werden. Dieser Zustand ist heute insbesondere in der Maschinenbaubranche in allen europäischen Industriestaaten vorhanden. Man weiss, und eine im letzten Jahr veröffentlichte Studie des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes hat dies erneut bestätigt, dass im Bereich der hydraulischen Elektrizitätserzeugung nicht unbeträchtliche Investitionsreserven liegen, sei es durch die Erneuerung

technisch überalterter Anlagen, durch die Erweiterung bestehender Anlagen oder auch durch die Erstellung von neuen Anlagen. Selbstverständlich ist auch mir bekannt, dass bei der Beurteilung von derartigen Vorhaben neben dem konjunkturell bedingten Wunsch nach solchen Investitionen eine ganz Reihe anderer Kriterien, Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine wichtige und entscheidendere Rolle spielen. Wenn wir nur an die zum Teil sehr langwierigen und schwerfälligen Bewilligungsverfahren und an die Schwierigkeiten denken, die von gewissen Seiten zur Verhinderung von derartigen Vorhaben gemacht werden, kann man einigermassen ermessen, welcher Stellenwert den konjunkturellen Bedürfnissen in diesem Zusammenhang zukommt. Ich hoffe allerdings – dabei denke ich nochmals an die zum Teil künstlich erzeugten Schwierigkeiten in den Bewilligungsverfahren –, dass sich gerade in der heutigen Zeit die Einsicht weiter durchzusetzen vermag, dass man nicht auf der einen Seite eine gänzlich unberührte Natur und eine idyllische Wirtschaft, wie sie zu Beginn des letzten Jahrhunderts noch bestanden hat, verlangen kann, wenn man auf der andern Seite gleichzeitig die hohen Löhne sowie eine umfassende soziale Sicherheit und eine perfekt ausgebaute Infrastruktur fordert, die nur ein hochentwickelter Industriestaat am Ende des 20. Jahrhunderts bieten kann. Ganz abgesehen davon, dass vor allem die Wasserwirtschaft in den letzten Jahren und Jahrzehnten in unzähligen Fällen sehr anschaulich und deutlich bewiesen hat, dass sich Technik und Natur nicht zwangsläufig gegenseitig ausschliessen, sondern dass es durchaus möglich ist, zwischen diesen beiden Dingen eine sinnvolle, ja sogar beide Teile bereichernde Harmonie herzustellen. Diesem Ziel dient auch ein grosser Teil der Aktivitäten des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.

## Fitness-Programme für Wasserkraftwerke

Verschleiss und Schadenverhütung an Turbinen und Generatoren.

Rudolf Weber

Wasserkraftwerke stehen zwar sechs und mehr Jahrzehnte äusserlich unverändert in Dienst, doch gehen Zeit und Belastung an ihren Turbinen und Generatoren nicht spurlos vorüber. Welcher Verschleiss an diesen Maschinen auftritt, was Betreiber und Hersteller dagegen tun, wieviel Energiegewinn durch Teilerneuerungen erzielt werden kann und was das kostet – diesen Fragen der Instandhaltung war am 20. und 21. Januar 1983 eine Tagung in Rheinfelden (Schweiz) gewidmet. Veranstaltet von den Wasserwirtschaftsverbänden der Schweiz und Baden-Württembergs, zog sie 300 Fachleute aus 5 Ländern an. Für die energiebewusste Öffentlichkeit dürfte der dargebotene Blick hinter die Kulissen auch deshalb von Interesse sein, weil er die Sicherung der Versorgung und den Strompreis berührt.

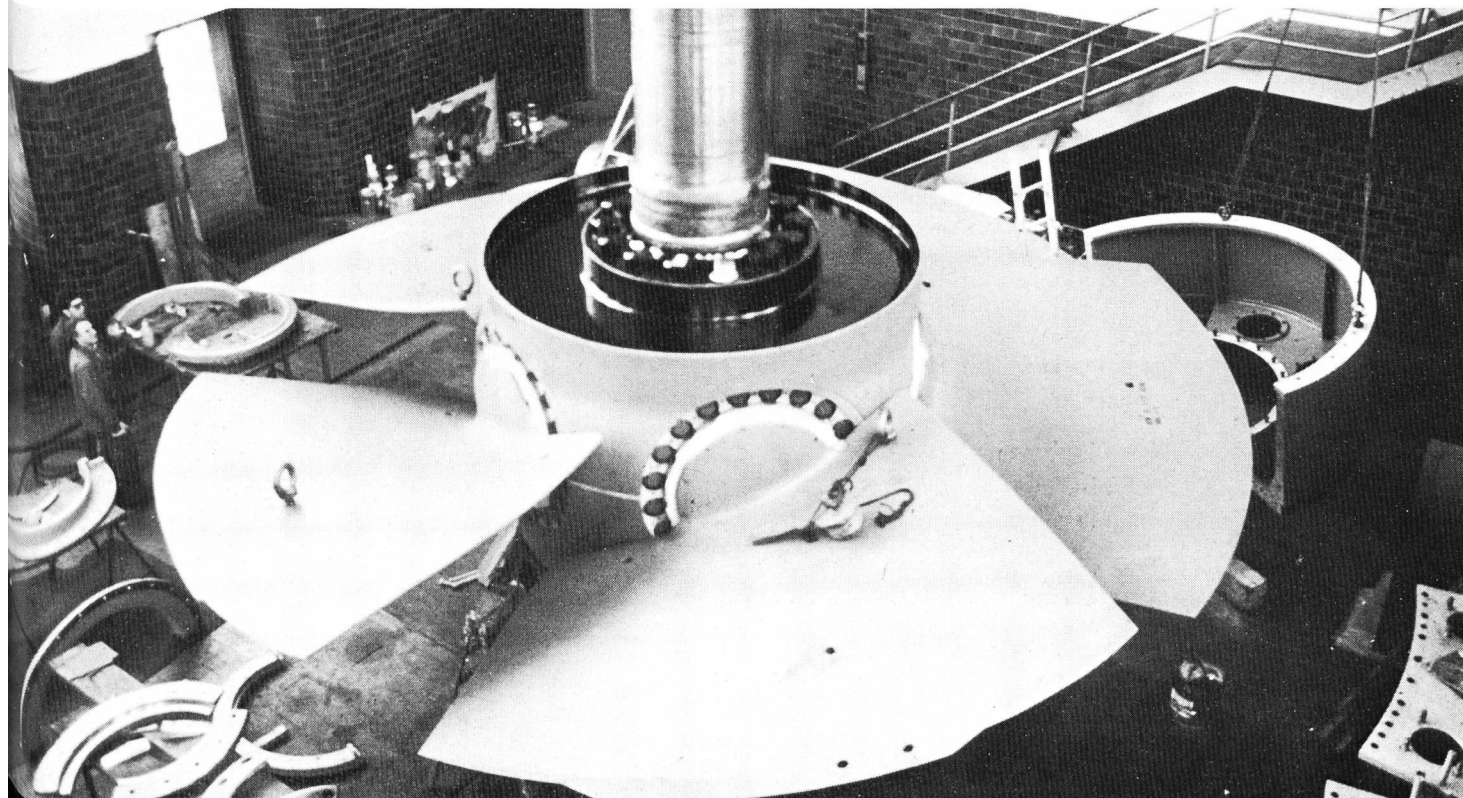
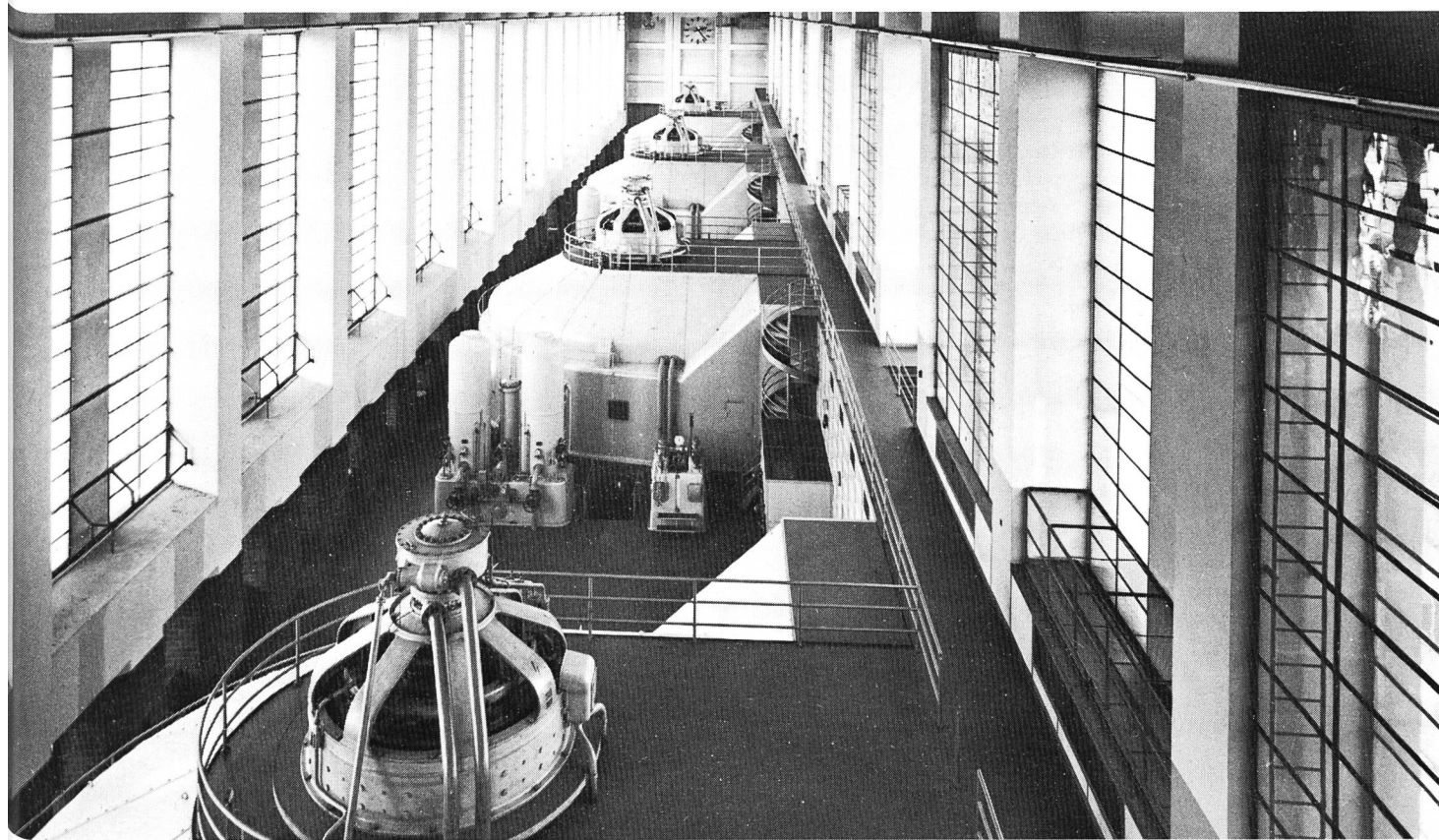
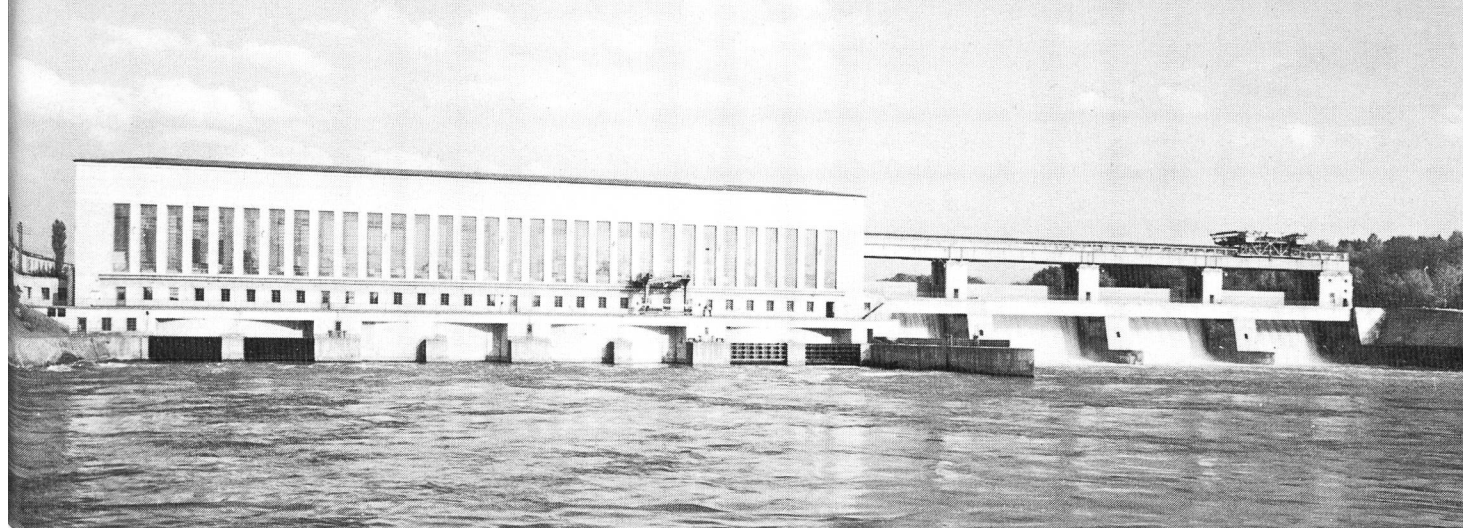
Seite rechts

Bild 1, oben. Ansicht vom Unterwasser her des 1927 bis 1931 erbauten Rheinkraftwerkes Ryburg-Schwörstadt, das an der Fachtagung «Unterhalt, Revisionen und Erneuerung von Turbinen-Generatoren-Einheiten von Wasserkraftanlagen» besichtigt werden konnte.

Bild 2, Mitte. Der Maschinensaal Ryburg-Schwörstadt mit den vier Einheiten.

Bild 3, unten. Je gleichzeitig mit der Erneuerung der Generatoren wurden und werden auch die Turbinen nach rund 50 Jahren Betrieb erneuert. Die Laufradschaufeln und der -mantel (heute beide aus Chromnickelstahl, früher Stahlguss) werden ersetzt. Eine der vier Kaplan-turbinen wird zum Wiedereinfahren bereitgestellt.





Hätte jemand die Tagung mit der Vorstellung besucht, Turbinen und Generatoren in Wasserkraftwerken brauchten nur dann und wann einen Tropfen Öl, um ewig zu laufen, so wäre er in Rheinfelden rasch eines Besseren belehrt worden: Diese grossen, komplizierten und hoch belasteten Maschinen haben auch ihre Probleme. Je nach Kraftwerkstyp sind diese Probleme verschieden – bei Hochdruck-Speichieranlagen sind sie anders gelagert als bei Niederdruck-Flusskraftwerken –, und sogar Kraftwerke des gleichen Typs können sich in ihren Eigenheiten stark voneinander unterscheiden.

### *Schäden durch sandhaltiges Wasser*

Ein Beispiel dafür, welchen Einfluss allein die Qualität des Wassers auf die Turbinen haben kann, geben die Kraftwerke Mattmark im Wallis. Die Zentrale Stalden bezieht im Winter ihr Wasser aus dem Stausee Mattmark, im Sommer hingegen direkt aus Gletscherbächen. Über den Winter erfahren die Peltonturbinen (das sind die mit den Bechern am Radkranz) eine normale Abnutzung. Nach dem Sommerbetrieb ist jedoch zufolge der starken Erosion an Bechern und Düsen jedesmal eine kleine Revision fällig. Der Missetäter: feinsten Sand, den auch die vorsorglich eingebauten Entsanderanlagen nicht aus dem Bachwasser abzuschneiden vermögen. Eine Hauptrevision, d. h. Austausch der Turbine gegen ein Reserverad und nachfolgende gründliche Überholung, muss deshalb alle fünf Jahre durchgeführt werden, anstatt alle zehn wie bei der Schwesterzentrale Zermatt, die nur mit Stauseewasser arbeitet. Die Kosten betragen je Turbine von einem Drittel bis zum halben Betrag einer Neuanschaffung.

Dem raschen Verschleiss durch sandhaltiges Wasser ist kein Stahl gewachsen. Immerhin halten hochlegierte, rostfreie Chrom-Nickel-Stähle dem Beschuss – Wasser und Sand treffen ja mit hoher Geschwindigkeit auf den Becher – länger stand als die früher verwendeten niedrig oder gar nicht legierten. Rostfreier Stahl ist zwar teurer, aber insgesamt doch wirtschaftlicher. Er wird auch zur Reparatur älterer Turbinen auf die Schadstellen aufplattiert oder aufge-

Bild 4. MT- und UT-Prüfung in einer Kaplanmaschine im Kraftwerk Schaffhausen. MT: Magnetisierungsprüfung; UT: Ultraschallprüfung. Werkfoto + GF+

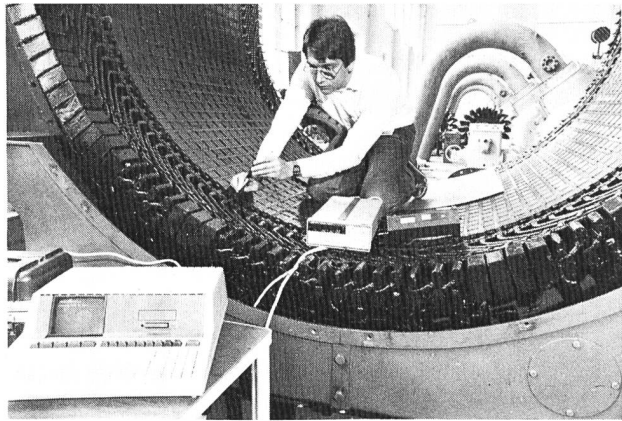


Bild 5. An einem Generator-Ständer wird anlässlich einer Inspektion mit elektronischen Messgeräten überprüft, ob die Kupferwicklungen auch gut in den Nuten sitzen. (Bild BBC)

schweisst. Erosion durch Sand ist auch bei den Absperrorganen in Pumpstationen eine gefürchtete Erscheinung.

### *Neue Erkenntnisse beim Stahl*

Vor einem Rätsel stand man bis vor kurzem, wenn Risse an den Becherwurzeln auftraten, die ihren Ursprung nachweisbar nicht in Poren, Schlackeneinschlüssen (vom Giesen her) oder Schweißfehlern hatten. In den letzten Jahren haben Betreiber und Hersteller mehrerer Länder gemeinsam (unter Führung des Labors für Betriebssicherheit an der TH Darmstadt) nach den Ursachen geforscht und sind nun fündig geworden: Die Korrosionsschwingfestigkeit grosser Stahl-Bauteile ist geringer als die separat gegossener Materialproben. An letzteren wurde jedoch dieser wichtige Wert bestimmt und der Bemessung der Bauteile zugrunde gelegt. Künftig wird man also gründlicher prüfen und vorsichtiger dimensionieren müssen. Ein weiteres Forschungsergebnis ist, dass die Dauerschwingfestigkeit – eine andere wichtige Kennzahl – von rostfreiem Stahl dann viel niedriger liegt, wenn er mit Wasser statt mit Luft in Berührung steht. Die Kraftwerke Grand Dixence haben daraus die Konsequenz gezogen, alle gefährdeten Turbinenteile zusätzlich zum üblichen Schutzanstrich mit einer Konservierung ähnlich dem Hohlraumschutz bei Autos zu versehen.

### *Schweizer Generatoren unproblematisch*

In der Schweiz arbeiten Francis-Turbinen, wie sie vor allem in Pumpspeicherwerken verwendet werden, und die Kaplan-Propellerturbinen der Flusskraftwerke weitgehend störungsfrei – im Gegensatz etwa zu den USA, wo man konstruktives Neuland offenbar mit weniger Zurückhaltung betritt. Und wenn hierzulande schon einmal ein Generator repariert werden muss, dann handelt es sich meist um die brüchig gewordene Schellack- und Glimmerisolierung der Kupferwicklungen älterer Maschinen. Zugleich mit dem Aufbringen der neuen Kunstharz-Isolierung wird oft auch das Magnetblech des Generator-Ständers gegen modernes, besseres ausgetauscht. Das ergibt insgesamt eine Verringerung der Verluste. Nach Angaben des Generator-Herstellers Brown Boveri lässt sich die Leistung alter Generatoren – unter Beibehaltung ihrer Abmessungen – in günstigen Fällen um 35 % steigern, was freilich auch eine stärkere Turbine sowie mehr Wasser voraussetzt.

Im deutsch-schweizerischen Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt, erbaut 1927 bis 1931, wird über den Zeitraum von 1977 bis 1985 eine Teilerneuerung aller vier Maschinengruppen durchgeführt. Neue Isolierung und neue Bleche bringen die Leistung je Generator von 35 000 auf



40 000 kVA, und dank neuen Schaufeln schluckt eine Kaplan-Turbine künftig 355 statt 300 m<sup>3</sup>/s. Insgesamt soll die mittlere Jahresstromerzeugung von 700 auf 754 Mio kWh steigen. Der Preis dafür: je Turbine 3 und je Generator 5 Mio Franken.

### Revisionen aufgrund gezielter Diagnose

Den Anstoss zu dieser Teilerneuerung gab Anfang der 70er Jahre die Entdeckung, dass die Isolierung der Kupferwicklung der Generatoren nach vierzig Jahren weitgehend zerbröselte war. Dieser Fund ist jedoch nicht dem Zufall zuzuschreiben, sondern wurde anlässlich einer periodischen Inspektion gemacht. Regelmässige Inspektionen und Revisionen von Wasserkraftwerken sind in der Schweiz zwar nicht vorgeschrieben, werden aber von den meisten Betreibern als beste werterhaltende Massnahme angesehen – wirtschaftlicher jedenfalls als ein «Fahren bis zum Bruch», auch wenn die Hauptrevision einer Maschinengruppe 350 000 Franken kosten kann. Während früher starre Zeitintervalle üblich waren, zeichnet sich in den letzten Jahren eine flexiblere Einteilung ab. Es heisst jetzt nicht mehr, diese und jene Überholungsarbeiten an Turbine oder Generator sind unbedingt alle soundsoviel Jahre durchzuführen, sondern man macht die Arbeiten und ihren Zeitpunkt vom Ergebnis einer Diagnose vor allem jener Maschinenteile abhängig, die als kritisch bekannt sind. Somit ist die Zustandsbeurteilung in den Mittelpunkt der Instandhaltungsstrategie gerückt. Die Hersteller empfehlen allgemein eine erste Diagnose nach tausend Betriebsstunden und danach – sofern keine schwerwiegenden Mängel festgestellt wurden – eine Prüfung alle zwei bis drei Jahre. Die Untersuchung selbst bedient sich aller Methoden der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, vom Magnetpulververfahren über die Farbeindringprüfung bis zu Ultraschall und Durchleuchtung. Vielfach, so zum Beispiel von den Bernischen Kraftwerken in allen ihren Anlagen, wird zusätzlich eine ständige Überwachung in Form der automatischen Schwingungsmessung eingeführt, denn an rotierenden Maschinen kündigt sich jeder Schaden zuerst durch abnormale Schwingungen an. Automatisierung ist eine Übung, die manchen Betreibern von Wasserkraftwerken doppelt zu schaffen macht. Einer-

seits sehen sie sich durch die hohen Personalkosten und den Mangel an Fachkräften gezwungen, ihre Anlagen weitgehend auf selbsttätigen Betrieb umzustellen. Andererseits aber macht sich der verringerte Personalbestand dann nachteilig bemerkbar, wenn es gilt, Revisionen in kürzester Zeit durchzuführen. Im Kraftwerk Albbruck-Do-gern am Oberrhein etwa müssen die Revisionen einer Maschinengruppe während der kurzen Wochen des Winter-Niedrigwassers abgeschlossen sein, damit die Produktionsverluste möglichst niedrig bleiben. Bei dem heutigen Personalbestand und den modernen Arbeitszeit- und Urlaubsansprüchen sei dies kaum noch möglich. Als Ausweg wird eine vierte Maschinengruppe vorgeschlagen, so dass während der Arbeiten die anderen drei Gruppen mit voller Kraftwerkleistung produzieren.

So unterschiedliche Seiten der Turbinen und Generatoren auf der Tagung in Rheinfelden auch beleuchtet wurden, so gab es doch einen gemeinsamen Nenner, nämlich das offensichtliche Bemühen der Betreiber, die Zuverlässigkeit ihrer Anlagen hoch und die Kosten (und damit den Strompreis) tief zu halten. Dies zu wissen dürfte für die Verbraucher um so tröstlicher sein, als im Alpenraum Wasserkraftwerke auf unabsehbare Zeit die wichtigste heimische Energiequelle bleiben werden.

Verfasser: Dr. Rudolf Weber, Alte Bruggerstrasse 8, 5605 Dottikon.

### 300 spécialistes de l'énergie hydraulique se concertent

#### L'indispensable rénovation des installations

*Même si elle compte parmi les sources renouvelables, l'énergie hydraulique n'en est pas moins soumise à l'usure du temps. Turbines et alternateurs sont régulièrement l'objet de soins attentifs, de travaux de rénovation, voire de remplacement. Chaque type d'ouvrage et d'équipement est confronté à des problèmes spécifiques qui ont été évoqués par près de 300 spécialistes de cinq pays au cours de journées professionnelles sur l'entretien des centrales hydrauliques qui viennent de se terminer à Rheinfelden.*

Ces problèmes ne sont pas dénués d'intérêt pour le profane qui imagine bien souvent que les installations hydrauliques ne nécessitent guère plus d'une giclée d'huile dans les rouages de temps à autre et qu'elles sont pratiquement inusables.

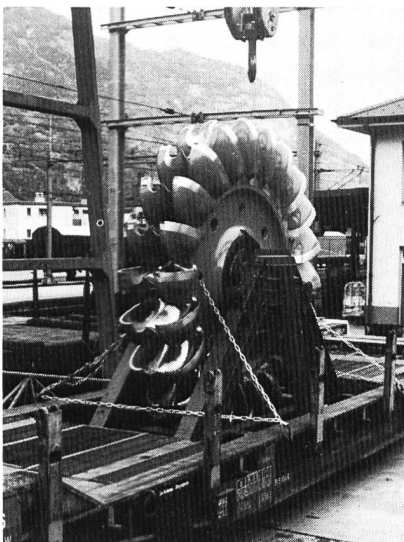


Figure 6, à gauche. Une roue de turbine pour la centrale de Stalden, des Forces Motrices de Mattmark SA, est arrivée en gare de Viège. A partir de là, cette roue de type Pelton est amenée à la centrale par la route. Les roues d'un poids de 16 t et d'une puissance de 40 000 kW ou 55 000 PS chacune sont soumises à une révision complète par leur fabricant au bout de 20 000 heures d'exploitation.

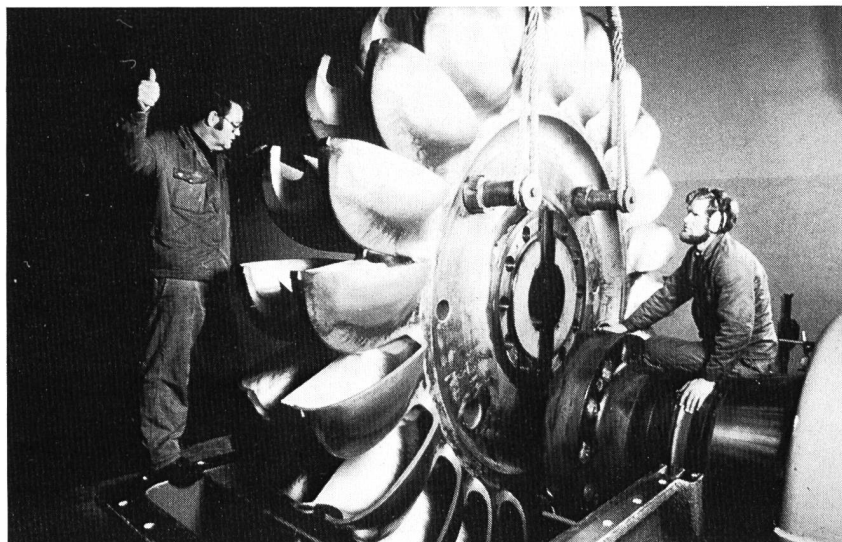


Figure 7, à droite. Les roues de turbines de la centrale de Stalden des Forces Motrices de Mattmark SA sont contrôlées et remise en état une fois par an. La photo nous montre le démontage d'une roue de la machine.

Tel n'est pas le cas. Il s'agit en fait de machines de grandes dimensions, complexes et soumises à de très fortes pressions et tensions, auxquelles on peut ajouter des dommages par corrosion. C'est ainsi que les spécialistes réunis à Rheinfelden ont pu entendre des communications sur certaines catégories de détériorations et sur les mesures qu'elles nécessitent.

### Les installations de Mattmark en Valais

Les installations de Mattmark, en Valais, nous en offrent un exemple précis. En hiver, la centrale de Stalden prélève de l'eau dans le lac artificiel alors qu'en été, elle est directement alimentée par les torrents des glaciers. Et l'on constate que si les turbines Pelton (avec des godets sur l'anneau des roues) subissaient une usure normale en hiver, elles font en revanche l'objet d'une forte érosion des godets et des tuyères pendant l'exploitation estivale, au point d'entraîner la nécessité d'une petite révision annuelle.

Le «coupable» en est le sable ultra-fin que les filtres séparateurs ne parviennent pas à retenir. Cet inconvénient exige tous les 5 ans une grande révision qui implique le remplacement temporaire de la turbine par une roue de réserve et sa remise en état minutieuse, alors que, pour les turbines alimentées par les seules eaux des lacs artificiels, cette révision n'intervient que tous les 10 ans seulement.

La centrale germano-suisse de Ryburg-Schwörstadt, dont la construction remonte à 1931, est un exemple des problèmes liés à la réfection partielle d'un ouvrage hydraulique. Ces travaux, qui s'échelonnent de 1977 à 1985, visent à rénover les quatre groupes de machines. Une nouvelle isolation et des nouvelles tôles porteront la puissance par alternateur de 35 000 à 40 000 kVA, et grâce à de nouvelles aubes, chaque turbine Kaplan avalera 355 mètres cubes d'eau à la seconde au lieu de 300 m<sup>3</sup>.

Au total, la production annuelle moyenne sera portée de 700 à 745 millions de kWh. Le coût de l'opération: 3 millions de francs par turbine et 5 millions par alternateur. Cette rénovation s'est avérée nécessaire après que l'on ait découvert que l'isolation des bobinages de cuivre des alternateurs s'était progressivement détériorée.

Tels sont quelques-uns des cas qui ont été évoqués lors de ce séminaire de Rheinfelden, sous le titre «Maintenance, révision et renouvellement d'unités turbine-générateur d'installations de force motrice hydraulique». On a pu y constater la volonté unanime des exploitants de hisser la capacité et la sécurité des installations à leur plus haut niveau tout en s'efforçant de maintenir le prix de l'énergie produite le plus bas possible. OFEL

### Der Tagungsband

Sämtliche Referate von der Fachtagung «Unterhalt, Revisionen und Erneuerung von Turbinen-Generatoren-Einheiten von Wasserkraftanlagen» werden, je in der Originalsprache, in einem Tagungsband erscheinen. Eine Zusammenfassung je in Deutsch, Französisch und Englisch wird den Texten vorangestellt. Der Band, der etwa 210 Seiten A 5 umfassen wird, liegt Ende April vor und kann beim Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3A, CH-5401 Baden, zum Preis von 50 Franken (zuzüglich Versandkosten) bezogen werden. Den Tagungsteilnehmern wird der Band direkt zugestellt.

### Les exposés des Journées professionnelles

Tous les exposés des Journées professionnelles «Maintenance, révision et renouvellement d'unités turbine-générateur d'installations de force motrice hydraulique» paraîtront dans un volume d'environ 210 pages A 5 vers fin avril. Les exposés seront reproduits dans la langue originale. Les résumés en allemand, en français et en anglais précéderont les textes. Le volume peut être commandé pour 50 fr.s. (frais de port en surplus) à l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, Rütistrasse 3A, CH-5401 Baden. Les participants aux journées de Rheinfelden recevront le volume sans commande.

## Personelles



### Ernst Mühlemann †

Am 23. Dezember 1982 ereilte uns die traurige Nachricht, dass Dr. Ing. Ernst Mühlemann bei einem Ferienaufenthalt auf den Kanarischen Inseln ganz unerwartet einem Herzversagen erlegen ist. Nach 4jähriger Assistenz bei Prof. Ackeret an der ETH und einer mehrjährigen Mitarbeit bei den Ateliers des Charmilles in Genf trat Dr. Ernst Mühlemann am 1. August 1950 bei Escher Wyss in den damaligen Bereich Wasserturbinen-Berechnung ein. Weltoffenheit bestimmte massgebend die berufliche Tätigkeit des

Verstorbenen. So wünschte er denn auch – nach 1½ Jahren Mitarbeit in der Berechnung – im Ausland tätig zu werden. Nach einer 15monatigen systematischen Ausbildung in allen einschlägigen Bereichen der Gesellschaft war es dann 1953 so weit. Er reiste mit seiner Familie nach Tokio und leitete dort bis 1962 die Escher-Wyss-Vertretung Far East, deren Geschäftsvolumen er beträchtlich zu erweitern verstand. So konnte er unter anderem verschiedene Lizenzverträge mit japanischen Firmen abschliessen und mit diesen zusammen mehrere Gasturbinen-Anlagen mit eingeschlossenem Kreislauf liefern, beispielsweise auch an die japanische Navy. Auf Beginn des Jahres 1963 übernahm Dr. Mühlemann als Nachfolger von Direktor Zorn die Leitung der Abteilung Wasserturbinen von Escher Wyss Zürich.

Das bedeutungsvolle Gebiet des weltweiten Verkaufs lag ihm besonders am Herzen, und viele Wasserkraftwerke in der ganzen Welt sind mit seinem Namen verbunden. Dr. Mühlemann war ein angesehener Repräsentant der Hydraulik von Escher Wyss auf dem Weltmarkt und ein kompetenter Koordinator der Hydraulik-Belange innerhalb der Escher-Wyss-Gruppe unter Einbezug der Lizenznehmer.

Er war der Vater dieser ganzen Hydraulik-Familie.

Auch in internationalen und nationalen Gremien war Dr. Mühlemann sehr geschätzt. So vertrat er die Schweizer Industrie an den alle 3 Jahre stattfindenden Weltenergie-Konferenzen und war im Vorstand des Schweizer Wasserwirtschaftsverbandes sowie des Energie-Konsumenten-Verbandes.

Der Verstorbene hat die Geschicke unseres grossen und traditionellen Produktbereiches Hydraulik während fast zwei Jahrzehnten geprägt. Wir trauern um einen liebenswerten Menschen von echter Herzensgüte.

Jakob Kägi

### Neuer Direktor bei den NOK

Der Verwaltungsrat der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) hat Kurt P. Küffer, dipl. Ing. ETH, auf den 1. Juli 1983 zum Nachfolger von Direktor Erich Heimlicher, der nach 15 Jahren auf diesen Zeitpunkt in den Ruhestand tritt, gewählt und ihn zum Direktor befördert. Er übernimmt die Direktionsabteilung Energieverkehr und Betrieb. Kurt P. Küffer, bisher stellvertretender Direktor, ist seit 1970 Leiter des Kernkraftwerkes Beznau der NOK.

### Wechsel an der meteorologischen Anstalt

Auf das Jahresende trat Gerhard Simmen als Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, SMA, zurück. Sein Nachfolger wurde André Junod, Dr ès sc. nat.

### Un prix pour un assistant de l'EPFL

Le prix BBC 1982 pour l'énergie électrique a été attribué à M. Claude Rossier, 32 ans, ingénieur diplômé de l'EPFL et actuellement assistant de recherche au Laboratoire des réseaux d'énergie électrique de l'EPFL. Ses travaux concernent le développement de techniques de gestion et de contrôle des réseaux électriques. Le prix – d'un montant de 10 000.— fr.s. récompense plus particulièrement les travaux effectués dans les domaines de l'estimation d'état et de l'analyse de la sécurité d'exploitation des réseaux.

## Expertenkommission zur Vorbereitung einer Revision des Gewässerschutzes

Das Eidg. Departement des Innern hat eine ausserparlamentarische Expertenkommission unter der Leitung des Neuenburger Ständerates und Rechtsprofessors *Jean-François Aubert* eingesetzt, die mit der Vorbereitung einer Revision des Gewässerschutzgesetzes betraut ist.

Artikel 24bis der Bundesverfassung verpflichtet den Bund unter anderem zum Erlass von Gesetzesbestimmungen über den quantitativen Gewässerschutz, insbesondere solcher zur *Sicherung angemessener Restwassermengen*, sowie über die Wasserversorgung und die Hydrologie. Zur Erfüllung dieser Aufträge liegt es nahe, das Gewässerschutzgesetz mit neuen Bestimmungen zu ergänzen, die in den genannten Bereichen auf der Ebene des Bundesrechts erforderlich sind.

Im Zuge dieser Revisionsarbeiten erscheint es sinnvoll, gleichzeitig auch die bestehenden Vorschriften des Gesetzes zum qualitativen Gewässerschutz den heutigen Gegebenheiten anzupassen. Dies betrifft vor allem Bestimmungen zum sogenannten differenzierten Gewässerschutz, der auf erleichterte Abwasserbeseitigungsmassnahmen in abgelegenen Gebieten oder solchen mit geringer Bevölkerungsdichte abzielt sowie die teilweise Neuordnung der Voraussetzungen für Subventionen an Gewässerschutzanlagen und Gewässeruntersuchungen.

Das Hauptgewicht der Revision des Gewässerschutzes liegt im Bereich der Vorschriften zur Sicherung angemessener Restwassermengen. Die Interessen, denen diese Bestimmungen Rechnung tragen müssen, sind sehr vielfältiger Art und betreffen neben den Gebieten des eigentlichen Gewässerschutzes und der Fischerei solche der Energiewirtschaft, des Natur- und Landschaftsschutzes, der Landwirtschaft und der Raumplanung. Die Rechtsetzungsaufgaben im Bereich der Restwassermengen sind damit ausgesprochen interdisziplinärer Natur.

Ihre Erfüllung bedingt eine sorgfältige Ermittlung und gegenseitige Abwägung der betroffenen öffentlichen Interessen. Es handelt sich dabei um eine Materie von beträchtlicher politischer Brisanz.

Die Expertenkommission ist beauftragt, bis zum Frühjahr 1984 einen Revisionsentwurf zu unterbreiten. Sie kann ausserhalb der Bundesverwaltung stehende sachkundige Personen anhören oder zur Mitarbeit beiziehen.

Mitglieder der vom EDI am 10. 12. 1982 eingesetzten ausserparlamentarischen Expertenkommission zur Vorbereitung einer Revision des Gewässerschutzgesetzes sind:

*Aubert Jean-François* (Vorsitz), conseiller aux Etats, professeur de droit constitutionnel à l'Université de Neuchâtel, Bâle;  
*Bornet Bernard*, conseiller d'Etat, Dr. ès. sc. éc., chef du Département des travaux publics et du Département de l'environnement du canton du Valais, Basse-Nendaz;

*Caccia Fulvio*, Consiglio di Stato, dott. sc. ing. dipl., Direttore dei Dipartimenti Polizia e Ambiente del cantone del Ticino, Cadenazzo;  
*Geiger Willi*, Regierungsrat, Prof. Dr. jur., Vorsteher des Baudepartements des Kantons St. Gallen, St. Gallen;

*Loretan Willy*, Nationalrat, Dr. jur., Stadtmann Zofingen, Zofingen;

*Mertenat François*, conseiller d'Etat, chef du Département de l'environnement et de l'équipement du canton du Jura, Porrentruy;

*Müller Bernhard*, Nationalrat, Regierungsrat, Dr. phil. nat., Vorsteher der Direktion für Volkswirtschaft des Kantons Bern, Scharnachtal;

*Baumann Paul*, Dipl.-Ing., Vorsteher des kantonalen Amts für Gewässerschutz Luzern, Luzern;

*Gartmann Rudolf*, Dipl.-Ing., Vorsteher des Amts für Gewässerschutz Graubünden, Chur;

*Trüeb Ernst*, Prof., Vorsteher des Instituts für Hydromechanik und Wasserwirtschaft an der ETH Zürich, Winterthur;

*Pedrollo Rodolfo*, dott. sc. techn. ing. dipl., Direktor des Bundesamts für Umweltschutz, Neuenburg;

*Loepfe Rolf*, Dr. jur. Rechtsanwalt, Direktor des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Bern.

Pressemittteilung des Eidg. Departements des Innern

## Besteuerung der Partnerwerke

Die Standesinitiative des Kantons Graubünden, zu der der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband im vergangenen Jahr Stellung bezogen hat (wasser, energie, luft – eau, énergie, air» 74 1982, Heft 3, S. 54 – 58), wurde am 16. Dezember 1982 im Ständerat oppositionslos abgelehnt. Ein Antrag *Piller*, die Anliegen der Standesinitiative in Form eines Postulates zu überweisen, wurde ebenfalls – mit 22 zu 10 Stimmen – abgelehnt.

Die zuständige Kommission des Nationalrates beantragt, gemäss einer Zeitungsmeldung vom 23. Februar 1983, der grossen Kammer in Übereinstimmung mit dem Beschluss des Ständerates die Initiative abzulehnen. Mit 8:4 Stimmen verwarf die von Nationalrat *Werner Martignoni*, Bern, präsidierte Kommission auch eine Motion, die entsprechende Massnahmen im Rahmen der Steuerharmonisierung verlangte.

## Literatur

**Grundlagen der Abwasserreinigung.** Herausgegeben von Prof. Dr. F. Moser, TU Graz, als gwf-Schriftenreihe Wasser – Abwasser 19, 861 Seiten, 377 Abbildungen und 52 Tabellen, 98 DM

Die beiden Bände bilden die Zusammenfassung der am Symposium «Wissenschaftliche Grundlagen der Abwassertechnik» 1980 in Graz gehaltenen Vorträge.

Im ersten Band folgen nach einer wissenschaftstheoretischen Standortbestimmung die Eliminationskinetik der biologischen Abwasserreinigung und die entsprechende Verfahrenstechnik einschliesslich Charakterisierung der Biomasse, Nitrifikation und Denitrifikation in einstufigen und zweistufigen Belebungsbecken und Festbettreaktoren. Ferner werden Probleme der Blasenkoaleszenz beim Lufteintrag, der Intensivierung der anaeroben Abbauprozesse zwecks besserer Schlammbehandlung sowie der Optimierung des Energiebedarfs mittels Einsatz von Prozess-Rechnern besprochen und Fliessbett- sowie Hochbioreaktoren vorgestellt.

Der zweite Band ist vorwiegend Fallstudien gewidmet und zeigt neue Erfahrungen bei der biologischen Abwasserreinigung auf, wie Beispiele der Energieminimierung bei Adsorptions-Tropfkörpern, des intermittierenden Betriebes von Oxidations-Denitrifikations-Teichen und der sogenannten Wurzelraumsorgung. Darüber hinaus wird unter anderem über Erfahrungen mit Hubstrahlreaktoren und strahldüsenbelüfteten Oxidationsgräben berichtet.

Insgesamt werden in 34 Beiträgen von anerkannten Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis in übersichtlicher Weise und gut dokumentiert die Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung behandelt und die massgeblichen Neuentwicklungen dargestellt.

Prof. E. Trüeb, ETH Zürich

## Ankündigungen

### Auslandpraxis für Studenten

Seit 35 Jahren können Studenten der Ingenieur- und Naturwissenschaften während der Sommersemesterferien für 2 bis 3 Monate ins Ausland reisen, um auf ihrem Fachgebiet praktisch zu arbeiten. Die Stellen werden von der IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) vermittelt, einer unpolitischen Organisation, der 45 Länder von den USA bis Japan und von Island bis Australien angehören. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit liegt aber nach wie vor in Europa. Die Plätze werden nach dem Grundsatz der Gegenseitigkeit ausgetauscht: Jedes Land nimmt ungefähr gleich viele Studenten auf wie es in andere Länder entsendet.

Die Schweiz ist seit der Gründung mit dabei. Im Sommer 1982 konnten 190 Studenten schweizerischer Hoch- und Ingenieurschulen in 36 Ländern arbeiten und so eine andere Umgebung einmal nicht aus der Touristenperspektive, sondern im Zusammenleben mit der Bevölkerung kennenlernen und dabei noch ihre Studienkenntnisse praktisch anwenden. In der Gegenrichtung kamen 227 ausländische Praktikanten in die Schweiz; 147 private und öffentliche Unternehmungen aller Industriesparten sowie der Architektur und Landwirtschaft stellten Praxisplätze zur Verfügung. Auch Hochschulinstitute und Forschungsanstalten waren am Austausch beteiligt.

Wegen der verschlechterten Wirtschaftslage wird es 1983 schwieri-



ger sein, den bisherigen Stand zu halten. Arbeitgeber, die in der Lage sind, einen oder mehrere Studenten sinnvoll zu beschäftigen, sind daher eingeladen, die Stellen beim schweizerischen IAESTE-Büro anzumelden, das gerne jede gewünschte Auskunft gibt. Adresse: Praktikantendienst ETHZ, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Tel. 01/256 20 70.

#### **Nachdiplomstudium in Siedlungswasserbau und Gewässerschutz an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich**

Die Abteilung für Bauingenieurwesen der ETHZ führt jährlich das Nachdiplomstudium in Siedlungswasserbau und Gewässerschutz durch. Das Ziel des Studiums ist die Weiterbildung von Akademikern verschiedener Fachdisziplinen, die im Bereich Verwaltung, Forschung, Entwicklung, Projektierung und Betrieb im Rahmen der Siedlungswasserwirtschaft, der Umweltwissenschaften, der Umwelttechnologie und des Gewässerschutzes tätig sind bzw. tätig sein werden. Die interdisziplinäre Ausbildung während dieses Nachdiplomstudiums fördert vor allem das Verständnis für multidisziplinäre Fragestellungen und Zusammenhänge sowie die Fähigkeit, mit Vertretern anderer Fachgebiete zusammenzuarbeiten. Dieser Studiengang steht Ingenieuren und Naturwissenschaftlern offen, die sich über einen Hochschulabschluss oder einen gleichwertigen Bildungsstand ausweisen.

Die Anmeldefrist für den Nachdiplomkurs 1983 läuft am 31. Mai 1983 ab. Eine detaillierte Broschüre kann verlangt werden beim Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH Hönghenberg, CH-8093 Zürich.

#### **Wärmepumpentagung 1983**

Am 21. und 22. April 1983 führen die Schweizerische Vereinigung für Gesundheitstechnik, SVG, und der Schweizerische Verein von Wärme- und Kälteingenieuren, SWKI, im Stadthof 11, Zürich Oerlikon, eine Wärmepumpentagung durch, an der der Leistungsnachweis und die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen zur Sprache kommen.

Auskünfte erteilt: SVG, Postfach 305, 8035 Zürich.

#### **Scale Effects in Modelling Hydraulic Structures**

A Symposium on this theme is planned for September 3–6, 1984, in Esslingen am Neckar, Germany. Topics will be: Scale effects in modelling hydraulic structures (excluding hydraulic machinery) with emphasis on: discharge characteristics (flow capacity, instabilities, patterns, head losses, etc.), drag and shear forces, swirl and vortex formation, air entrainment, energy dissipation. Each of

these subjects will have subdivisions such as viscosity effects, roughness effects, surface-tension effects, etc. For more information please contact Prof. Dr. D. Vischer, VAW – ETHZ, 8092 Zurich, member of the scientific committee.

#### **12. Weltenergiekonferenz in New Delhi (Indien)**

Die 12. Weltenergiekonferenz findet vom 18. bis 23. September 1983 in New Delhi statt. Das Generalthema lautet: Energie, wirtschaftliche Entwicklung – Lebensqualität. Daneben werden Gespräche am runden Tisch und Sitzungen von Arbeitsgruppen sowie Studienreisen organisiert. Auskünfte erteilt das Schweizerische Nationalkomitee der Weltenergiekonferenz, c/o Elektrowatt AG, Postfach, 8021 Zürich (Telefon 01/251 62 61).

#### **5. Deutsches Talsperren-Symposium, Vorankündigung**

Das 5. Deutsche Talsperren-Symposium findet am 22. und 23. Februar 1984 in Nürnberg statt. Für den 24. Februar sind Exkursionen vorgesehen.

Thematik der Vorträge und Aussprachen werden im wesentlichen sein: Stauanlagen und Umwelt; Gründung und Untergrundabdichtung von Talsperren sowie ihre Rückwirkungen auf das Absperrbauwerk – Kontrollmessungen.

Veranstalter ist das deutsche nationale Komitee der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau sowie dem deutschen Verband für Wasser- und Kulturbau.

Kontaktadresse: Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft, TU München, Arcisstrasse 21, D-8000 München 2.

#### **Interpraevent 1984**

Vom 6. bis 9. Juni 1984 findet in Villach, Österreich, die Interpraevent 1984 statt. Vorangehend, am 5. Juni, wird ein Festakt zu «100 Jahre Wildbachverbauungen in Österreich» stattfinden. Als Generalthema wurde «Koordinierung im Schutzwasserbau» gewählt. Das erste Zirkular zu diesem Symposium kann bei der folgenden Adresse angefordert werden: Interpraevent 1984, Postfach 134, A-9501 Villach.

#### **Wasser Berlin 1985**

Mit einem vielfältigen Programm an Tagungen und Veranstaltungen wird für 1985 wiederum die Wasserfachmesse «Wasser Berlin» geplant. Sie soll vom 22. bis 28. April 1985 stattfinden. Auskünfte erteilt: AMK Berlin, M2, Postfach 19 17 40, D-1000 Berlin 19.



Schweizerische Fachzeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Gewässerschutz, Wasserversorgung, Bewässerung und Entwässerung, Seenregulierung, Hochwasserschutz, Binnenschifffahrt, Energiewirtschaft, Lufthygiene

Revue suisse spécialisée traitant de la législation sur l'utilisation des eaux, des constructions hydrauliques, de la mise en valeur des forces hydrauliques, de la protection des eaux, de l'irrigation et du drainage, de la régularisation de lacs, des corrections de cours d'eau et des endiguements de torrents, de la navigation fluviale et de l'hygiène de l'air.

Gegründet 1908. Vor 1976 «Wasser- und Energiewirtschaft», avant 1976 «Cours d'eau et énergie»

**Redaktion:** Georg Weber, dipl. Ing. ETH, Direktor des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes

**Verlag und Administration:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3 A, CH-5401 Baden, Telefon 056 22 50 69  
Bankverbindung: Aargauische Kantonalbank, Baden (Postcheckkonto 50 - 3092 Aarau, zugunsten Konto 826 000 «Wasser, Energie, Luft»)

**Inseratenverwaltung:** IVA AG für internationale Werbung, Postfach, 8032 Zürich, Telefon 01 251 24 50  
1004 Lausanne, 19, avenue Beaulieu, tél. 021 37 72 72

**Druck:** Buchdruckerei AG Baden, Rütistrasse 3, 5400 Baden, Telefon 056 22 55 04

**Lithos:** Busag Repros, Postfach, 8032 Zürich, Telefon 01 53 67 30

«wasser, energie, luft – eau, énergie, air» ist offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV) und seiner Gruppen: Reussverband, Associazione Ticinese di Economia delle Acque, Verband Aare-Rheinwerke, Linth-Limmatverband, Rheinverband, Aargauischer Wasserwirtschaftsverband sowie das Organ der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) und des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren

Jahresabonnement Fr. 72.–, für das Ausland Fr. 85.–

Einzelpreis Heft 1/2 1983 Fr. 10.50 zuzüglich Porto (Einzelpreis variierend je nach Umfang)