**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
**Band:** 53 (1961)
**Heft:** 11

**Artikel:** Das Kraftwerk Schafffhausen
**Autor:** Zeindler, A.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-920770

**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:** 23.08.2025

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

Bild 1 Modell des im Jahre 1866 in Betrieb genommenen Wasserkraftwerkes Schaffhausen mit dem «Moserdamm». Man beachte die mechanischen Transmissionen längs des rechten Rheinufers und besonders jene quer über den Rhein unterhalb des Moserdammes.

# Das Kraftwerk Schaffhausen

*A. Zeindler*, Direktor der Kraftwerk Schaffhausen AG

DK 621.29

## Vorgeschichte

Vor rund 100 Jahren gab der Schaffhauser Industrielle *Heinrich Moser* die Erklärung ab, er verpflichte sich, nach erhaltener Konzession unter zehnjähriger Garantie für die Dauerhaftigkeit der Arbeit im Gebiet der sogenannten «Lächen» eine Wasserkraftanlage von 500 PS für eine Summe von Fr. 120 000.— zu bauen. Am 24. September 1864 wurde die Wasserwerksgesellschaft gegründet und der Bau in Angriff genommen. Die Inbetriebnahme dieses damals größten Wasserkraftwerkes der Schweiz mit dem nach seinem Erbauer benannten bogenförmigen, festen Wehr, dem Moserdamm, erfolgte im Jahre 1866. Die durch eine Seiltransmission über 500 m längs des Rheinufers übermittelte Kraft (Bild 1) wurde den Gewerbebetrieben abgegeben, und es wurden dafür Fr. 120.— pro PS und Jahr verlangt. Bald führte der steigende Energiebedarf in den Jahren 1887/89 zum Bau eines zweiten Kraftwerkes mit fünf Turbinen zu je 300 PS, und von 1891 an bis zur Jahrhundertwende folgte im Zusammenhang mit der Einführung der elektrischen Beleuchtung der Übergang vom Transmissionssystem auf die elektrische Kraftübertragung. Um die beiden Laufwerke auch während der Nachtstunden und am Sonntag voll in Betrieb halten zu können, beschloß die Einwohnergemeinde im Jahre 1906 auf Grund eingehender Berichte und Wirtschaftlichkeitsberechnungen, durch die Errichtung eines Pumpspeicherwerkes eine zusätzliche Leistungsreserve während der Tagesbelastungsspitzen zu schaffen. Bereits im folgenden Jahr wurde dieser Gedanke mit dem Bau eines Hochreservoirs von 90 000 m³ Inhalt und der Installation von zwei 1000-PS-Turbinen-Pumpengruppen mit 150 m Nettogefälle unmittelbar am rechten Rheinufer in die Tat umgesetzt.

Da in den bestehenden, verhältnismäßig kleinen Zentralen nur annähernd die der geringsten Wasserführung des Rheins entsprechende Wassermenge ausgenützt werden konnte, wurden schon vor Jahrzehnten die ersten Projektierungsaufträge für ein neues, rechtsrheinisches Kraftwerk verschiedenen Ingenieurbüros erteilt. Insgesamt sieben, teilweise in wesentlichen Belangen voneinander abweichende Projekte zeichnen den Weg bis zu dem von der Stadt Schaffhausen und der Nordostschweizerische Kraftwerke AG gemeinsam eingereichten Konzessionsprojekt 1957, das der am 24. Juni 1960 vom Schweizerischen Bundesrat erteilten Wasserrechtsverleihung zugrunde liegt.

## Allgemeines

Die Dauer der Konzessionen der Stadt Schaffhausen für ihre Laufkraftwerke am Rhein (Zentrale A und Moserdamm, Baujahr 1863/66; Zentrale B mit Oberwasserkanal, Baujahr 1887/89) sind vom Bundesrat auf Ende 1968 befristet worden.

Zur besseren Erschließung und Auswertung der ausnützbaren Wasserkraft hat die Stadt zusammen mit der Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) zum Zwecke des gemeinsamen Baues und Betriebes eines neuen Rheinkraftwerkes am 19. Juli 1960 die Kraftwerk Schaffhausen AG (KWS) mit Sitz in Schaffhausen gegründet. Das Aktienkapital beträgt 10 000 000 Franken; davon entfallen auf die Stadt 5 000 000 Franken und

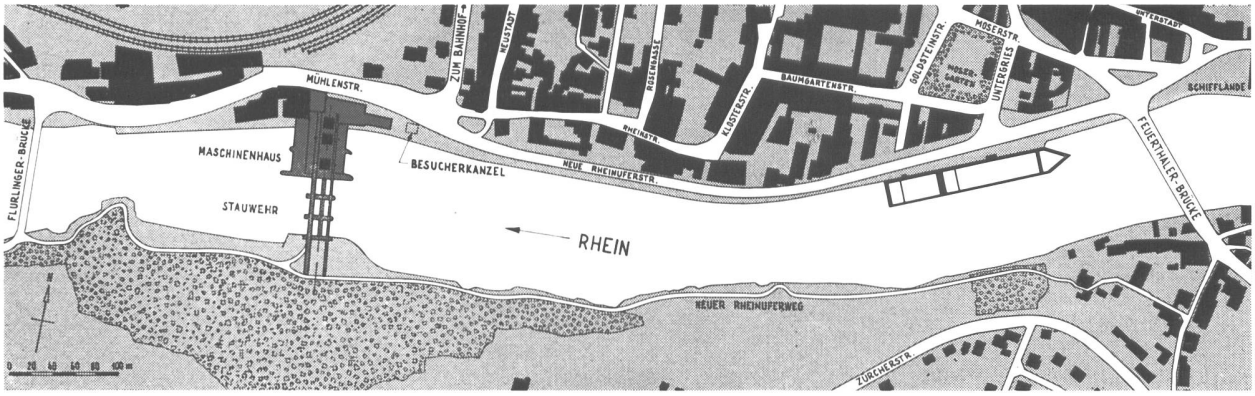



Bild 2 Lageplan des neuen Rheinkraftwerkes Schaffhausen

auf die NOK und den Kanton Schaffhausen zusammen 5 000 000 Franken.

Von der durch das Grenzkraftwerk Schaffhausen nutzbar gemachten Wasserkraft des Rheins entfallen entsprechend der zur Erreichung des Gesamtgefälles beanspruchten Uferlänge etwa 91,50 % auf die Schweiz und etwa 8,5 % auf Baden-Württemberg. Die aus dem schweizerischen Wasserkraftanteil erzeugte elektrische Energie wird den beiden Partnern gemäß Gründungsvertrag auf Grund folgender Bezugsrechte zur Verfügung gestellt:

Stadt Schaffhausen:

60 % der jeweils verfügbaren Maschinenleistung in kW und der erzeugbaren elektrischen Arbeit in kWh

NOK

40 % der jeweils verfügbaren Maschinenleistung in kW und der erzeugbaren elektrischen Arbeit in kWh.

Die dem Wasserkraftanteil des Landes Baden-Württemberg entsprechende elektrische Energie ist gemäß den Verleihungsbestimmungen zu Jahreskosten an Abnehmer zu liefern, die von den deutschen Amtsstellen bestimmt werden.

## Technische Angaben über den Ausbau des Kraftwerkes

Das Konzessionsgebiet erstreckt sich von km 138,00, d. h. rund 2 km oberhalb der Brücke Dießenhofen, bis km 123,86 beim Steg Flurlingen-Neuhausen (Bild 2). Die Ausbauwassermenge beträgt 425 $m^3/s$ bei einem Nettogefälle von 6,75 m. Die Wasserführung des Rheins schwankt in Schaffhausen zwischen einer Niederwassermenge von etwa 150 $m^3/s$ im Winter und einem normalen Sommerhochwasser von etwa 700 $m^3/s$ bis zu einer Höchstwassermenge von etwa 1100 $m^3/s$. Der Stauspiegel wird nach Inbetriebnahme des Kraftwerkes auf eine konstante Höhe von 390,80 m an der Schifflände (km 126,3) einreguliert. Die Nettoleistung des Kraftwerkes wird bei der Ausbauwassermenge von 425 $m^3/s$ 22 000 kW betragen. Die Jahreserzeugung dürfte nach Ausbau der Speicherwerke im Einzugsgebiet des Rheins im Mittel der Jahre 160 Mio kWh überschreiten, hievon werden etwa 83 Mio kWh auf das Sommerhalbjahr und dementsprechend 77 Mio kWh auf das Winterhalbjahr entfallen.

Das Stauwehr und das in Flachbauweise geplante Maschinenhaus liegen in einer über die rechtsufrige Zentrale des Pumpspeicherwerkes verlängerten Achse. Für die Schiffahrtsanlagen mit Schleuse, oberem und unterem Vorhafen ist am linken Ufer der notwendige Raum freigehalten. Zur Erzielung einer wirtschaftlichen Energieproduktion und eines genügenden Hochwasserschutzes für die Stadt Schaffhausen sind im Oberwasser und im Unterwasser Sohlenkorrektionen erforderlich.

## Geologie und Grundwasserverhältnisse

Der Untergrund im Gebiet der Kraftwerkanlagen besteht hauptsächlich aus Malmkalk in einer Mächtigkeit von annähernd 115 m, von denen nur die zu den Plattenkalken gehörenden obersten 50 m angeschnitten werden. Mit den geologischen Untersuchungen des Baugrundes wurde schon frühzeitig begonnen und zu diesem Zweck als erste Maßnahme ein Sondierschacht im Gebiet des Trennpfeilers zwischen Maschinenhaus und Stauwehr auf etwa 20 m abgeteuft. Von diesem Sondierschacht wurden Horizontalbohrungen bis zu 53 m Länge in verschiedenen Richtungen ausgeführt. Die Ausbeute der Bohrkerne zeigte, daß verschiedentlich nicht nur lehmhaltige Schichten, sondern auch mit Kies gefüllte Risse und Spalten im Malmkalk durchfahren wurden. Diese Ergebnisse legten es nahe, vor allem im Gebiet der künftigen Baugrubenränder den Felsgrund durch Zementinjektionen zu verdichten und im Gebiet des alten Moserdammes besondere Vorsicht walten zu lassen. Schon vor Auflage des Konzessionsprojektes war die Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH (EAWAG) beauftragt worden, Untersuchungen über die Grundwasserverhältnisse im Konzessionsgebiet des Kraftwerkes durchzuführen. In Zusammenarbeit mit den Behörden der Uferkantone wurde ein Programm ausgearbeitet, das genaue Feststellungen über den Verlauf, die Mächtigkeit und Ergiebigkeit des Grundwasserstromes und über die Qualität des Grundwassers ermöglichen sollte. Um den Zustand vor Beginn des Kraftwerkbetriebes möglichst zuverlässig sowohl in den höheren als auch in den tieferen Grundwasserschichten zu erforschen, wurden im Laufe der Zeit zudem noch verschiedene neue Beobachtungsstellen errichtet, die zusammen mit den bereits bestehenden vor und während der Bauzeit periodisch untersucht werden müssen.

## Modellversuche

Der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH wurde im Jahre 1958 der Auftrag zur Durchführung von Modellversuchen erteilt, die eine Abklärung über die Anströmung zu den Turbineneinläufen sowie der Disposition des Stauwehres und der günstigsten Form des Tosbeckens bringen und vor allem eine Kontrolle der Spiegellagen des Rheins bei den verschiedenen Bauzuständen ermöglichen sollten. Wesentliche

Bedingung war dabei die Aufrechterhaltung des Betriebes in den bestehenden linksufrigen Zentralen bis zum Beginn der Energieproduktion im neuen Kraftwerk.

Die einzelnen Etappen des Kraftwerkbaues werden maßgebend durch die Forderung bestimmt, daß in keinem Falle als Folge einer Verminderung des Durchflußvermögens ein unzulässiger Stau an der Schifflände, dem tiefst liegenden Ufergebiet der Stadt, eintreten darf. Um nach dem Schließen des Fangdammes zur Absperrung der Maschinenhausbaugrube auch ein höchstes Sommerhochwasser ohne Überstau abführen zu können, erwies es sich auf Grund der hydraulischen Berechnungen als notwendig, an Stelle des an die Baugrube des Maschinenhauses anschließenden mittleren Teilstückes des Moserdammes ein provisorisches Hilfswehr mit drei regulierbaren Schützen einzubauen und flußabwärts durch Felssprengung eine Abflußrinne zu schaffen. Dieser Bauzustand wurde am Modell eingehend untersucht, und es zeigte sich, daß für die während der Sommermonate der Jahre 1960 bis 1963 noch verbleibenden Abflußmöglichkeiten neben der hochwassersicher erstellten Maschinenhausbaugrube eine Wassermenge bis zu 1150 $m^3/s$ abgeführt werden kann, ohne daß der maximal zulässige Stau an der Schifflände überschritten wird.

Im Anschluß an die Kontrolle der Baustadien wurden die in den Projektplänen vorgesehene Disposition des Stauwehres und die Ausbildung des Tosbeckens anhand von Versuchen zur Ermittlung der Kolkeinwirkung überprüft. Die Versuchsergebnisse führten zu der in Bild 6 dargestellten Bauform mit einem gegenüber dem Projekt um etwa 5 m tiefer gelegten und wesentlich verkürzten Tosbecken.

## Maschinenhaus und Stauwehr

Wie bereits erwähnt, liegt das Maschinenhaus in einer Achse mit dem Stauwehr und bildet mit dem bestehenden Pumpspeicherwerk des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen eine betriebliche Einheit. Die Konzessionsbewerber entschlossen sich bereits im Jahre 1954, die am Inn im Grenzgebiet Deutschland/Österreich und an der Enns in Österreich entwickelte Flachbauweise anzuwenden, da ein hohes Maschinenhaus mit Innenkran das Fluß- und Stadtbild empfindlich stören müßte (Bild 3). Die Maschinensätze sind, wie die Schnittzeichnung (Bild 4) zeigt, in Schächten untergebracht. Die für den Einbau unmittelbar über den Generatoren angeordneten Öffnungen werden durch verfahrbare metallene Deckel abgeschlossen. Dasselbe gilt für die Montagegrube, die während der Bauzeit der Zusammenstellung einzelner Maschinenteile dient. Die drei Gruben liegen zwischen den Fahrbahnen des Portalkrans, dessen Fahrbahnträger die obere horizontale und durch keine Aufbauten unterbrochene Begrenzung des Maschinenhauses und des anschließenden Stauwehres bilden. (Bild 5; Modellaufnahme.)

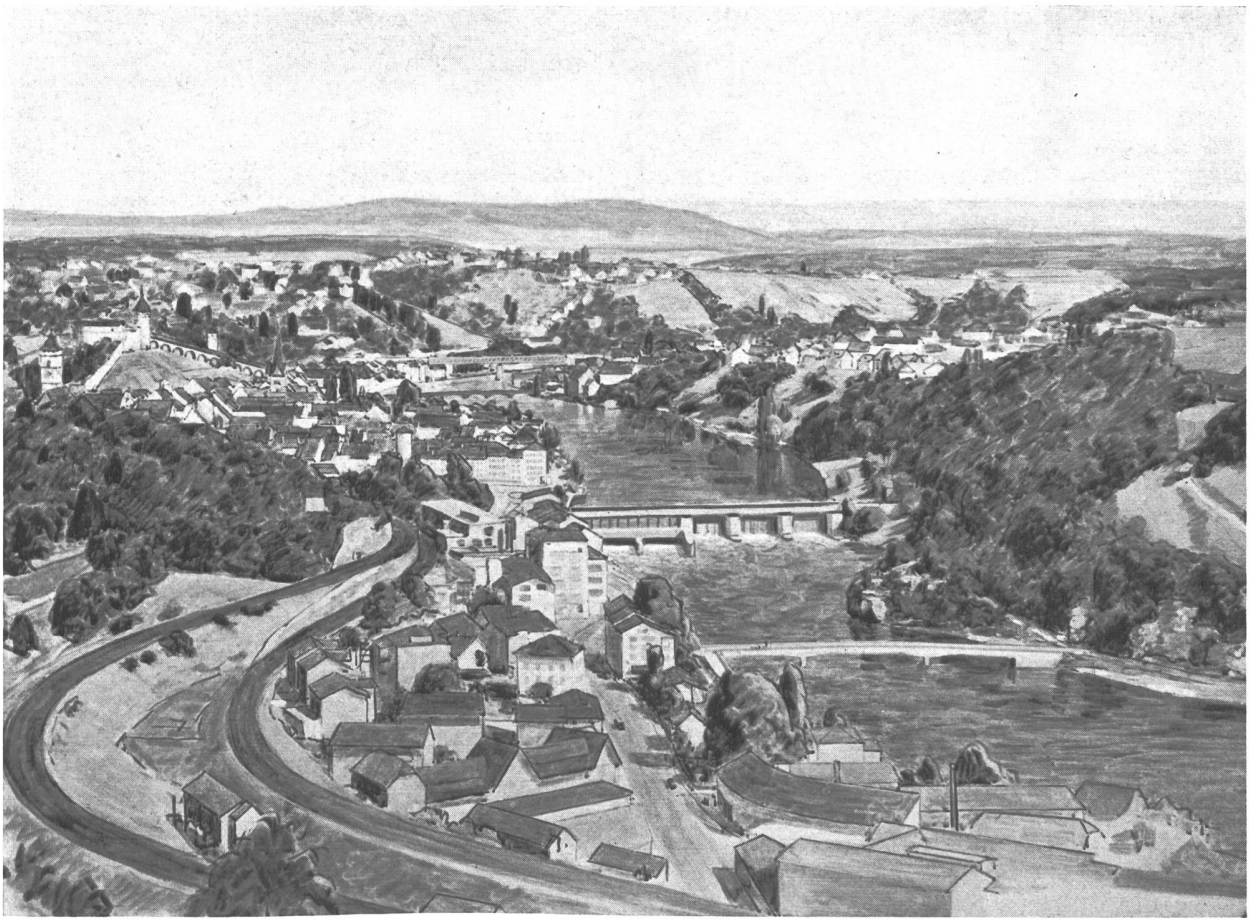


Bild 3 Blick auf die vom «Munot» beherrschte Stadt Schaffhausen und den Rhein mit der neuen Wasserkraftanlage (nach einem Zukunftsgemälde von Kunstmaler Hans Bührer, Neuhausen)

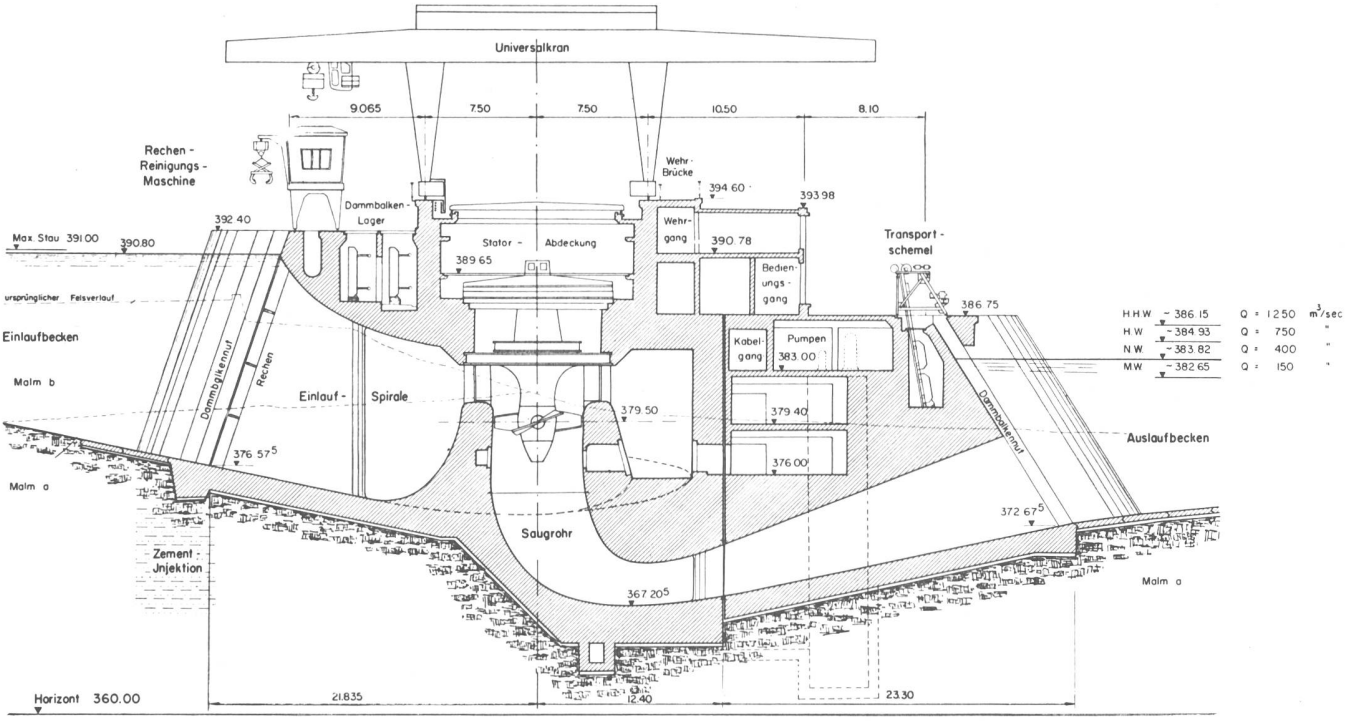



Bild 4 Querschnitt durch das Maschinenhaus; Maßstab 1 : 500

Das Stauwehr (Bild 6) weist drei Öffnungen von je 15 m Durchflußbreite mit einer Verschlußhöhe von 7,14 m auf. Es werden ölhydraulisch betätigte Segmentschützen mit aufgesetzten Klappen eingebaut. An den beiden Endschotten der Segmentkörper sind die Stiele angeschlossen, welche die einwirkenden Kräfte über Torsionsrohre an das äußere und innere Lagerschild und an den Beton abgeben. Vom ölhydraulischen Antrieb ist einzig die im Mittelteil des Kastens jeder Segmentschütze gelagerte Druckpresse für die Klappenbewegung sichtbar. Die für jede Segmentschütze benötigten beiden Druckpressen dagegen befinden sich im Inneren der Pfeiler und Widerlager, von wo aus sie ihren Schub über die Torsionsrohre an die Schützenstiele übertragen. Die Seitenschilder der Schützen werden bei allen drei Wehröffnungen elektrisch geheizt, die Wehrschwellen und die Seitendichtungen lassen sich jedoch nur für die Wehröffnungen 2 und 3 mittels in den Pfeilern und im rechten Widerlager montierten elektrischen Durchlauferhitzern durch Wasserumlauf beheizen. Die wasserseitig von den Wehrverschlüssen vorgesehene Luftschleieranlage besteht aus in der Schwelle einbetonierten, mit Luftdüsen versehenen Rohrleitungen.

Zur Verhinderung von Schwall- und Sunkwellen können die Klappen innert 60 Sekunden abgesenkt werden. Da dies jedoch nicht in allen Fällen ausreicht, können 50 % des Wasserdurchflusses nach großen Lastabschaltungen durch Bewirkung eines falschen Zusammenhanges der Leitrad- und Laufradschaufeln, dem sogenannten Nullastbetrieb, ohne Leistungsabgabe durch die Turbinen fließen, bis nach etwa 12 Minuten die Grundschützen, d. h. die Segmente, genügend angehoben sind. Die in der Versuchsanstalt für Wasserbau eingehend geprüfte Anströmung des Maschinenhauses und

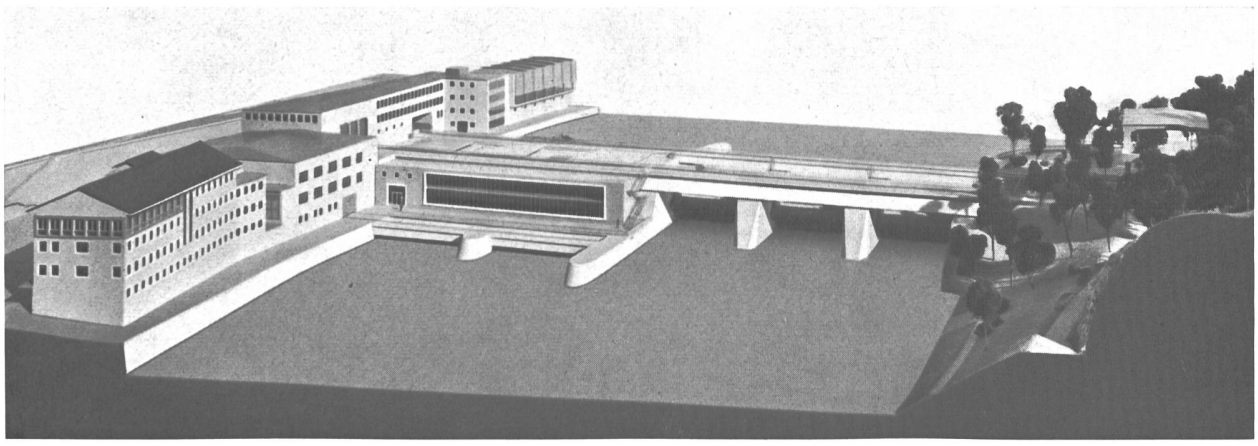


Bild 5 Modell für Stauwehr und Maschinenhaus. Am rechten Rheinufer (von links): Werkgebäude EW Sch, 10-kV-Schaltanlage, städtisches Pumpspeicherwerk, Verbindungsbau, 50-kV-Schaltanlage KWS; quer zum Rhein: das Maschinenhaus mit dem Deckel der Montagegrube (links) und den beiden Deckeln, unter denen sich die Turbinen-Generatorengruppen befinden, anschließend das Stauwehr mit drei Öffnungen

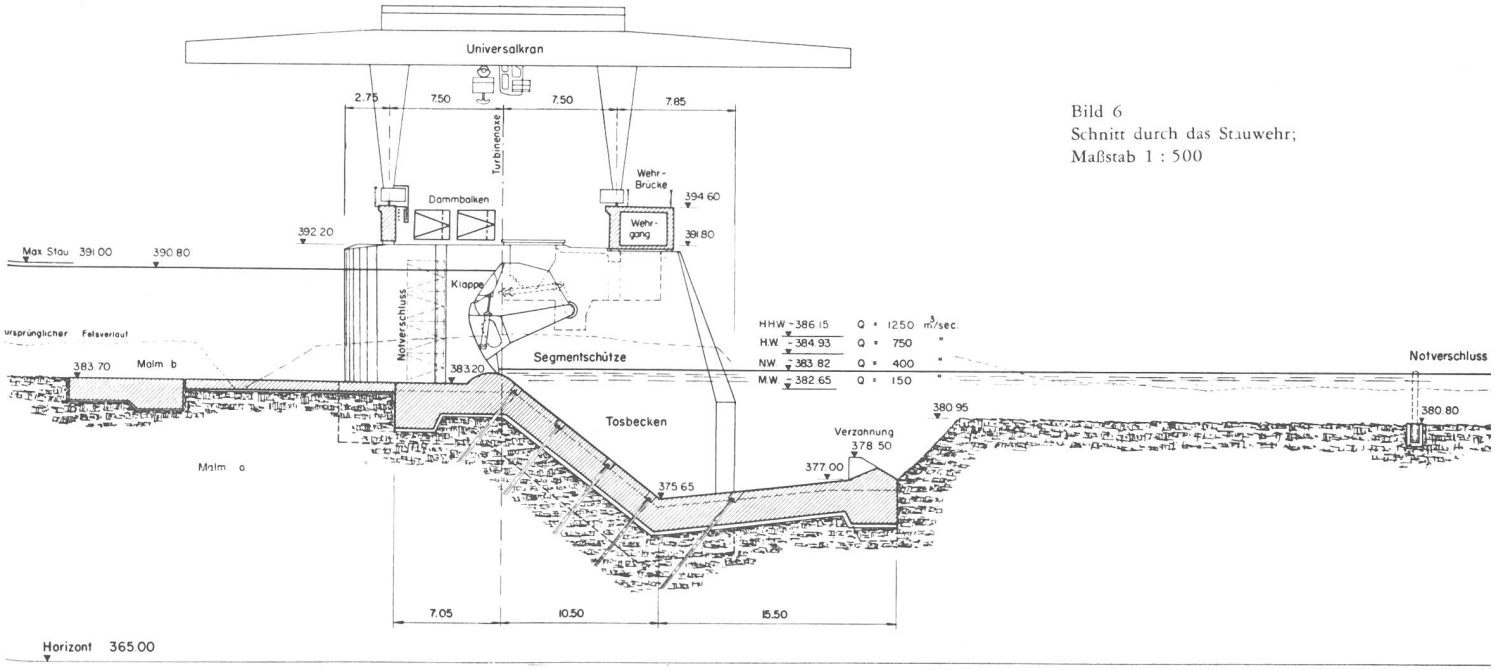



Bild 6
Schnitt durch das Stauwehr;
Maßstab 1 : 500

des Stauwehres führte, bedingt durch die geringe Flußbreite, zur Empfehlung, den Trennpfeiler nicht in der bisher üblichen Art zu bauen, sondern — wie die Modellaufnahme Bild 7 zeigt — als doppelt gekrümmten und in Richtung gegen das Stauwehr abgebogenen Baukörper auszubilden. Aus demselben Grund werden auch die Rechenstäbe gegenüber der Einlaufachse um 5° geneigt angeordnet. Die Notverschlüsse, welche die Revision der Schützen unter Aufrechterhaltung des Stauspiegels ermöglichen sollen, bestehen für die Oberwasserseite aus einem Satz von vier Dammbalken, die am linken Ufer in einer besonderen, innerhalb der Fahrbahn des Portalkrans befindlichen Grube gelagert werden. Der unterwasserseitige Abschluß kann auf einfache Weise mit Hilfe von in der Abschlußschwelle eingesetzten Ständern aus Stahlprofilen und dazwischen eingelegten horizontalen Holzbalken bewerkstelligt werden. Da jedoch die Wehrschwelle höher liegt als die einer normalen Winterwassermenge entsprechende Unterwasserkote, wird eine allfällige Schützenrevision in den meisten Fällen ohne das Einsetzen dieses Notverschlusses möglich sein.

Zur Durchführung einer Turbinenrevision können auf der Oberwasserseite, und zwar vor dem Rechen, vier Dammtafeln eingesetzt werden, die in gedeckten Öffnungen zwischen den Fahrbahnen des Portalkrans und der Rechenreinigungsmaschine gelagert sind. Als unterwasserseitiger Abschluß am Saugrohraustritt dienen ebenfalls vier Dammtafeln, die mit einem eigens konstruierten Versetzwagen aus den Taschen über den Saugrohren herausgehoben, transportiert und eingebaut werden müssen, da sie sich außerhalb des Wirkungsbereiches des Portalkranes befinden. Der Portalkran, der auf seiner Fahrbahn auf Kote 394,50 sowohl das Maschinenhaus als auch das Stauwehr bestreicht, erfüllt im übrigen alle Aufgaben, die bei einem Kraftwerk mit hohem Maschinenhaus dem Maschinensaalkran und dem Wehrkran zugeordnet werden. Seine technischen Daten sind die folgenden:

2 kuppelbare Windwerke zu je 60 t Tragkraft mit Lasttraverse
1 Hilfshubwerk für 10 t

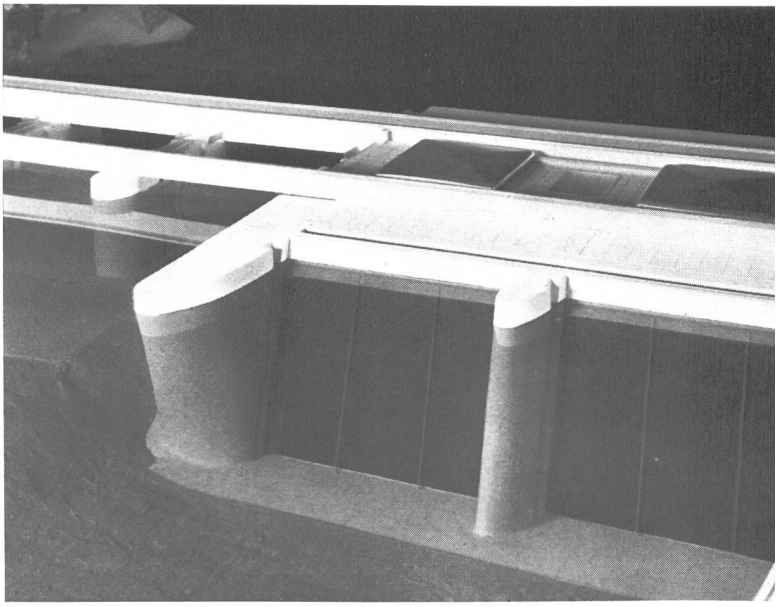
Die Geschwindigkeiten betragen:

| | |
|---|---|
| Kranfahren | 25 und 12,5 m/min |
| Haupthubwerk | 0,8 m/min für max. 2×60 t |
| | 1,6 m/min für max. 2×30 t |
| Katzfahrwerk | 10 m/min |

## Die elektromechanischen Anlagen

Zur Verarbeitung des Nutzwassers von 425 m³/s dienen zwei im gleichen Drehsinn laufende Kaplanturbinen von je 19 650 PS Nennleistung und einer Drehzahl von 71,42 U/min. Es wurde eine Konstruktion mit nur zwei Lagern gewählt, um die Höhe mit Rücksicht

Bild 7 Modell des Kraftwerkeinlaufes mit dem doppelt gekrümmten Trennpfeiler



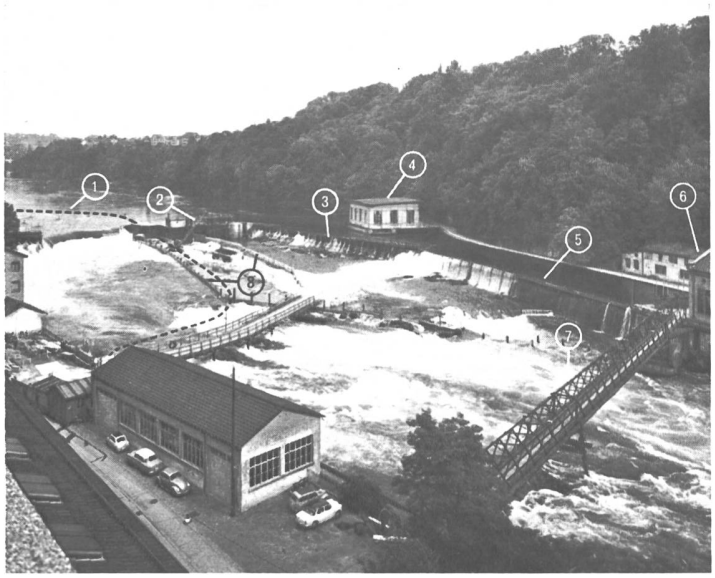



Bild 8 Die Kraftwerkbaustelle im Sommer 1959

1 Die punktierte Linie deutet die Baugrubenumschließung für das Maschinenhaus an
2 Das Hilfswehr, links davon das bereits eingebaute Teilstück des Maschinenhausfangdammes
3 Der Moserdamm mit den zehn Hochwasserentlastungsschützen
4 Die Zentrale A
5 Die Oberwasserkanalmauer der Zentrale B
6 Die Zentrale B
7 Der eiserne Wehrsteg
8 Die provisorischen Hilfsspundwände

auf den Flachbau des Maschinenhauses nach Möglichkeit zu beschränken. Aus demselben Grund entfällt auch der sog. Ölzuführungsbock; die Einleitung des Regulieröles erfolgt am Wellenkopf auf dem oberen Tragstern. Die Laufräder haben einen Durchmesser von 5900 mm und besitzen vier Flügel aus nichtrostendem Chromstahlguß. Das Segmentspurlager der Turbinengeneratorgruppen liegt auf dem Turbinendeckel, und der Laufradservomotor ist im Laufrad eingebaut. Zwischen den beiden Maschinengruppen ist der Turbinenregulatorraum angeordnet. Die Kompressoren und Ölkühler, die Generatorenschaltanlage, die Erregerumformer, die Eigenbedarfsanlage und die Notstromdieselgruppe befinden sich in zwei getrennten Stockwerken auf der Unterwasserseite des Maschinenhauses. Die beiden direkt mit den Turbinen gekuppelten Drehstromgeneratoren von je 18 000 kVA, 10 kV, sind nach der sog. Schirmbauart, d. h. ohne Lager oberhalb des Rotors, konstruiert. Da der Haupterreger und der Hilfserreger als separate, von einem aufgebauten Wellengenerator gespeiste Umformergruppen ausgeführt sind, konnte die Bauhöhe ebenfalls im erwünschten Ausmaß reduziert werden. Die Generatoren besitzen Eigenventilation mit Umluftkühlung. Die durch die acht am Gehäuseumfang angeordneten Wasser-Luftkühler rückgekühlte Luft wird den Ventilatoren auf der Oberseite der Maschine wieder zugeführt. Je nach Jahreszeit können mit einem Teil der erwärmten Luft verschiedene Räume des Maschinenhauses geheizt oder durch entsprechende Beimischung von Kühlwasser ventiliert und gekühlt werden. Jedem Generator ist ein 20 000-kVA-Dreiwicklungs-Regulier-transformator 10/10/50 kV in Blockschaltung zugeordnet. Die Transformatorenzellen befinden sich hinter der Montagegrube. Die erzeugte elektrische Energie wird über Kabel je nach den wechselnden Bezugsverhältnissen sowohl in der 10-kV-Werkschaltanlage als auch in dem der Kraftwerk Schaffhausen AG gehörenden neuen 50-kV-Schalthaus dem Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken zur Verfügung gestellt.

## Die Ufergestaltung

Die mechanische Kraftübertragung aus dem Jahre 1866 hatte mit ihrem Transmissionssystem zur Folge, daß das rechte Rheinufer im Stadtgebiet sehr stark von industriellen und gewerblichen Betrieben überbaut und deshalb für die Einwohner unzugänglich wurde. Vom Stadtrat war aus diesem Grunde schon anläßlich der ersten Projektierungsaufträge der Wunsch geäußert worden, es solle das aus der Oberwasserkorrektion anfallende Aushubmaterial zur Schaffung einer Rheinuferstraße und eines durch Grünflächen abgetrennten Promenadenweges verwendet werden. Die neue Ufermauer wird teils als normale Stützmauer und teils mit einem auskragenden Gehweg in Eisenbeton als Z-Profil erstellt. Oberhalb der Badeanstalt bis zur Schifflände wird sie im Zusammenhang mit der neuen Feuerthalerbrücke projektiert und gebaut. Ferner wird ein großer Teil des Aushubmaterials aus der Maschinenhausbaugrube zur Verlängerung der bestehenden Uferpromenade vom städtischen Pumpwerk bis zur Grenze der Enklave Büsingen verwendet.

Am linken Rheinufer, von der Feuerthalerbrücke flußabwärts zum Kraftwerk und bis zur Flurlingerbrücke, wird ein durchgehender Uferweg gebaut. Oberhalb des Stadtgebietes bis zur Staugrenze sind die durch die Wasserströmung und den Wellenschlag der bestehenden Personenschiffahrt und der Motorboote angegriffenen und unterspülten Partien durch Faschinen, Steinsätze und Böschungspflästerungen zu befestigen. Die Verbauungen sollen sich nach Möglichkeit dem natürlichen Uferverlauf anpassen, so daß das Bild des freien Stromes gewahrt bleibt.

## Bauarbeiten

Die aus den Modellversuchen und der geologischen Beurteilung des Baugrundes gezogenen Schlußfolgerungen ließen es als ratsam erscheinen, vor Inangriffnahme der eigentlichen Kraftwerkbauarbeiten den bald 100jährigen, baufälligen Moserdamm gründlich zu untersuchen. Die im Jahre 1958 durchgeführte Nach-

kontrolle ergab denn auch, daß die unterwasserseitigen Kolktrichter seit den topographischen Aufnahmen aus dem Jahre 1925 wohl als Folge des zur Zeit der Energieeinschränkungen um annähernd 1,2 m erhöhten Aufstaues teilweise bis zu 12 m tiefer geworden waren. Große Wasseraustritte zeigten sich unter dem Rheinspiegel. Das Ausmaß dieser Unterspülungen war nicht genau bekannt; ihr Vorhandensein bewies jedoch, daß der Kalkfels klüftig und durchlässig ist und daß eine latente Einsturzgefahr des Moserdammes bestand. Diese Tatsache veranlaßte uns, den Bau des im Abschnitt über die Modellversuche erwähnten provisorischen Hilfswehres mit drei regulierbaren Schützen vorzeitig zu beginnen. Ende März 1959 war das Hilfswehr fertiggestellt, und am 15. April konnte das entsprechende Teilstück des alten Moserdammes unter Wasser gesprengt werden. Um das davor liegende Wehr vor den auftretenden Detonationswellen zu schützen, wurde einer auf der Rheinsohle verlegten, mit einer großen Zahl von Düsen versehenen Gasrohrleitung eine Luftmenge von 40 $m^3$/min zugeführt. Durch die Düsenaustrittsöffnungen entstand ein elastisches Luftkissen bis über die Wasseroberfläche, das die Detonationswelle vollständig abbremste. Im darauffolgenden Sommer gelang es, dank des Hilfswehres und der zu dessen Bau erstellten Hilfsspundwand, die Baugrube zur Vorbereitung der Fundamente für den Maschinenhausfangdamm herzurichten (Bild 8).

Im November 1960, nach dem Rückgang der Rheinwasserführung, wurden die Regulierschützen des Hilfswehres geschlossen, und anschließend konnte mit der Betonierung der Fundamente für die Ständer und Bohlen der Hauptspundwand begonnen werden. Mit Rücksicht auf die ungleichmäßige Beschaffenheit des Baugrundes wurden alle Spundwandständer durch im Fels verankerte Vorspannkabel gesichert. Die Sohlenaustiefung im Bereich des Hauptwehres und des Tosbeckens war im Februar 1961 beendet, und die Betonierung der beiden Wehrpfeiler und der dazwischenliegenden

Bild 9 Baugrubenabschluß mit der Stützkonstruktion für die Spundwand; im Hintergrund das Hilfswehr. Aufnahme vom 21. Februar 1961

Schwelle wurde unmittelbar darauf in Angriff genommen (Bild 9; Baugrubenabschluß, Stützkonstruktion).

Dank des warmen Winters und des anhaltend schönen Wetters bei niederem Wasserstand konnten die Pfeiler 1 und 2 rechtzeitig fertiggestellt und auch die Wehrschwelle mit dem Tosbecken betoniert werden, so daß die im Bauprogramm ursprünglich für den Bau der Pfeiler vorgesehene zusätzliche Wehrbaugrubenumschließung wegfällt. Die Fundamente des Fangdammes, der den oberen Abschluß der Maschinenhausbaugrube bildet, wurden mit Hilfe einer Taucherglocke in einem Senkkasten als Druckluft-Fundationsarbeit unter Was-

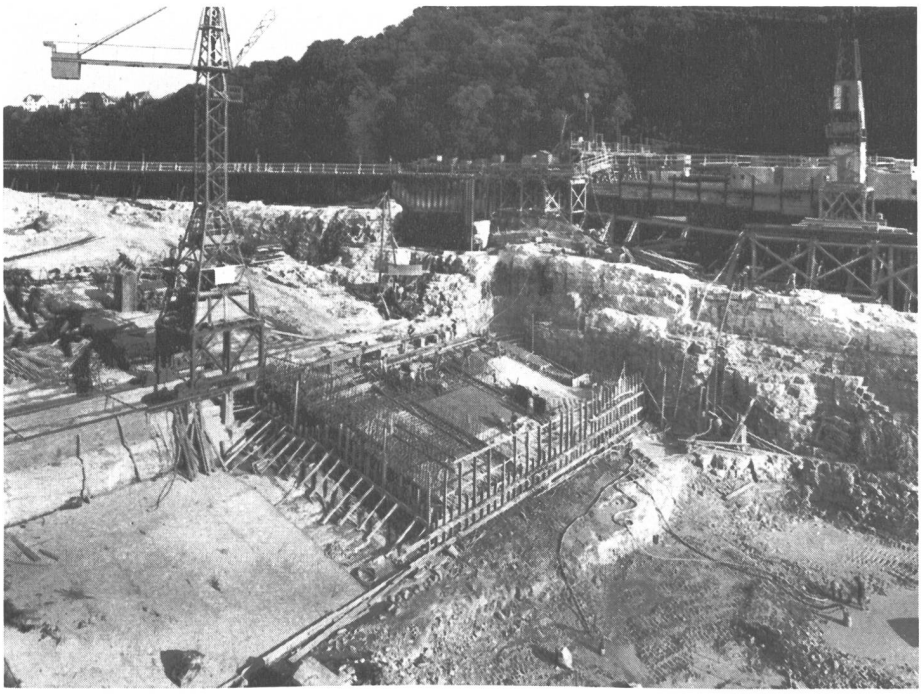


Bild 10
Maschinenhausbaugrube vom Unterwasser aus, am 1. September 1961; Beginn der Betonierarbeiten für die Einlaufsohlen der Turbinen

ser betoniert. Ende April war der Maschinenhausfangdamm fertiggestellt und die Baugrube ausgepumpt, so daß mit dem Felsaushub begonnen werden konnte. Innerhalb der Umschließung sind etwa 80 000 m³ Fels abzutragen. Im August wurde die notwendige Tiefe erreicht, um mit der Betonierung der Einlaufsohle und des Rechenvorbaues beginnen zu können (Bild 10; Maschinenhausbaugrube vom UW aus).

Gegen Ende dieses Jahres wird mit der Schalung, Armierung und Betonierung der Saugrohre und der Turbinenmassive mit den Einlaufspiralen begonnen. Der Zusammenbau des Portalkrans ist nach erstellter Wehrbrücke über der zweiten Wehröffnung im Februar 1962 vorgesehen, so daß als erste die Schütze der Wehröffnung 3 noch im Vorsommer montiert werden kann. Im Herbst 1962 beginnen gleichzeitig mit dem Hochbau des 50-kV-Schalthauses die Montagearbeiten der Turbinen-Generatorgruppe 2. Im gleichen Jahr werden voraussichtlich sowohl die Austiefung des Unterwassers als auch die Oberwasserkorrektion in Angriff genommen. Der Gesamtaushub an Fels und Kies für das Maschinenhaus und das Stauwehr, die Austiefungen im Oberwasser und im Unterwasser betragen annähernd 300 000 m³, die gesamte Betonierung etwa 80 000 m³.

Die erste Maschinengruppe soll im August 1963 ihren Probebetrieb und anschließend ihre Energieproduktion aufnehmen, während der Betriebsbeginn für die zweite Einheit gegen Ende desselben Jahres vorgesehen ist.

**Photos** R. Wessendorf, Schaffhausen

## Die Schweiz im Wettbewerb um die Erschließung der Kernenergie

DK 621.039

In seinem vorzüglichen und aufschlußreichen Referat «Die Schweiz im Wettbewerb um die Erschließung der Kernenergie» anläßlich der Generalversammlung der *Schweizerischen Vereinigung für Atomenergie* am 23. Juni 1961 in Bern, stellte Dr. h. c. *A. Winiger*, Cologny, zunächst fest, daß gegenüber der früheren Begeisterung und dem stürmischen Vormarsch auf dem Gebiete der Atomenergie nicht nur in der Schweiz, sondern auch anderswo eine weitgehende Ernüchterung eingetreten ist. Die Gründe hierfür sind einmal darin zu erblicken, daß die Schwierigkeiten beim Bau und Betrieb von Leistungsreaktoren, um zu technisch einwandfreien und wirtschaftlich vertretbaren Lösungen zu gelangen, viel größer sind, als anfänglich angenommen wurde. Andererseits verschlingt der Reaktorbau sehr große Summen und der Gestehungspreis der Kernenergie liegt in den meisten Fällen über der wirtschaftlich tragbaren Grenze. Wenn auch das noch nicht generell gelöste Problem der Unschädlichmachung oder gefahrlosen Verwertung der radioaktiven Abfälle von Großreaktoren eine Rolle mitspielt, so ist vornehmlich ein Faktor, der sich schwer voraussehen ließ, dafür verantwortlich zu machen, daß das Interesse an der Erstellung von großen Atomkraftwerken nachgelassen hat. Während man vor nicht allzu langer Zeit die Auffassung vertrat, daß die ausbeutbaren Erdölreserven in einigen Jahrzehnten erschöpft sein würden, haben die verbesserte Technik der Tiefbohrungen und neue wissenschaftliche Prospektionsmethoden riesige Erdölvorkommen aufgedeckt. Viele von diesen reichen Erdölvorkommen befinden sich in sogenannten Entwicklungsländern, die durch verstärkten Export darnach trachten, diese Bodenschätze in den Dienst ihrer wirtschaftlichen Entwicklung zu stellen. Das Überangebot wird zudem noch durch sowjetisches Erdöl, das aus politischen Motiven in den Weltmarkt gepumpt wird, verstärkt. Die daraus resultierende Ölschwemme mit entsprechendem Druck auf die Preise bildet einen erhöhten Anreiz zum Bau von thermischen Kraftwerken, die technisch keine Probleme aufwerfen und deren Wirkungsgrad noch dauernd verbessert wird. Diese Faktoren haben bei der Erstellung von Atomkraftwerken mit den damit verbundenen Risiken zu einer vermehrten Zurückhaltung geführt.

Der Referent fuhr fort, daß in der Welt mit den fossilen Brennstoffen, wie Kohle, Öl und Naturgas, die heute über 40 Prozent des gesamten Weltenergieverbrauchs decken, Raubbau schlimmster Art betrieben wird. Es ist zu hoffen, daß sich in absehbarer Zeit die Einsicht Bahn bricht, diese Bodenschätze nicht als Brennstoffe zu vergeuden. Dannzumal müssen wir bereit sein, mit der Kernenergie in die Lücke zu springen. Die Anstrengungen zur Entwicklung von wirtschaftlich arbeitenden Atomkraftwerken dürfen deshalb nicht erlahmen, sondern müssen mit größtmöglichem Einsatz weiter betrieben werden.

Um die in der Schweiz unternommenen Anstrengungen auf dem Gebiet der Atomtechnik zu beurteilen, beleuchtete der Referent den Stand in verschiedenen anderen europäischen Ländern, um daraus die Lehren für die Schweiz zu ziehen. Unser Land führt rund 75 Prozent seines Bedarfes an Roh- oder Primärenergie aus dem Ausland in Form von Kohle, flüssigen und später vielleicht auch gasförmigen Kohlenwasserstoffen ein. Weitere Energiequellen sind die Wälder und Moore sowie unsere Wasserkräfte mit einem Gesamtanteil von 25 Prozent. Die von auswärts bezogenen Energieträger dienen zwei Zwecken: der Erzeugung von Energie und der Beschaffung von Ausgangsstoffen für die metallurgische und chemische Industrie. Die Energie kann mit der Zeit zum größten Teil aus Kernbrennstoffen erzeugt werden, die für die Schweiz den ungeheuren Vorteil aufweisen, mit sehr geringen Transport- und Lagerkosten belastet zu sein. Sobald einmal das Problem des Brutreaktors, an dem auf der ganzen Welt intensiv gearbeitet wird, und in den kommenden Jahrzehnten die Fusion leichter Atomkerne gelöst sein werden, öffnen sich für die Schweiz verheißungsvolle Ausblicke. Angesichts der Erfolge unserer Exportindustrie im Ausland und der Wichtigkeit ihrer Rolle als Wirtschaftsfaktor hätte man annehmen dürfen, daß wir mit vollen Segeln dem neuentdeckten, verheißungsvollen Gebiet der Atomtechnik zusteuern. Das ist jedoch leider nicht der Fall. Die Schweiz verfügt im Vergleich gegenüber Schweden, Belgien, Frankreich, Deutschland und Italien über das höchste Netto-Volkseinkommen. Setzt man diese Feststellung in Parallele zu den Aufwendungen für den Bau von Kernkraftwerken, so stellt man