

# Historische Turbinen und Generatoren

## Schweizer Anlagen im norwegischen Kraftwerk Vemork

Das bei der Inbetriebnahme 1911 weltweit grösste Drehstromkraftwerk und nach der Umrüstung 1929 grösste Gleichstromkraftwerk ist heute ein Industriemuseum. Im Wettlauf mit der Atombombe erlangte Vemork wegen der Möglichkeit, schweres Wasser zu produzieren, während des 2. Weltkrieges eine Sonderstellung und ging damit in die Geschichte ein. Die Turbinen und Generatoren von Schweizer Firmen wie Escher Wyss & Co., Zürich, sowie der Maschinenfabrik Oerlikon können dort nun besichtigt werden.

### Werner Schefer

Die Anreise über die Route 37 entlang dem See Tinnsjø und durchs Vestfjord-Tal nach Rjukan führt nicht nur durch eine wunderschöne Landschaft. Sie vermag auch zu zeigen, wie am Anfang der Industrialisierung die Fabriken der Wasserkraft an die entlegensten Stellen folgten. Das am Fusse des Gaustatoppen liegende Rjukan zählte noch ums Jahr 1900 nicht mehr als etwa fünfzig vorwiegend in der Landwirtschaft tätige Familien. Bereits im 18. Jahrhundert kamen die ersten Touristen. Bei guter Fernsicht konnten sie vom 1883 m hohen Berg Gaustatoppen weite Teile der südnorwegischen Gebirgslandschaft mit der darin eingebetteten Hardangervidda, der grössten Hochebene Europas, überblicken. Der Wasserreichtum dieser Gegend zeigt sich hier auf eindruckliche Weise. Die wichtigste Attraktion in Rjukan war aber der gewaltige 104 m hohe Wasserfall Rjukanfossen.

Davon beeindruckt war auch der norwegische Ingenieur und Unternehmer Sam Eyde (1866–1940). Ihn interessierte vor allem das Energiepotenzial der zu Tale tosenden Wassermenge. Es gelang ihm 1902, das Nutzungsrecht des Rjukanfossen zu erwerben. Als Industrieller sah sich Eyde nicht nur in der Rolle des Energielieferanten, sondern auch als Fabrikant und als Gestalter wie Erbauer ganzer Siedlungen. Dazu gründete er 1905 das Unternehmen Norsk Hydro. Zur Beschaffung von Kapital, Nutzungsrechten, Produktionsverfahren und Marktzugang suchte er namhafte Partner. Zu den prominentesten Personen gehörte der deutsche Kaiser Wilhelm II.,

den er in Odda im Jahre 1906 über die Pläne einer Karbid- und Cyanamidfabrik orientierte.

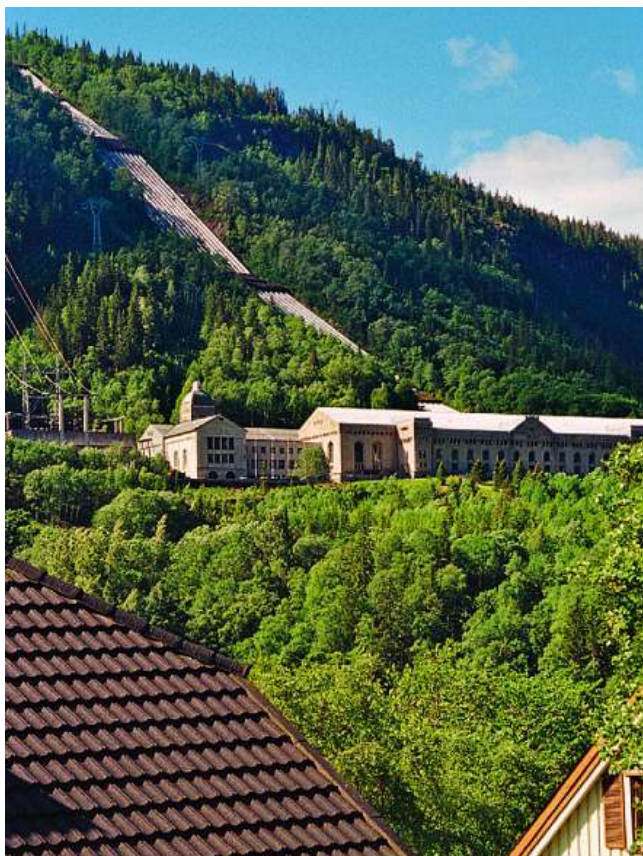
### Kraftwerkbau und Ausbau

Nach rund 4-jähriger Bauzeit erfolgte 1911 die Inbetriebnahme des mit 10 Maschinengruppen ausgerüsteten Kraftwerkes (KW) Vemork (Bild 1). Das in 10 Druckleitungen auf die Turbinen geführte Wasser des Rjukanfossen sorgte

für den Antrieb. Je fünf Stück der 14 500 PS starken Pelton-Turbinen stammten von den Firmen Escher Wyss & Co., Zürich (Bild 2), und Voith, Heidenheim (D). Der Lieferauftrag für die Generatoren ging zu gleichen Teilen an die Firmen BBC Baden und ASEA (S). Zum Einsatz kamen neun Doppel-Drehstromgeneratoren und ein Einfach-Drehstromgenerator; alle mit horizontaler Welle und ausgelegt für 250 Touren/Minute, einer Leistung von 17 MVA bei einer Spannung von 10–11 kV.

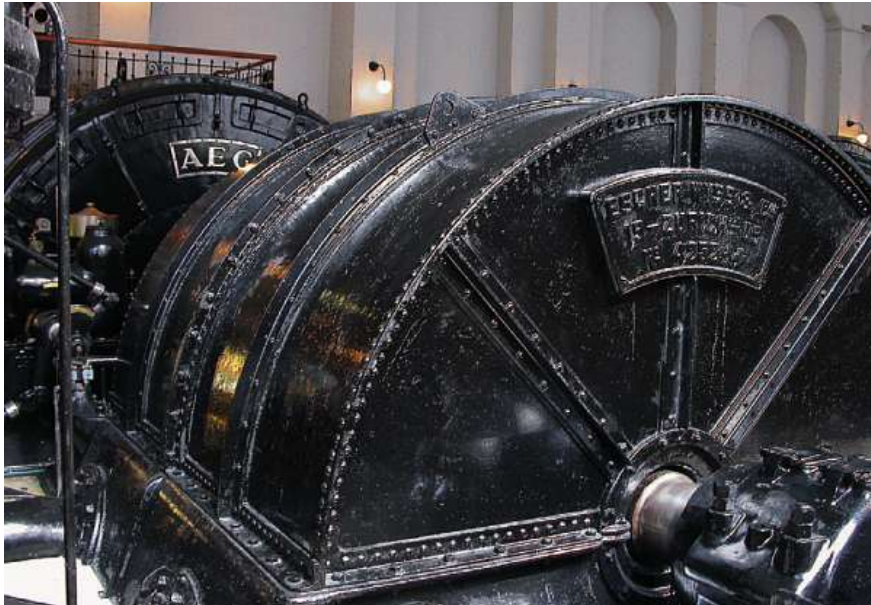
Rund 100 MW betrug die Gesamtleistung, was bei der mittleren Gefällshöhe von 280 m und dem gemessenen Anlagewirkungsgrad von 0,75 eine Wassermenge von rund 50 000 l/s erforderte. Zum Projekt KW Vemork gehörte auch die anschliessend in Angriff genommene Nutzung dieses Wassers in einer 2. Stufe mit dem Bau des Kraftwerkes Sâheim bei Rjukan.

Hauptabnehmer des im KW Vemork produzierten Stromes war die im 5 km entfernten Rjukan zu Norsk Hydro gehörende Kunstdüngerfabrik. Gewonnen



**Bild 1** Kraftwerk Vemork bei Rjukan (2012).

Schefer



**Bild 2** Pelton-Turbine von Escher Wyss, Baujahr 1909, KW Vemork (2012).

wurde der Stickstoff aus der Luft mit Hilfe eines Lichtbogens – ein 1903 von Eyde mit dem norwegischen Physiker Kristian Birkeland entwickeltes Verfahren. Birkeland gehörte zu den Gründern der Firma Norsk Hydro und gelangte als deren Teilhaber zu Wohlstand.

Im Jahre 1914 lieferte die Maschinenfabrik Oerlikon (MFO) den 11. horizontalachsigen Drehstromgenerator gleicher Leistung, Tourenzahl und Spannung, ausgeführt als Einfachgenerator mit nur einem Stator und Rotor. Vier Jahre später konnte durch Einsatz neuer Schaufeln die Turbinenleistung von 14500 auf 16000 PS erhöht werden. Als letzter Ausbau kam 1927 ein von der Firma MFO bezogener Drehstromgenerator mit folgenden Daten in Betrieb: 600 Touren/Minute, 18350 kVA bei 10–11 kV. Knappe Platzverhältnisse verlangten eine vertikalachsige Anordnung von Generator und Turbine; 17500 PS leistete die von Escher Wyss erstmals bei solch grossem Gefälle eingesetzte Francisturbine.

Diese Ausbauten standen auch im Zusammenhang mit der stark gewachsenen Bevölkerung in Rjukan. Schon 1917 war die Einwohnerzahl von Rjukan und Umgebung auf rund 10000 angestiegen. Im Auftrag von Norsk Hydro entstand in abgestimmter Planung eine Modellstadt mit verschiedenen Haustypen, die über elektrischen Strom und fliessendes Wasser verfügten. Zu damaliger Zeit ein ungewöhnlich hoher Komfort; meist überstieg denn auch die Nachfrage nach Wohnraum das bestehende Angebot.

### Umrüstung auf Gleichstrom

Neue Produktionsverfahren von Kunstdünger und ein wieder weitgehend freier Handel von chilenischem Salpeter nach Ende des 1. Weltkrieges bewegten Norsk Hydro zum Bau einer Wasserstoffanlage. Die Fabrik kam direkt vor das KW Vemork zu stehen. Der für das Elektrolyseverfahren benötigte Gleichstrom grosser Stärke verursacht hohe Leitungsverluste; daher die erforderliche Nähe zum Kraftwerk. An Stelle der zur Erstausrüstung gehörenden Drehstromgeneratoren kamen zehn Doppel-Gleichstromgeneratoren zum Einsatz. Die Hälfte davon lieferte die Firma MFO (**Bild 3**), von den Firmen AEG und Siemens stammten die restli-

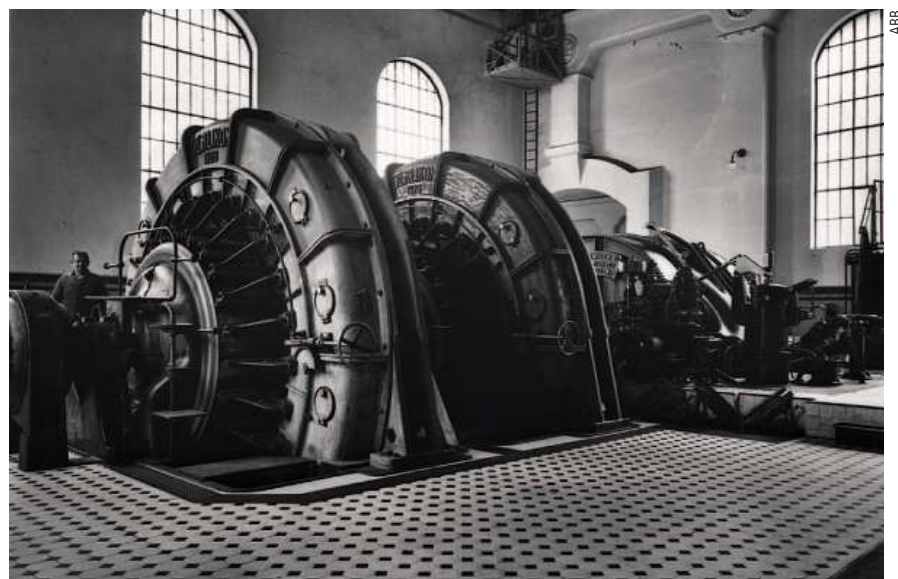
chen fünf Stück; alle ausgelegt auf eine Leistung von 12 MW (24 kA, 500 V, 250 Touren/Minute).

Im Jahre 1929 erfolgte die Aufnahme der Wasserstoff-Produktion (**Bild 4**). Das bei diesem Prozess in geringer Menge anfallende Nebenprodukt schweres Wasser (Deuteriumoxid  $D_2O$ ) wurde 1932 vom amerikanischen Chemiker Harold Clayton Urey (1893–1981) entdeckt. Es eignet sich u.a. zur Dämpfung und Kontrolle von Kettenreaktionen in Atomreaktoren und spielte bei der Entwicklung der Atombombe eine wichtige Rolle. Zu Beginn des 2. Weltkrieges war in Europa die Firma Norsk Hydro, Vemork, der einzige Hersteller von schwerem Wasser in nennenswerten Mengen.

Gleichzeitig mit der KW-Umrüstung und dem vorgelagerten Fabrik-Neubau beschäftigte sich Eyde noch mit einem Projekt ganz anderer Art. Er liess im Auftrag von Norsk Hydro die Krossobahn, die erste Drahtseilbahn Skandinaviens, für den Personentransport bauen. Es war ein Geschenk an die Einwohner Rjukans, damit diese während der langen Winterzeit hin und wieder die Sonne zu Gesicht bekamen. In den eigenen Unternehmen ausgebildetes Personal sicherte Norsk Hydro den Bestand an qualifizierten Fachkräften; Wohnkomfort und Krossobahn halfen mit, das Personal längerfristig zu halten.

### Im Wettlauf mit der Atombombe

Im ersten Halbjahr 1940 besetzte die deutsche Wehrmacht Norwegen. Strategisch wichtige Anlagen gelangten voll-



**Bild 3** Montage eines Doppel-Gleichstromgenerators der Maschinenfabrik Oerlikon im KW Vemork (1928, Archiv ABB).

Schefer



**Bild 4** Maschinensaal Ausrüstungsstand ähnlich zur Situation 1929, KW Vemork (2012).

ständig unter ihre Kontrolle; dazu gehörten auch Kraftwerk und Wasserstoffanlage Vemork. Von Interesse war das dort produzierte schwere Wasser, welches die deutschen Atomphysiker zum Betrieb eines Versuchsreaktors dringend benötigten. Im Reaktor sollte waffenfähiges Plutonium zum Bau einer Atombombe hergestellt werden. Davon Kenntnis hatten auch die Alliierten und versuchten dies mit Sabotageakten zu verhindern. Nach anfänglich grossen Schwierigkeiten gelang einer Gruppe Anfang 1943 die Sprengung der Schwerwasser-Produktionsanlage. Als Reaktion auf deren rasche Wiederinstandsetzung kam es gegen Ende 1943 zur Bombardierung der ganzen Fabrik. Noch zuvor produziertes Halbfabrikat zur Herstellung von schwerem Wasser befand sich auf der Eisenbahnfähre zum Transport über den See Tinnsjø. Saboteure vermochten vor dem Auslaufen eine Sprengladung anzubringen und das Schiff auf halbem Weg zu versenken. Mit Archivmaterial aller Art und nachgestellter Verfilmung nehmen diese Ereignisse einen wichtigen Platz im jetzigen Museum ein.

Nach Kriegsende wurde die Fabrik zur Wasserstoffgewinnung wieder aufgebaut. Anfang der 1960er-Jahre verdrängte das petrochemische Verfahren zunehmend die elektrochemische Produktion von Wasserstoff. Dies führte 1971 zur

Stilllegung des bis dahin noch immer grössten Gleichstromkraftwerkes der Welt. Die vorgebaute Wasserstoffanlage wurde 1976 abgerissen. Seither ist der Blick wieder frei auf das schön gestaltete Kraftwerksgebäude. Für Rjukan, dem einstigen Industriezentrum Norwegens, war dies nicht der erste Verlust von Arbeitsplätzen. Die Rückbesinnung auf den Tourismus sicherte zumindest einem Teil der Bevölkerung ein weiteres Auskommen.

### Ein Objekt der Industriekultur

Das stillgelegte KW Vemork in seiner erweiterten Funktion als Industriearbeitermuseum soll die industrielle Entwicklung Norwegens zeigen und als Stütze des Tourismus möglichst viele Besucher anziehen. Dies scheint zu funktionieren, und nicht ohne Stolz stellt man fest, was

Schweizer Firmen zu dieser Entwicklung beigetragen haben. Im Maschinensaal stehen noch fünf komplett ausgerüstete Doppel-Gleichstromgeneratoren, vier von MFO und einer von AEG; alle mit Turbinen von Escher Wyss gekoppelt.

Eine vorderhand noch lose Zusammenarbeit besteht mit dem nahe Odde gelegenen Industriestadt-Museum in Tysedal. Dieses befindet sich im 1989 stillgelegten Kraftwerk Tyso I, einer weiteren Wirkungsstätte von Sam Eyde. Zu besichtigen gibt es dort den vollständig eingerichteten Maschinensaal mit ganzer Schaltraumbestückung in der Erst- und Zweitausrüstung. Gut vertreten ist auch in diesem Objekt die schweizerische Maschinenindustrie. Vemork und Tysedal sind Vorzeigeprojekte der Industriekultur, etwas in ähnlicher Art müsste auch in der Schweiz machbar sein, geht es doch um die Bewahrung eines industriellen Erbes, das uns einst weltweit eine Spitzenposition verschaffte.

### Links

- Norwegisches Industriearbeitermuseum Vemork, 3661 Rjukan, Norwegen: [www.visitvemork.com](http://www.visitvemork.com)
- Norwegisches Wasserkraft- und Industriestadt-Museum Naustbakken 7, 5770 Tysedal, Norwegen: [www.nvim.no](http://www.nvim.no)

### Literatur

- Archiv Vemork, diverse Unterlagen.
- Archiv ABB, MFO-Bulletin März 1928.
- Zeitschrift Engineering, Januar 1914.
- Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Oktober/November 1914.
- Escher Wyss 1942, 100 Jahre Wasserturbinen.
- Norbert Lang, Roland Mosimann, Faszination Wasserkraft: Technikgeschichte und Maschinenästhetik, Hier-und-Jetzt-Verlag Baden, 2003.
- Frieder Bluhm, Zeitschrift Industriekultur 3.11.

### Angaben zum Autor

Werner Schefer, dipl. El.-Ing. HTL.  
 8340 Hinwil, [w.schefer-gujer@pop.agri.ch](mailto:w.schefer-gujer@pop.agri.ch)

### Résumé

#### Des turbines et des générateurs historiques

#### Des installations suisses dans la centrale norvégienne de Vemork

La plus grande centrale à courant triphasé à l'échelle mondiale lors de sa mise en service en 1911, qui est devenue par la suite la plus grande centrale à courant continu après sa transformation en 1929, est un musée industriel à l'heure actuelle. Dans la course à la bombe atomique, le site de Vemork avait acquis une position particulière pendant la Seconde Guerre mondiale en raison de sa capacité à produire de l'eau lourde, ce qui le fit rentrer dans l'Histoire. Il est désormais possible d'y voir des turbines et des générateurs de sociétés suisses, telles qu'Escher Wyss & Co. de Zurich et la fabrique de machines Oerlikon.

No