

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 52

Artikel: Die Elektrizitätsversorgung in Schweden
Autor: Zwygart, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-56851>

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: 16.05.2025

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

Unter den Berichten sind besonders zu erwähnen derjenige von Herrn Gröner (Norwegen), der das Verhalten von aus Hochofenzement, Eisen-Portlandzement, belgischem Schlacken- und Portlandzement mit Ziegelmehlzumischung hergestellten Talsperren beschreibt, auch derjenige von Herrn Hoon (Indien), der die Verwendung von Kankarkalkstein, mit Ziegelmehl gemischt, im Bau von indischen Talsperren behandelt, sowie diejenigen von Herrn Cléret de Langavant (Frankreich) und von Herrn Yuntilla (Finnland) über die Verwendung von Schlacken- und Zement.

Zu erwähnen ist auch die Neigung einiger Ingenieure, die Volumenänderungen des Betons nicht nur durch Verwendung von Spezialzementen, sondern auch durch möglichst starke Einschränkung der Zementdosierung zu verringern. Die Nachteile des knappen Zementgehaltes sollen dabei u. a. durch sorgfältigste Kornabstufung, sowie durch die Beimischung eines feine Luftbläschen erzeugenden Zusatzmittels (air-entrainment), die bei kleinerem Wassergehalt gleich gute Verarbeitbarkeit bewirkt, behoben werden.

In den Diskussionen, die durch die unvermeidlichen Uebersetzungen etwas belastet waren — offizielle Sprachen waren Englisch und Französisch —, traten die Mitglieder der sehr starken Delegation der Vereinigten Staaten besonders hervor, gefolgt von den Franzosen, die auch zahlreiche anwesend waren, und von den Schweden.

Besonderes Aufsehen erregte die Anwesenheit einer Delegation aus Indien, die unter Leitung von Herrn Khosla, einem der Vizepräsidenten der Internationalen Talsperrenkommission, stand. Ihre Darlegungen orientierten den Kongress über die bemerkenswerte Entwicklung des Talsperrenbaues in Indien, wo der nächste Kongress im Jahre 1951 stattfinden wird. Zum Schluss verdient noch die Leitung durch den Präsidenten der Internationalen Talsperrenkommission, Herrn Coyne (Frankreich), besondere Erwähnung. Herr Coyne präsidierte den Kongress mit geschickter Diplomatie; seine Eröffnungsrede war meisterhaft.

Die Elektrizitätsversorgung in Schweden

Von Dr. A. ZWYGART, Ingenieur, Baden

Die im Anschluss an den III. Talsperrenkongress in Stockholm durchgeführte fünftägige Studienreise vermittelte den Teilnehmern einen anschaulichen Querschnitt durch den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung und des Kraftwerkbaues in Schweden. Es sei im folgenden versucht, das Wesentliche für einen grösseren Leserkreis kurz zusammenzufassen, wobei sich einige Vergleiche mit den Verhältnissen in unserm Lande aufdrängen. Die aufgeführten statistischen Angaben sind einer von der Generaldirektion der Staatlichen Kraftwerke unter Mitarbeit des Schwedischen Elektrizitätsvereins und des Schwedischen Wasserkraftvereins herausgegebenen Uebersicht, betitelt «Die Kraftversorgung Schwedens», entnommen.

Im Jahre 1946 betrug die gesamte elektrische Energieerzeugung in Schweden 14,2 Mia kWh gegenüber rund 10 Mia kWh in der Schweiz. Auf den Kopf der Bevölkerung bezogen, war die Elektrizitätserzeugung mit 2100 kWh in Schweden und mit 2260 kWh in der Schweiz von ähnlicher Grössenordnung. Heute dürfte Schweden den Unterschied aufgeholt und bereits überschritten haben. Die Elektrizitätserzeugung von 1913 bis 1946 ist in Bild 1 dargestellt, woraus hervorgeht, dass die Zunahme über den letzten Krieg in Schweden verhältnismässig grösser war. Diese Entwicklung wird in den nächsten Jahren anhalten, indem die in Ausführung begriffenen Neubauten und Erweiterungen eine Produktionsvermehrung von über 4 Mia kWh in Schweden gegenüber 1,4 Mia kWh bei uns bringen werden.

Die Elektrizitätserzeugung basiert wie bei uns in der Hauptsache auf der Wasserkraft, die in mittleren Jahren den Bedarf vor dem Krieg bis auf 10 % und heute bis auf 2 bis 3 % deckt. Dieser Rest wird von Wärmekraftanlagen geliefert, die an der installierten Gesamtleistung von 2,6 Mio kW immerhin mit 0,35 Mio kW beteiligt sind und damit eine wertvolle Reserve darstellen. In den Flüssen Süd- und Mittelschwedens ist die Wasserführung im Winter- und Sommerhalbjahr annähernd gleich gross, während im Norden die Winterwassermenge wie bei uns in hohen Gebirgslagen auf 20 bis 25 % der Jahreswassermenge zurückgeht. Diese Verhältnisse erfordern einen Ausgleich durch Speicheranlagen, die aber in dem an natürlichen Seen reichen Lande zur Hauptsache in Verbindung

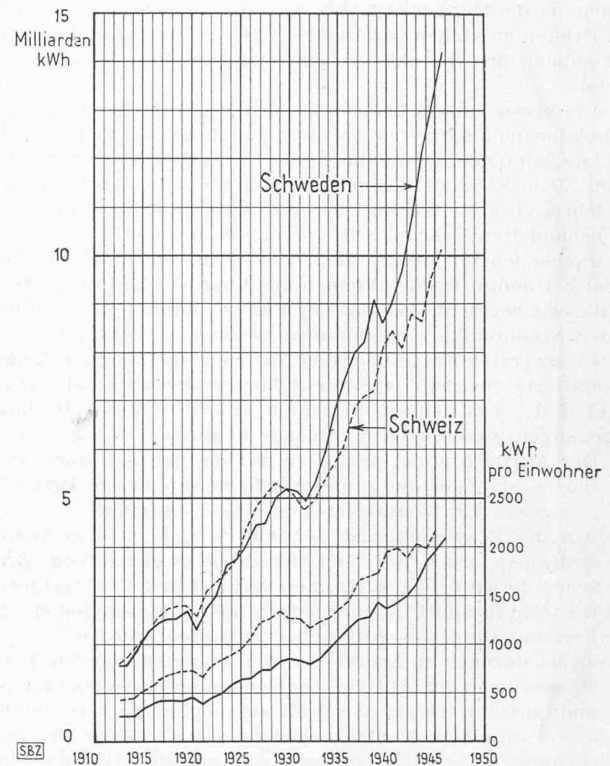


Bild 1. Elektrizitätserzeugung in Schweden und in der Schweiz von 1913 bis 1946, oben total, unten pro Einwohner

mit diesen angelegt werden können und zurzeit rd. 30 % der Jahresenergiemenge liefern. Die bedeutendste Speicheranlage bietet der Vänern, der mit einer Fläche von 5500 km² rund 2,5mal so gross ist wie alle Schweizerseen zusammen und bei einer Regulierungshöhe von 1,7 m eine Speicherenergiemenge von 860 Mio kWh aufweist, also ungefähr doppelt so viel wie der projektierte Greina-Stausee. Als Träger der Wasserspeicherung werden die am betreffenden Flusslauf bestehenden Kraftwerke zu Regulierunternehmen zusammengefasst, die für die Kosten des Baues und Betriebes nach Massgabe ihrer Interessen aufzukommen haben. Die in Schweden bestehenden rund 20 Regulierunternehmen bieten ein grosses praktisches Beispiel zu der auch im schweizerischen Wasserrechtsgesetz niedergelegten Regelung.

Die Initiative für die Ausnützung der Wasserkräfte ging auch in Schweden von privater Seite aus; seit 1906 hat sich der Staat in stetig zunehmendem Masse in die Entwicklung eingeschaltet. In die totale Energieerzeugung teilen sich zurzeit die staatliche Kraftwerkverwaltung mit 40 %, die kommunalen Unternehmen mit 6 % und die privaten Werke mit 54 %, wovon 20 % auf die eigentlichen Industrierwerke und 34 % auf die Werke der allgemeinen Versorgungsunternehmen entfallen. Die acht grossen privaten und kommunalen Netze liegen ausschliesslich im industriereichen Süd- und Mittelschweden, während die staatliche Verwaltung neben Teilen dieser Landesgegenden den ganzen, schwach bevölkerten Norden versorgt. Die Aufteilung gestaltet sich für die beiden Länder in Prozenten der nutzbaren Abgabe wie folgt:

	Schweden	Schweiz
	%	%
Grossindustrie	70	53
Bahnen	10	11
Haushalt und Gewerbe	20	36

Der Unterschied zeigt, dass die Versorgung des Haushaltes in Schweden noch grosse Entwicklungsmöglichkeiten hat, obschon bereits 85 % der Haushalte angeschlossen sind. Bei den Bahnen sind 38 % der Strecken des schwedischen Netzes mit einem Verkehrsvolumen von 80 % elektrifiziert.

Die gesamte zur Verfügung stehende Wasserkraft wird auf ungefähr 150 Mia kWh geschätzt, wovon aber nur 40 Mia ausbaufähig sein sollen und 13,5 Mia kWh Ende 1946 bereits ausgebaut waren. Demgegenüber verfügt die Schweiz über 20 bis 25 Mia kWh ausbaufähige und über rund 10 Mia kWh bereits ausbaute Wasserkräfte. Das Verhältnis ist für das

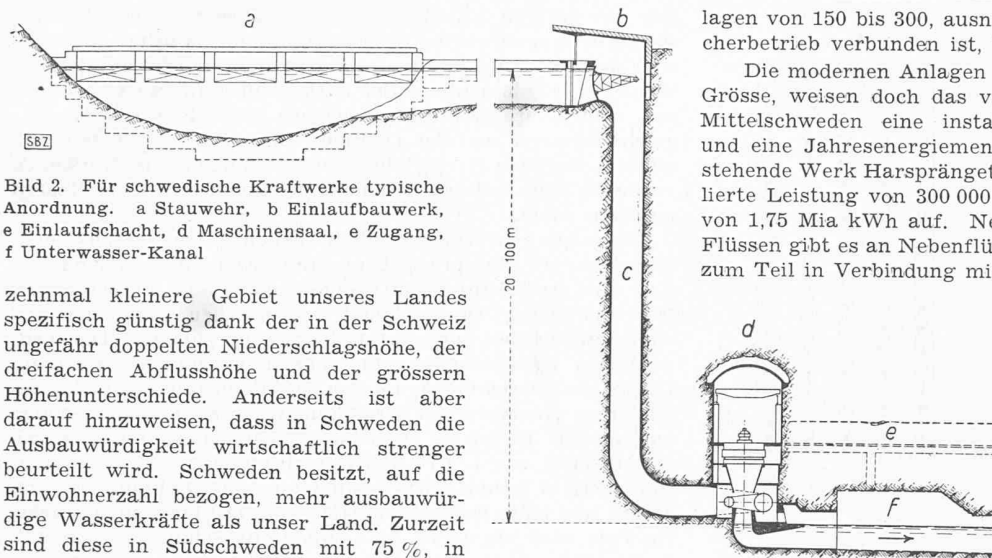


Bild 2. Für schwedische Kraftwerke typische Anordnung. a Staumauer, b Einlaufbauwerk, c Einlaufschacht, d Maschinenraum, e Zugang, f Unterwasser-Kanal

zehnmals kleinere Gebiet unseres Landes spezifisch günstig dank der in der Schweiz ungefähr doppelten Niederschlagshöhe, der dreifachen Abflusshöhe und der grösseren Höhenunterschiede. Andererseits ist aber darauf hinzuweisen, dass in Schweden die Ausbaumöglichkeit wirtschaftlich strenger beurteilt wird. Schweden besitzt, auf die Einwohnerzahl bezogen, mehr ausbaufähige Wasserkräfte als unser Land. Zurzeit sind diese in Südschweden mit 75 %, in Mittelschweden mit 30 % und in Nordschweden erst mit 10 % ausgebaut. Da sich die staatliche Verwaltung die Erzeugung in Nordschweden ganz reserviert hat, wird mit fortschreitendem Ausbau ihr Anteil an der Gesamterzeugung zunehmen. Diese Entwicklung kommt an den im Bau befindlichen Werken klar zum Ausdruck, deren Erzeugung zu rd. 75 % dem Staat zukommen wird.

Die Zusammenarbeit der staatlichen Verwaltung mit den acht grossen kommunalen und privaten Unternehmen war schon vor dem letzten Krieg gut entwickelt; sie wurde während des Krieges intensiviert und seit Kriegsende auf Grund eines freiwilligen Uebereinkommens weitergeführt. Das Land ist zu diesem Zweck in 13 Netzblöcke aufgeteilt, wovon fünf die Netze des Staates und acht die kommunalen und privaten Unternehmen umfassen. Die technische Leitung untersteht der zentralen Betriebsleitung und den 13 Block-Betriebsleitungen, während die finanziellen Verhältnisse zwischen den am Kraftaustausch beteiligten Unternehmen direkt erledigt werden.

Die weitgehende Zusammenarbeit der grossen Netze bedingt leistungsfähige Verbindungsleitungen, für die im Laufe der bisherigen Entwicklung Spannungen von 50, 70, 130 und 200 kV angewendet wurden. Die jetzigen fünf 200 kV-Leitungen, wovon drei dem Staate gehören, dienen der Uebertragung der grossen Energiemengen aus dem Norden nach Mittel- und Südschweden. Bei den grossen Entfernungen von 1300 km Luftlinie von Porjus im Norden bis Malmö im Süden genügt aber die Uebertragungsspannung von 200 kV nicht mehr, weshalb seit Jahren Studien und Versuche über hochgespannte Gleichstrom- und Wechselstromübertragung durchgeführt werden. Da aber diese Entwicklungsarbeit noch nicht abgeschlossen ist, hat die staatliche Verwaltung beschlossen, die seit 1946 alle neuen Leitungen für 200 kV und höhere Spannungen baut, für die zunächst erforderlichen Leitungen Wechselstrom von 350 kV anzuwenden. Die Uebertragungsleitungen werden vorherrschend als Einfachleitungen mit in der Horizontalen angeordneten Leitern erstellt. Die Tragwerke bestehen vielfach aus Holzgestängen mit eisernen Tragtraversen, eine Bauart, die über den Krieg auch bei uns an verschiedenen Orten Eingang gefunden hat.

Im gesamten besitzt Schweden 1400 Kraftwerke mit einer Leistung über 75 kW, die Schweiz deren 283 mit einer Leistung über 450 kW. Als Kraftwerktyp sind für Schweden Flusswerke nach Bild 2 charakteristisch, die bei Gefällen von 20 bis 100 m verhältnismässig grosse Wassermengen verarbeiten. Diese Werke lassen sich einigermaßen mit den Werken Lavey, Verbois, Mühleberg und Wettingen vergleichen, wobei aber dank der reichlichen Regulierungsmöglichkeiten der Seen am Oberlauf der Flüsse die Wasserführung viel ausgeglichener ist als in der Schweiz. Die Ausbaumengen ist denn auch in Schweden während jährlich mehr als neun Monaten vorhanden oder überschritten, gegenüber nur fünf Monaten bei unsern neueren Werken. Die Grösse der Flüsse entspricht ungefähr derjenigen von Rhone, Aare, Reuss und Limmat mit Ausbaumengen bei den modernen An-

lagen von 150 bis 300, ausnahmsweise, wenn damit auch Speicherbetrieb verbunden ist, bis 500 m³/s.

Die modernen Anlagen sind durchwegs von imponierender Grösse, weisen doch das voll ausgebaute Werk Krangede in Mittelschweden eine installierte Leistung von 210 000 kW und eine Jahresenergiemenge von 1,5 Mia kWh, das im Bau stehende Werk Harspränget nördl. des Polarkreises eine installierte Leistung von 300 000 kW und eine Jahresenergiemenge von 1,75 Mia kWh auf. Neben den Werken an den grossen Flüssen gibt es an Nebenflüssen auch reine Spitzenkraftwerke, zum Teil in Verbindung mit Pumpenanlagen, von denen eines über das für Schweden grösste Gefälle von 106 m verfügt, gegenüber dem grössten schweizerischen Gefälle von rd. 1700 m beim Dixence-Werk im Wallis.

Die wirtschaftlichen Verhältnisse sind dank der für Flusswerke grossen Gefälle, der ausgeglichenen Wasserführung und des freiliegenden oder in geringer Tiefe erreichbaren Felsuntergrundes für die schwedischen Kraftwerkbauten aus-

serordentlich günstig. Wie aus der Betrachtung von Bild 2 uns schwer zu folgern ist, nimmt die Wirtschaftlichkeit mit steigendem Gefälle zu, weil die Anlagekosten durch die Verlängerung des Einlaufschachtes und Unterwasserstollens, sowie durch die Vergrösserung der Maschinenleistung in geringerem Verhältnis zunehmen als die Werkleistung.

Ein wesentlicher Grund für die geringeren Anlagekosten der schwedischen Kraftwerke liegt auch in der Grösse des Landes und der geringeren Siedlungsdichte. Der Kraftwerkbau verfügt so über mehr Raum und ist weniger mit Kosten für die Erwerbung und die Erhaltung von Kulturland, sowie mit Nebenanlagen zum Schutze der öffentlichen Interessen, wie Strassen, Brücken, Entwässerungen und Schifffahrt, belastet.

Nach der von den schwedischen Werken gemeinsam herausgegebenen Uebersicht und den auf der Studienreise erhaltenen Angaben sollen sich die durch den Krieg ungefähr um 50 % verteuerten Baukosten für die im mittleren Norden im Bau befindlichen Werke auf 400 bis 500 Kronen pro installiertes Kilowatt, also zum heutigen Kurs auf ungefähr 500 bis 600 Schweizerfranken stellen, während in der Schweiz bei einer Baukostenteuerung von rd. 100 % mit 2000 Fr. pro kW und mehr gerechnet werden muss. Durch die in Schweden grösseren Uebertragungsdistanzen wird allerdings der Vorteil der geringeren Produktionskosten ab Werk für die Abgabe beim Konsumenten etwas verkleinert, doch bleibt der Vorsprung Schwedens im wesentlichen erhalten. Die schwedische Volkswirtschaft verfügt deshalb aus den nach dem Krieg erstellten Anlagen im internationalen Konkurrenzkampf über weit niedrigere Energiekosten als die Schweiz.

Die auch in Schweden seit 1939 unter staatlicher Kontrolle stehenden Abgabepreise für die elektrische Energie liegen allerdings zurzeit noch auf ähnlicher Höhe wie in der Schweiz, doch werden infolge ungünstiger Baubedingungen und höherer Kriegsteuerung mit fortschreitendem Ausbau neuer Kraftwerke die Durchschnittskosten bei uns stärker anwachsen. Die Schweiz hat damit allen Grund, auch auf diesem Sektor im Interesse ihrer Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt vorsichtig zu sein und vor allem die ihr zur Verfügung stehenden günstigsten Wasserkräfte auszubauen. Die schweizerischen Teilnehmer an der Studienreise, unter denen sich auch einige Auslandschweizer befanden, fühlen sich verpflichtet, Fachleute und Öffentlichkeit unseres Landes auf diese nicht neue Erkenntnis hinzuweisen und damit vor der oft gehörten Illusion zu warnen, es komme bei den Gesteuerungskosten der Energie aus neuen Kraftwerken auf einen Rappen mehr oder weniger pro Kilowattstunde nicht an.

Eigenart des schwedischen Kraftwerkbauwes

Von Dipl. Ing. EDUARD GRUNER, Basel

Entwicklung im Sperrnbau

Der Sperrnbau führte vom Erddamm über die Massivsperrre und die aufgelösten Sperren zurück zum Damm aus Felsschüttung. Mit Hilfe der Grossproduktion von Portlandzement, die nach dem ersten Weltkrieg einsetzte, konnten