

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 56 (1965)

**Heft:** 20

**Artikel:** Zum Baubeginn des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916412>

### 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:** 22.02.2026

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

Lichtes und umgekehrt proportional dem Winkel  $\Theta$ , zwischen Blendlicht und Fixierpunkt. Die Herabsetzung der gesamten Helligkeit geht — besonders bei den stärkeren Graden — mit einer Verminderung der Schwellenempfindlichkeit einher.

3. Hört die Blendung auf, nachdem sie einige Zeit gedauert hat, so stellt sich der vorhergehende Adaptationszustand nicht momentan sondern nur allmählich — offenbar durch Zunahme von photochemisch aktiver Substanz — wieder her:  *$\beta$ -Adaptation* oder *Readaptation*. Man sieht also nicht nur während der Blendung schlechter, sondern auch nachher, und zwar während Bruchteilen von Minuten bis Minuten schlechter als vorher (Fig. 11). Dabei ist die Readaptation für dunkle Objekte auf hellem Grund langsamer als für helle Objekte auf dunklem Grund (Fig. 12).

Die Blendungsempfindlichkeit ist keineswegs bei allen Menschen gleich. Sie nimmt im Alter zu und zwar einerseits infolge der Zunahme des Lichtstreuungsvermögens der Linse und des Glaskörpers, möglicherweise auch noch aus anderen Gründen (Änderung der Pigmentierung der Augenwände?). Leute mit pathologischen Trübungen in Hornhaut, Linse und Glaskörper werden, selbst bei normaler Sehschärfe, eine erhöhte Blendungsempfindlichkeit zeigen. Auch die Adaptationsgeschwindigkeit nimmt im Alter ab (Fig. 13) und ebenso nimmt die Readaptationszeit im Alter zu (Fig. 14). Bei Netzhaut- und Aderhauterkrankungen findet man schwere Störungen der Adaptation.

Aus dem Gesagten ergeben sich zweierlei:

1. Simultanblendung sollte vermieden werden. Beim Strassenverkehr gibt es dafür praktisch nur eine Möglichkeit: die allgemeine Beleuchtung der Überlandstrassen und Fahren mit nicht blendenden Lichtern; anders kann dort, wo reger Verkehr herrscht, keine ideale Lösung gefunden werden.

2. Solange diese Lösung nicht existiert, sollten alle Autofahrer von Zeit zu Zeit auf ihre Blendungsempfindlichkeit und auf ihr Adaptationsvermögen untersucht werden, nicht nur auf Sehschärfe und Gesichtsfeld. Leuten mit abnormal hoher Blendungsempfindlichkeit sollte Nachtfahren im regen Verkehr verboten werden, solange die durchgehende Überlandstrassenbeleuchtung nicht eingeführt ist. Leute mit schwereren Adaptationsstörungen müssen von ihrem Zustand wissen und dürfen bei Nacht nicht fahren.

#### Literatur

- [1] Schweizerische Beleuchtungskommission: Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung. Publ. 4014 des SEV. 4. Auflage, Zürich 1965.
- [2] L. L. Holladay: Glare and Visibility. J. Optical Soc. America 12(1926)4, S. 271...319.
- [3] E. Hartmann: Die Rolle der Blendung in der Verkehrsmedizin. Die Blendung aus der Sicht des Physikers. In: Bericht über die 65. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1963. Bergmann, München 1964, S. 446...453.
- [4] R. G. Hopkins: Discomfort Glare in Lighted Streets. Trans. Illum. Engng. Soc. (London) 5(1940)1, S. 1...24 + 5(1940)2, S. 24...30.
- [5] W. S. Stiles and C. Dunbar: The Evaluation of Glare from Motor-Car Headlights. London 1935.
- [6] W. S. Stiles and B. H. Crawford: The Luminous Efficiencies of Rays entering the Eye Pupil at different Points. Proc. Royal Soc. B 112(1933)5, S. 428...450.
- [7] W. Aeffner: Gleichgewicht, Norm und Bewertung der Dunkel-Adaption. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere 245(1961)–, S. 121...144.
- [8] J. F. Schouten and L. S. Ornstein: Measurements on Direct and Indirect Adaptation by Means of a Binocular Method. E. optical Soc. America 29(1939)4, S. 168...182.
- [9] E. Auhorn: Die Rolle der Blendung in der Verkehrsmedizin. Die Blendung aus der Sicht des Ophthalmologen. In: Bericht über die 65. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1963. Bergmann, München 1964, S. 454...462.
- [10] E. Wolf: Glare and Age: Archives of Ophthalmology (Chicago) 64(1960)–, S. 502...514.

#### Adresse des Autors:

Prof. Dr. med. H. Goldmann, Direktor der Universitäts-Augenklinik, 3000 Bern.

## Zum Baubeginn des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen

621.039.577

Anlässlich des Baubeginns des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) am 6. September 1965 hielt Direktor F. Aemmer einen Vortrag, welchen wir — obwohl einiges davon bereits in der Tages- und Fachpresse übernommen wurde — vollständig wiedergeben. Die klare Auffassung der Verantwortlichen und die Begründung der Notwendigkeit, ein Atomkraftwerk in der Schweiz zu bauen, tritt daraus in anschaulicher Weise hervor.

Die Redaktion

Wir haben Sie eingeladen, heute der Aufnahme der Bauarbeiten des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen beizuwohnen. Es handelt sich dabei um ein Ereignis, das nicht nur für unsere Unternehmung, die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, sondern auch gesamtschweizerisch betrachtet, einen Markstein in der Entwicklung der schweizerischen Energiewirtschaft darstellt, wird doch damit für die Schweiz der Übergang von der experimentellen Phase der friedlichen Ausnutzung der Atomenergie in die technisch-wirtschaftliche Phase, deren Ausnutzung zur Erzeugung elektrischer Energie, markiert. Es ist deshalb naheliegend, meine heutigen Ausführungen unter die folgenden Titel zu stellen:

1. Warum wird für die schweizerische Energieversorgung, und für die Bedürfnisse der NOK im besonderen, ein Atomkraftwerk benötigt?
2. Wie wird dieses Atomkraftwerk in technischer Hinsicht gestaltet sein?
3. Wie hoch sind die Baukosten und die Energiegestehungskosten, und wer wird an den Lieferungen beteiligt sein?

Die Antwort auf die erste Frage lautet fast selbstverständlich: «Weil der zu deckende Energiebedarf von Jahr zu Jahr weiter ansteigt.» Trotz dieser Selbstverständlichkeit der Beantwortung

ist es aber von Interesse, auf die mengenmässigen Verhältnisse des Bedarfzuwachses etwas näher einzugehen.

In der Schweiz ist die Verwendung der Elektrizität, dieser leicht einsetzbaren, sauberen und im Preise günstigen Energieform, bereits weit verbreitet. Trotzdem nimmt gerade heute der Bedarf sehr stark zu. Im Haushalt werden nebst dem elektrischen Herd immer mehr Küchenmaschinen, Kühlschränke, Waschmaschinen usw. installiert. Gewerbe und Industrie müssen sich wegen mangelnder Arbeitskräfte wesentlich mehr mechanisieren und automatisieren. Überall werden neue elektrische Apparate und Maschinen angeschlossen. Es sei nur an die Ausdehnung der Raumklimatisierung erinnert.

Der Bedarfzuwachs beträgt in der Schweiz jährlich etwa 6 %. Dies bedeutet eine Verdopplung des Energiebedarfs in zwölf Jahren, das heisst, dass in den kommenden 12 Jahren gleich viel Produktionsmöglichkeit, und auch Verteilmöglichkeit, für elektrische Energie erstellt werden muss wie in den vergangenen 50 Jahren, d. h. seit dem Zeitpunkt, in welchem der Ausbau unserer elektrischen Energieerzeugungs- und Verteilungsanlagen überhaupt eingesetzt hat. Aus dieser Feststellung geht die Grösse der Aufgabe hervor, vor die unsere Elektrizitätswerke in der nächsten Zukunft gestellt sein werden.

Die Verbrauchszunahme sei an Hand von Fig. 1 näher betrachtet. Diese stellt den Elektrizitätsverbrauch pro Kopf der schweizerischen Bevölkerung dar, ausgehend vom Jahr 1930 bis in die neueste Zeit. Es geht daraus hervor, dass der Elektrizitätsverbrauch unserer Bevölkerung, der im Jahre 1961 3480 kWh pro Kopf betrug, wesentlich höher liegt als der spezifische

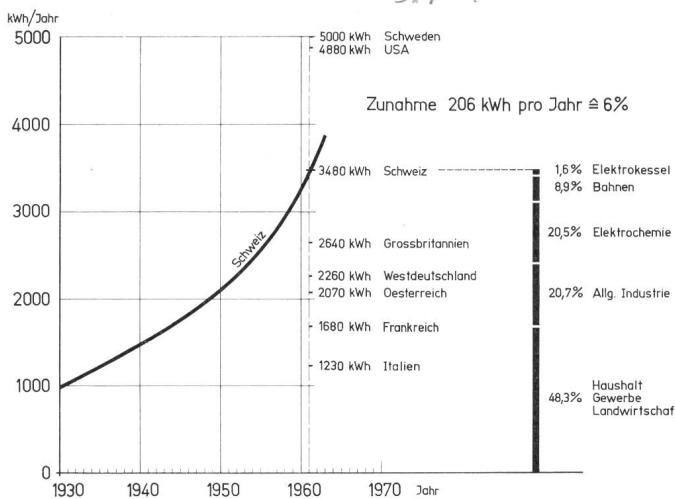


Fig. 1  
Elektrizitätsverbrauch pro Kopf der Bevölkerung

Verbrauch in Grossbritannien (2640 kWh), Westdeutschland (2260 kWh), Österreich (2070 kWh), Frankreich (1680 kWh) und Italien (1230 kWh). Er wird aber anderseits um 40 % übertroffen durch den Verbrauch in den Vereinigten Staaten von Amerika (4880 kWh) und um 43 % durch den Verbrauch in Schweden (5000 kWh). Aus der Kurve ist weiter ersichtlich, dass der schweizerische Elektrizitätsverbrauch noch immer in starkem Ansteigen begriffen ist, und zwar mit einer Zunahme von 206 kWh pro Kopf und Jahr, entsprechend einem Ansatz von 6 %. Dies lässt darauf schliessen, dass wir von der Sättigung des schweizerischen Energiebedarfes noch weit entfernt sind, eine Feststellung, die auch dadurch bekräftigt wird, dass auch in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Schweden, trotz des bereits erreichten höheren Verbrauches pro Einwohner, der Zuwachs des Bedarfes noch weiterhin anhält. Es ist also nicht daran zu zweifeln, dass sich die schweizerischen Elektrizitätswerke dafür einrichten müssen, in Zukunft einen noch wesentlich höheren Energiebedarf decken zu können, als er heute vorhanden ist.

Etwas mehr Unsicherheit ist in Bezug auf das Tempo, mit dem der Bedarf ansteigen wird, vorhanden. In dieser Hinsicht lässt uns aber die Vergangenheit erkennen, dass sogar während der stärksten Krisenzeiten der dreissiger Jahre ein Rückgang des Energieumsatzes in der Schweiz, mit Ausnahme eines einzigen Jahres, nie eingetreten ist, sondern dass diese schlechten wirtschaftlichen Verhältnisse lediglich eine Verlangsamung und, mit obiger Ausnahme, keine Unterbrechung des Bedarfzuwachses zur Folge hatten. Dies ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, dass am Energiekonsum alle Bevölkerungs- und Industrie-Kreise beteiligt sind und zwar, wie dies ebenfalls aus Fig. 1 hervorgeht, Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft mit 48,3 %, die allgemeine Industrie mit 20,7 %, die Elektrochemie mit 20,5 % und die Bahnen mit 8,9 %. Auf die Belieferung der Elektrokessel entfällt 1,6 %.

Die Auswirkungen des in Zukunft zu erwartenden Bedarfszuwachses auf das Energiebeschaffungsprogramm der NOK im besonderen, sind in Fig. 2 gezeigt.

Hier ist besonders darauf hinzuweisen, dass die NOK bereits im Jahre 1962/63 47 % ihres Energiebedarfs durch Energieankäufe von fremden Werken deckten, während nur 53 % der umgesetzten Energie aus eigenen Anlagen stammten, wobei Anteile, die aus Partnerwerken auf Grund von Beteiligungsverträgen bezogen werden, im obigen Ansatz von 53 % Eigenenergie eingeschlossen sind. Seit 1962 ist der Anteil an Fremd-Energie noch weiter angestiegen. Deren Bezug erfolgt von in- und ausländischen Elektrizitätsunternehmungen auf Grund von Energielieferungsverträgen, wobei diese Vertragspartner bereit sind, uns diese Energie so lange zur Verfügung zu stellen, als sie sie für ihre eigenen Bedürfnisse nicht selbst benötigen. Tritt dieser Fall ein, so werden sie auf diese Energie für ihre eigenen Bedürfnisse zurückgreifen und die Lieferverträge überhaupt nicht, oder dann

nur zu ungünstigen Bedingungen erneuern. Es ist offensichtlich, dass diese Art der Deckung des Energiebedarfes mit einem Anteil von Fremdenergie von beinahe der Hälfte des Gesamtbedarfes nicht als eine auf die Dauer befriedigende Energie-Beschaffungsmethode betrachtet werden kann. Den NOK stellt sich somit die Aufgabe, nicht nur für die Deckung des zukünftigen Mehrbedarfes besorgt zu sein, sondern gleichzeitig, in Abweichung von den Verhältnissen bei anderen schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen, auch noch ihren übermässigen Anteil von Fremdenergie durch Eigenproduktion zu ersetzen.

Während bis anhin die benötigte elektrische Energie in der Schweiz sehr günstig aus den einheimischen Wasserkräften beschafft werden konnte, geht deren Ausbau bekanntlich dem Abschluss entgegen. Die topographisch günstigen Möglichkeiten sind bereits weitgehend ausgenutzt, so dass lediglich noch Ausbaumöglichkeiten verfügbar bleiben, die früher infolge ihrer hohen Kosten als unrealisierbar betrachtet wurden. Seither sind die Baukosten als Folge der eingetretenen Teuerung noch weiter angestiegen. Dazu kommt die Erhöhung der Kapitalzinsen, die sich auf die Gestehungskosten der Energie aus solchen Anlagen in besonders starkem Masse auswirkt. Aber auch ganz unbekümmert um diese wirtschaftlichen Beschränkungen, wäre es als Folge der ausserordentlichen Personal- und Materialintensität beim Bau von Wasserkraftwerken ganz undenkbar, deren Weiterausbau mit einem Terminprogramm durchzuführen, das eine Verdoppelung der vorhandenen Produktionsmöglichkeit innerhalb einer Zeitspanne von 12 Jahren ergibt. Die Elektrizitätswerke müssen sich also notgedrungen neben dem Weiterausbau der Wasserkräfte auch noch anderen Erzeugungsmöglichkeiten elektrischer Energie zuwenden. Hierfür kommen Atomkraftwerke und mit Öl beheizte konventionell thermische Kraftwerke in Betracht.

Bei den NOK handelt es sich bei diesem zusätzlichen Bedarf vorwiegend um Energie, die während des ganzen Jahres praktisch mit einer konstanten Leistung benötigt wird, also um sog. Bandenergie. Für die Erzeugung dieser Energiequalität kommt in wirtschaftlicher Hinsicht in erster Linie ein Atomkraftwerk in Betracht, und dies ist der Grund, weshalb sich die NOK zum Bau des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen entschlossen haben. Dabei liegen die Verhältnisse mengenmäßig so, dass im Zeitpunkt der Betriebsaufnahme des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen, also im Herbst 1969, die ganze Energieproduktion dieses Kraftwerkes von etwa 2½ Milliarden kWh pro Jahr für NOK-eigene Bedürfnisse benötigt wird, falls es sich um ein Jahr schlechter oder mittlerer Wasserführung handeln sollte. Lediglich im Falle, dass das Inbetriebsetzungsjahr 1969 für die Wasserkraftanlagen extrem günstige Produktionsverhältnisse bringen sollte, kann der Bedarf durch die hydraulische Produktion so weit gedeckt werden, dass die aus dem Atomkraftwerk anfallende Energie nicht in vollem Ausmass für die eigenen Bedürfnisse

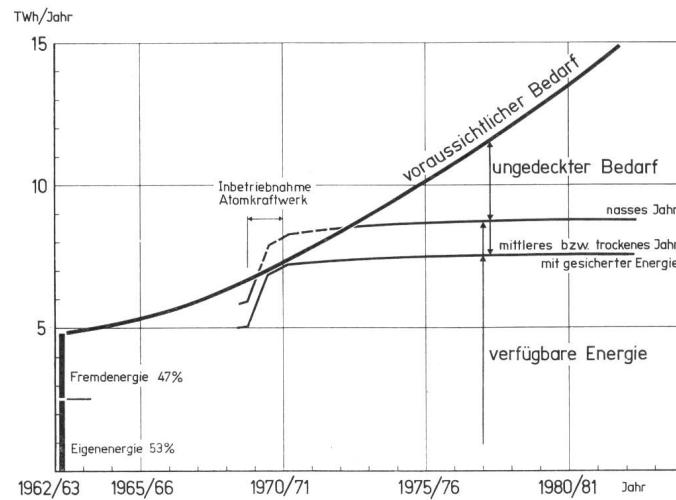


Fig. 2  
Langfristige Bedarfsdeckung der NOK ab 1970

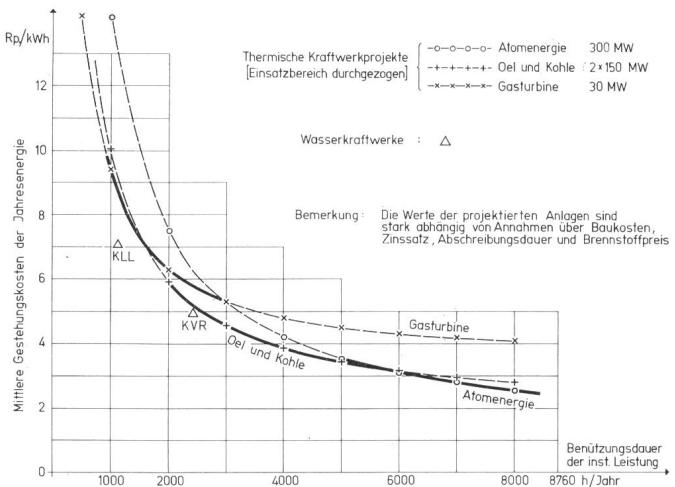


Fig. 3

**Energiegestehungskosten verschiedener Kraftwerkstypen in Abhängigkeit von der Benützungsdauer**

KLL Kraftwerke Linth-Limmern; KVR Kraftwerke Vorderrhein

beansprucht wird. Diese Verhältnisse sind aus der Fig. 2 ersichtlich.

Selbstredend wird von den NOK für die Deckung des zukünftigen Bedarfszuwachses auch noch kurzzeitig einsetzbare Energie, also sog. Spitzenergie, benötigt. Diese Energiequalität steht als Folge des starken Ausbaues der neuen in Betrieb gekommenen Speicherwerke Vorderrhein und Linth-Limmern auf viele Jahre hin aus in reichlichem Ausmass zur Verfügung.

Und nun zur zweiten Frage: «Wie wird dieses Atomkraftwerk in technischer Hinsicht gestaltet sein?»

Hiefür ist die Wahl des Standortes von bestimmendem Einfluss. Bei hydraulischen Kraftwerken ist der Standort durch die Natur vorgeschrieben. Ausreichende Wassermengen und ein günstiges Gefälle sind die Voraussetzung für den Bau. Bei thermischen Kraftwerken, seien es nun Kraftwerke mit Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Öl, oder Atomkraftwerke, bei denen die Wärme durch Atomspaltung erzeugt wird, hingegen erscheint die Standortwahl zunächst viel einfacher. Aber auch hier sind eine ganze Anzahl von Gesichtspunkten zu beachten, welche die freie Wahl stark einschränken. Es sind dies die folgenden:

Im Gegensatz zu einem thermischen Kraftwerk mit Ölfeuerung stellt die Brennstoffzufuhr beim Atomkraftwerk allerdings kein Problem dar. Bei dem für die Anlage Beznau gewählten Kraftwerktyp kann aus einer Tonne nuklearem Brennstoff etwa 45 000 mal mehr elektrische Energie gewonnen werden als aus einer Tonne Öl. Der jährliche Verbrauch liegt für eine Jahresproduktion von 2,5 Milliarden kWh bei etwa 13 t nuklearem Brennstoff, gegenüber circa 600 000 t Öl, die in einem mit Öl beheizten Kraftwerk für die Erzeugung der gleichen Energie menge benötigt würden.

Alle thermischen Kraftwerke brauchen viel Kühlwasser. Aus physikalischen Gründen lässt sich die im Dampf enthaltene Wärmeenergie nur zu 30...40% in mechanische Energie für den Antrieb der Generatoren überführen. Der Rest muss bei möglichst tiefer Temperatur abgeleitet werden. Dies ist am besten möglich, wenn das Kraftwerk an einem grösseren Fluss liegt, der während des ganzen Jahres in ausreichender Menge möglichst kaltes Wasser führt, das für die Kühlung der Kondensatoren der Dampfturbinenanlage verwendet werden kann.

Für den Bau eines Grosskraftwerkes sind schwere und sperrige Teile anzutransportieren, und gute Zufahrtsmöglichkeiten sind deshalb ein Erfordernis.

Die Übertragung des elektrischen Stromes über grössere Entfernungen verursacht Kosten und zusätzliche Energieverluste. Das Kraftwerk sollte deshalb nicht zu weit vom Verbrauchsgebiet entfernt stehen.

Alle diese Voraussetzungen, genügend Kühlwasser, gute Zufahrtsmöglichkeiten, kurze Übertragungsdistanzen der Energie

bis zu den Verbrauchern sind für den für das Atomkraftwerk der NOK gewählten Standort in der Beznau in hervorragendem Masse vorhanden. Dabei kommt die Gemeinde Döttingen in die geschichtlich einmalige Lage, innerhalb ihres Gemeindebannes nicht nur über eines der ersten grossen hydraulischen Kraftwerke zu verfügen, ferner nicht nur dem ersten Gasturbinen-Kraftwerk von kommerzieller Bedeutung Gastrecht zu gewähren, sondern auch dem ersten schweizerischen Atomkraftwerk von kommerzieller und energiewirtschaftlicher Bedeutung seinen Standort zur Verfügung zu stellen.

Für das Atomkraftwerk Beznau wurde das System des Druckwasserreaktors gewählt, das mit angereichertem Uran als Brennstoff und mit leichtem Wasser als Wärmeträger und gleichzeitig Moderator arbeitet. Dieses System wurde von der amerikanischen Westinghouse Electric Co. entwickelt und in verschiedenen Anlagen zur Ausführung gebracht, von denen einige bereits heute auf eine erfolgreiche Betriebsdauer von mehreren Jahren zurückblicken können. So ist insbesondere die Anlage Yankee in den Vereinigten Staaten von Amerika zu erwähnen, die 1960 in Betrieb kam und seither mehr als 4,5 Milliarden kWh erzeugt hat, also eine Energiemenge, die ungefähr einem jährlichen Bedarf unserer Unternehmung entspricht. Weitere Anlagen dieses Systems sind im Bau.

Die wichtigsten technischen Daten des Atomkraftwerkes Beznau sind die folgenden:

Nutzleistung des Kraftwerkes	350 MW
Energieproduktion bei Vollastbetrieb während	
7000 h pro Jahr	2450 Mill. kWh
Anzahl Reaktoren	1
Anzahl Turbinen-Generatorgruppen	2
Gewicht einer Brennstoffladung	ca. 40 t
Brennstoffbedarf bei 7000 Vollaststunden pro	
Jahr	ca. 13 t/Jahr
Kühlwasserbedarf	max. 20 m³/s

Und nun zur dritten der gestellten Fragen: «Wie hoch sind die Baukosten und die Energiegestehungskosten und wer wird an den Lieferungen beteiligt sein?»

Wie Ihnen bekannt ist, zwang die in den letzten Jahren eingetretene Teuerung verschiedene Kraftwerk-Unternehmungen ihre Kostenvoranschläge für die im Bau befindlichen Wasserkraftwerke zu revidieren und wesentlich zu erhöhen. Solchen Teuerungsrisiken wird selbstverständlich auch das Bauvorhaben des Atomkraftwerkes Beznau ausgesetzt sein. Dazu kommen bei einer ersten Anlage dieses neuen Systems noch zusätzliche Unsicherheiten in Bezug auf die endgültige bauliche und maschinelle Gestaltung, auf den Umfang der erforderlichen baulichen Sicherheitsmaßnahmen, die Ausbildungskosten des Personals usw., die sich ebenfalls kostenverteuernd auswirken können. Unter vernünftiger Berücksichtigung und Einschätzung dieser Verhältnisse rechnen wir mit Erstellungskosten der Anlage, ohne Beschaffung des Brennstoffes, von etwa 350 Millionen Franken.

Wir sind uns durchaus bewusst, dass diese Kostenschätzung wesentlich höher liegt, als die Kostenangaben, die häufig in Veröffentlichungen zu finden sind, und die fast ausnahmslos nur einen Teil der Aufwendungen betreffen. Bei der Beurteilung dieser Verhältnisse ist zu berücksichtigen, dass der von uns genannte Betrag von 350 Millionen Franken nicht nur den an einen Generalunternehmer vergebenen Lieferungsumfang umfasst, sondern auch alle übrigen, dem Bauherrn verbleibenden Kostenanteile einschliesst. Dies betrifft insbesondere den Landerwerb und die Erschliessung des Geländes durch Zufahrtsstrassen, Wasserversorgung und Kanalisation, die Baugrundsondierungen, die Einrichtung für die Zu- und Abführung des Kondensatorkühlwassers, die Anlagen für die Auftransformierung und den Abtransport der Energie nach dem bestehenden Unterwerk Beznau, d. h. alles was für die Vervollständigung des an den Generalunternehmer übertragenen Arbeits- und Lieferungsumfanges zu einer betriebsbereiten Kraftwerksanlage erforderlich ist. Selbstverständlich gehören dazu auch die Aufwendungen für die Errichtung von Dienstwohnungen für einen grossen Prozentsatz des

ca. 80 Mann zählenden Betriebspersonals, die Aufwendungen für dessen Ausbildung und insbesondere auch die Kosten für die Geldbeschaffung und die Verzinsung des investierten Kapitals während der Bauzeit, was sehr beträchtliche Beträge ausmacht.

Die Baukosten von 350 Millionen Franken sind zu verzinsen und zu amortisieren, woraus sich nach Einschluss von Personalkosten, Steuern, Versicherungen etc. die festen Jahreskosten ergeben, d. h. derjenige Anteil der Jahreskosten, der unbekümmert um die Grösse der Energieproduktion Jahr für Jahr anfällt. Hier besteht nun im besonderen Unsicherheit in Bezug auf die Festsetzung der Amortisationsdauer. Kann es verantwortet werden bei der Festsetzung der Amortisationsquote eine Lebensdauer der Anlage von 20 oder gar 25 Jahren in Rechnung zu stellen, oder ist eine solche Anlage infolge rascher Abnützung oder wegen der raschen technischen Entwicklung vielleicht schon nach 17 Jahren veraltet, was eine Amortisation in dieser Zeit verlangen würde, wie dies z. B. in Deutschland erfolgt? Hierüber fehlt heute noch jede Erfahrung, da die ältesten Anlagen sich erst einige wenige Jahre in Betrieb befinden.

Neben diesen festen Jahreskosten sind zusätzlich die Brennstoffkosten aufzubringen. Auch hier bestehen zahlreiche Unsicherheiten. Vom Ankauf des Rohurans bis zu dessen Verarbeitung zu einsatzbereiten Brennstäben sind zahlreiche Prozesse durchzuführen, wie chemische Umwandlung in Uranhexafluorid, Anreicherung des Gehaltes an U 235, Fabrikation der eigentlichen Brennstoffelemente. Dazu sind umfangreiche Transporte auszuführen, Versicherungen abzuschliessen und analog wie bei der Kraftwerkstanlage die anfallenden Geldbeschaffungskosten und Bauzinsen aufzubringen. Unter vernünftiger Einschätzung der Unsicherheit dieser Kostenbestimmungen rechnen wir mit Brennstoffkosten von 1,0...1,1 Rp. pro erzeugte Kilowattstunde.

Unsere Berechnungen der Baukosten, festen Jahreskosten und Brennstoffkosten führen unter vernünftigen Einschätzung dieser Unsicherheiten der Berechnungsgrundlagen zu Energiegestehungskosten von 2,8 Rp./kWh, d. h. zu dem Ansatz der schon früher bekannt gegeben worden ist. Diese Energiegestehungskosten von 2,8 Rp./kWh stützen sich auf die Annahme, dass das Kraftwerk während 7000 h pro Jahr mit Vollast betrieben wird und somit etwa 2,5 Milliarden kWh jährlich erzeugt.

Bei einem Vollasteinsatz von nur 4000 h pro Jahr, entsprechend einer Jahresproduktion von 1,4 Milliarden kWh, steigen die Gestehungskosten auf etwas über 4,2 Rp./kWh an, da sich in einem solchen Falle die festen Jahreskosten für Verzinsung, Amortisation, Versicherungen und Betrieb auf eine kleinere Produktionsmenge verteilen. Unter der theoretischen Annahme, dass das Atomkraftwerk für die Lieferung von Spitzenergie mit einer Benützungsdauer von lediglich 1000 h pro Jahr eingesetzt würde, wie dies bei hydraulischen Speicherwerken oft der Fall ist, würden diese Energiegestehungskosten auf 14 Rp./kWh ansteigen, also auf einen Wert, der höher liegt als bei allen bestehenden und im Bau befindlichen hydraulischen Speicherwerken. Aus diesen Angaben geht der Einfluss der Benützungsdauer auf die Energiegestehungskosten hervor, Verhältnisse, die leider in letzter Zeit in zahlreichen Veröffentlichungen missachtet wurden. Es würde zu weit führen, hier näher hierauf einzugehen.

Viele von Ihnen werden in den letzten Tagen in Pressemitteilungen von Stellen die es besser wissen wollen, von Gestehungskosten gelesen haben, die zwischen 1,7 und 2,1 Rp./kWh genannt werden. Wir würden uns glücklich schätzen, falls dies zutreffen würde, bedauern aber, Ihnen bestätigen zu müssen, dass der schon genannte Ansatz von 2,8 Rp./kWh, bezogen auf eine Benützungsdauer von 7000 h pro Jahr, beim Kraftwerk Beznau kaum wesentlich unterschritten werden dürfte. Sie werden mit mir einig sein, dass es sinnlos wäre, sich in dieser Hinsicht selbst zu täuschen, um so mehr, da wir im Vergleich mit anderen Produktionsmöglichkeiten auch diesen Ansatz als günstig erachten. Dies geht aus der interessanten Darstellung in Fig. 3 hervor, in welcher, in Abhängigkeit der Benützungsdauer, die Gestehungskosten der Energie aus Atomkraftwerken, konventionellen thermischen Kraftwerken mit Kohle- oder Ölfeuerung, und aus zwei

typischen hydraulischen Speicherwerken aufgetragen sind, nämlich den Kraftwerken Vorderrhein und den Kraftwerken Linth-Limmern.

Sehr oft wird die Frage aufgeworfen, warum man sich beim Kraftwerk Beznau auf eine Leistung von 350 MW beschränkt und nicht, gemeinsam mit anderen Unternehmungen, ein Kraftwerk von beispielsweise doppelter Leistung, also von etwa 700 MW erstellt, da die Energiegestehungskosten um so niedriger ausfallen, je grösser die Kraftwerksleistung gewählt wird. Gegen ein solches Vorgehen sprechen sowohl Gründe technischer als auch wirtschaftlicher Natur, und zwar die folgenden:

Einmal wird es sich beim Kraftwerk Beznau im Zeitpunkt seiner Inbetriebsetzung um die grösste Atomkraft-Anlage Zentral-europas handeln, welche diese Leistung in einem einzigen mit angereichertem Uran betriebenen Reaktor erzeugt. Unserer Auffassung nach ist es nicht verantwortbar, die technischen und finanziellen Risiken, die mit der Einführung dieser neuen Technik unvermeidbar verbunden sind, durch Wahl einer noch grösseren Einheitsleistung auf die Spitze zu treiben. Sodann benötigt jede technische Anlage zur periodischen Überholung gewisse Stillsetzungen, und es sind auch unvorhergesehene Ausserbetriebssetzungen verursacht durch Störungen unvermeidlich. Es ist nun nicht gleichgültig, ob als Folge eines solchen Vorkommnisses die schweizerische Kraftwerks-Kombination auf eine Leistung von 350 MW oder von 700 MW verzichten muss, entspricht doch die Jahresproduktion eines Atomkraftwerkes von 700 MW Leistung beinahe 20 % des im Jahre 1970 zu erwartenden gesamtschweizerischen Jahres-Energiebedarfes. Aus diesen betrieblichen Gründen ist eine Kraftwerksleistung von 350 MW auf einige Jahre hinaus für unsere schweizerischen Verhältnisse die maximale verantwortbare Leistung.

Auch bezüglich Energiebeschaffungskosten würde ein Kraftwerk von 700 MW Leistung keine Vorteile bieten gegenüber zwei einzelnen Kraftwerken von je 350 MW, von denen jedes möglichst im Zentrum des von ihm zu bedienenden Versorgungsgebietes aufgestellt ist. Wenn auch die Energieerzeugungskosten, auf den Kraftwerkstandort bezogen, bei einer 700-MW-Anlage etwas niedriger ausfallen, als bei zwei getrennten 350-MW-Anlagen — es dürfte sich um eine Verbilligung von etwa 15 %, entsprechend 0,4 Rp./kWh, handeln — so ist zu beachten, dass diese scheinbare Ersparnis anderseits durch zusätzliche Aufwendungen praktisch ausgeglichen wird. Einmal ist bei der Konzentration der Leistung in einem einzigen Kraftwerk ein Teil dessen Produktion in das benachbarte Versorgungsgebiet zu transportieren, was Leistungen verlangt und Transportkosten verursacht. Sodann muss zur Überbrückung der Stillstandsperioden zwecks Ausführung von Revisionsarbeiten und Brennstofferneuerung im einen Fall die Ersatzenergie für eine Leistung von 700 MW beschafft werden, gegenüber 350 MW bei zwei getrennten Kraftwerken, da im letzten Fall die Revisionsperioden so angesetzt werden können, dass sie sich zeitlich nicht überlappen. Durch diese zusätzlichen Aufwendungen für den Energietransport und für die vertragliche Sicherung von Reserveleistung wird die Ersparnis an Energieerzeugungskosten, die als Folge der Vergrösserung der Kraftwerkleistung eintritt, praktisch aufgewogen, wie dies sorgfältige Berechnungen gezeigt haben.

Die technischen und wirtschaftlichen Überlegungen führen also zum gleichen Ergebnis. Sie zeigen, dass für unsere schweizerischen Verhältnisse ein zusätzlicher Bedarf an Atomenergie zukünftig zweckmässiger durch Erstellung weiterer unabhängiger Kraftwerke mit Leistungen von 300...400 MW gedeckt wird, bevor auf grössere Kraftwerk-Einheitsleistungen übergegangen wird. Da die technische und wirtschaftliche Lebensdauer solcher Anlagen ohnehin nicht viel mehr als 20 Jahre betragen dürfte, kann dem Wunsche nach Vergrösserung der Kraftwerkleistung zweifellos anlässlich der Erstellung der nächsten Kraftwerk-Generation auf dem alten Standort Rechnung getragen werden.

Das Kraftwerk Beznau wird aber nicht nur den NOK als günstige Energiebeschaffungsmöglichkeit Nutzen bringen, sondern es wird auch der schweizerischen Industrie Gelegenheit

bieten, sich in grossem Umfange an Lieferungen zu beteiligen und dabei zusätzliche Erfahrungen und Kenntnisse dieser neuen Technik zu erwerben. Bekanntlich wurde der Hauptauftrag, umfassend den eigentlichen Reaktor mit Zubehör, sowie die Turbinen-Generatoranlage, einschliesslich die zugehörigen Gebäude, an eine Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus der Westinghouse International Atomic Power Co. Ltd., in Genf, und der AG Brown, Boveri & Cie., in Baden, vergeben. Der Umstand, dass es sich dabei um einen Reaktor eines amerikanischen Systems handelt, und dass der amerikanische Partner der Arbeitsgemeinschaft die Federführung inne hat, heisst nun durchaus nicht, dass es sich beim Kraftwerk Beznau um ein importiertes Kraftwerk handeln wird. Importiert wird allerdings das «Know How», d. h. das technische Wissen sowie die Erfahrung mit dem gewählten Reaktorsystem. Importiert werden weiter spezifisch nukleare Bauteile, d. h. alles was sich im Innern des Reaktorgefässes befindet und weiter zahlreiche spezielle Apparate, wie zum Beispiel die Antriebe für die Kontrollstäbe des Reaktors. Der finanzielle Wert dieser Importe — abgesehen vom Brennstoff, der in vollem Ausmass vom Ausland stammt — beträgt

aber weniger als 20 % der gesamten Erstellungskosten des Kraftwerkes. Vom restlichen Lieferanteil hat sich naturgemäss der an der Arbeitsgemeinschaft beteiligte schweizerische Partner Brown, Boveri einige wesentliche Bestandteile zur eigenen Fabrikation reserviert, insbesondere die Dampfturbinen mit ihren Kondensatoren und die Generatoren. Zahlreiche weitere Bauelemente werden aber von der Arbeitsgemeinschaft an Unterlieferanten vergeben werden, wobei der schweizerischen Industrie, konkurrenzfähige Angebote vorausgesetzt, eine Vorzugsstellung gegenüber den Beschaffungsmöglichkeiten aus dem Ausland eingeräumt wird. Das gleiche trifft zu für Aufträge, die durch die NOK selbst direkt vergeben werden für Anlageteile, die ausserhalb des an die Arbeitsgemeinschaft vergebenden Lieferungsumfangs liegen.

Damit bin ich am Schlusse meiner Ausführungen angelangt, und ich möchte abschliessend der Hoffnung Ausdruck geben, dass sich die Erstellung des Atomkraftwerkes Beznau zum Nutzen der schweizerischen Elektrizitätsversorgung und der schweizerischen Industrie auswirken möge.

## Literatur — Bibliographie

621.22 : 621.311.21

SEV-Nr. A 39

**Hydraulique appliquée à l'exploitation des usines hydroélectriques.** Par J. Salzard. Paris, Dunod, 2<sup>e</sup> éd. 1965; 8°, X, 165 p., 161 fig. tab. — Prix: broché fr. 22.—

Wer sich rasch über die Grundlagen der Hydraulik, deren Anwendung im Bauingenieurwesen und im Bau hydraulischer Maschinen orientieren will, findet dies im vorliegenden Buch. Zu den kurzen Kapiteln über die Hydrostatik und Hydrodynamik sind jeweils typische Anwendungsbeispiele grundsätzlicher Art gegeben. Den Abschluss machen einige Hinweise auf gebräuchliche Geschwindigkeits- und Mengen-Messmethoden.

Ein Kapitel über die Zuleitung des Wassers von der Fassung bis zu den Maschinen, mit Hinweisen auf die Absperrorgane, Rechen, Belüftungsventile usw. wird gefolgt von Beschreibungen der heutigen Turbinentypen und ihrem Einbau. Erwähnt werden die Probleme der Abnutzung, Erosion, Kavitation und die Reguliereinrichtungen.

Der Verfasser streift eine Menge von Problemen und erwähnt vieles, zu vieles, muss man leider feststellen. Dadurch

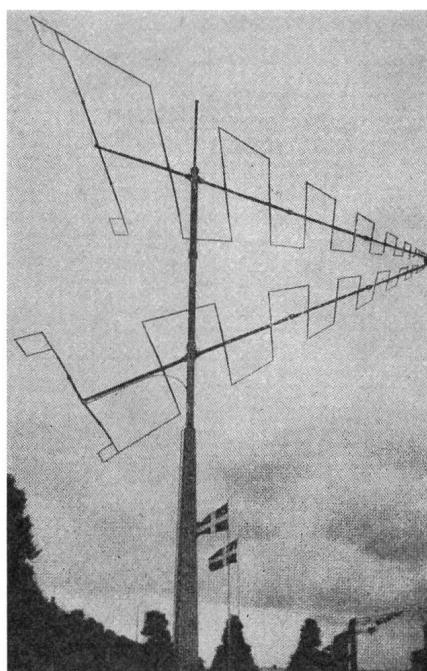
muss verschiedenes mehr als zulässig vereinfacht werden, so dass die Genauigkeit der Darstellung darunter leidet, oder gar als unrichtig bezeichnet werden muss (z. B. Fig. IV-19 oder Fig. IV-38). Auch geht er bei den Maßsystemen von der französischen Gesetzgebung aus und bringt ausschliesslich französische Ausführungsbeispiele, was natürlich sein gutes Recht ist.

Trotzdem ist das Büchlein handlich, übersichtlich und legt die Grundlagen und die Lösungsmöglichkeiten und Hauptprobleme im Bau von Wasserkraftanlagen, anschaulich dar.

H. Gerber

**Registerheft der Werkzeitschrift der Eternit AG.** Die Eternit AG Niederurnen hat soeben für ihre Werkzeitschrift «Eternit im Hoch- und Tiefbau» ein Registerheft herausgegeben. Es umfasst die sechzig seit 1938 erschienenen Nummern dieser Fachzeitschrift. Das Heft enthält ein Titelverzeichnis der bisher herausgegebenen Nummern, eine Autorenliste, ein detailliertes Sachregister und schliesslich eine Liste der Orte, an denen grössere Objekte mit Anwendungen von Asbestzement zu besichtigen sind.

344 27



Als bizarres Symbol für weltweiten Nachrichtenverkehr wurde eine Überseefunk-Sendeantenne von Rohde & Schwarz auf einer neuen schwedischen Sondermarke zum 100. Gründungstag der UIT (Union Internationale des Télécommunications) abgebildet