Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 46 (1955)

Heft: 21

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

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: 01.10.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Die Aufgaben des Ingenieurs im Betrieb und in der Verwaltung der Elektrizitätswerke

Von *Ch. Aeschimann*, Olten

62.007.2 : 378.962(494)

Der Fortschritt der Technik führt zu einer immer deutlicher werdenden Spezialisierung im Ingenieurberuf. Es wird gezeigt, dass der Elektrizitätswerkbetrieb in dieser Hinsicht sehr günstige Möglichkeiten denjenigen Ingenieuren bietet, denen eine zu starke Spezialisierung nicht liegt. Es wird dann die Tätigkeit des Ingenieurs im Elektrizitätswerkbetrieb beschrieben, wobei zwischen drei Arbeitsgebieten unterschieden wird: Unterhalt der Anlagen, eigentlicher Betrieb, Verwaltung.

L'auteur rappelle tout d'abord que le progrès technique conduit à une spécialisation toujours plus poussée dans la profession de l'ingénieur; or l'exploitation des entreprises d'électricité est un domaine d'activité qui offre des conditions très favorables à ceux que cette spécialisation à outrance rebute. L'auteur décrit ensuite les tâches qui attendent l'ingénieur d'exploitation dans les trois domaines distincts que sont l'entretien des installations, l'exploitation proprement dite et l'administration.

Der Fortschritt der Wissenschaften, die Entwicklung der gesamten Technik und die Rationalisierung führen zwangsläufig zu einer immer deutlicher werdenden beruflichen Spezialisierung; besonders auffallend ist diese Entwicklung auf dem Arbeitsgebiet des Ingenieurs. Die grundsätzliche Aufteilung in Abteilungen für Bauingenieurwesen, für Chemie, für Maschineningenieurwesen usw. drängte sich zwar schon anlässlich der Gründung der ersten Technischen Hochschulen auf. Es fällt aber heutzutage schwer, sich vorzustellen, dass es einmal eine Zeit gab, in der man es nicht als notwendig erachtete, zwischen Maschinen- und Elektroingenieuren zu unterscheiden. Die stürmische Erweiterung derjenigen Kenntnisse, die die Studienpläne unbedingt berücksichtigen sollten, fordern eine noch weitergehende Aufteilung, was leicht auf Kosten der gleichwohl notwendigen Allgemeinbildung geht.

Aber auch innerhalb der einzelnen Fachrichtungen gab die Vervollkommnung der industriellen Organisation Anlass zu einer vermehrten Spezialisierung der Funktionen. Die Forschungs-, Konstruktions- und Verkaufsabteilungen wie auch die Versuchslaboratorien haben Arbeitsmethoden entwikkelt, die ihren besonderen Aufgaben angepasst sind. Zu der durch die Mannigfaltigkeit der Materie an sich bedingten Spezialisierung beim Studium tritt im praktischen Leben als Folge der immer komplizierteren Struktur unserer Wirtschaft eine zusätzliche funktionelle Differenzierung der Arbeit.

Es ist nicht unsere Absicht, an dieser Stelle die Vor- und Nachteile dieser Entwicklung, die sich übrigens nicht nur beim Beruf des Ingenieurs abzeichnet, zu untersuchen. Wir wollen lediglich als Einführung zu unserem Thema festhalten, dass die Möglichkeiten für den Ingenieur, sich dieser weitgehenden Spezialisierung zu entziehen, leider immer beschränkter werden. In dieser Hinsicht nun bietet der Betrieb eines Elektrizitätswerkes günstige Bedingungen. Anderseits erfordert er ein ziemlich umfassendes Wissen und vor allem die Fähigkeit, sich den mannigfaltigsten Aufgaben anzupassen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass sich der Betriebsingenieur tagtäglich mit den verschiedensten Problemen zu befassen hat. Eine Fabrik mittlerer Grösse z. B. benötigt einen Ingenieur für den Unterhalt und den Betrieb der Anlagen, die ihr die elektrische Energie liefern. Er hat die Aufgabe, Projekte für den Ausbau oder die Erneuerung dieser Anlagen aufzustellen und sich mit dem Bestellwesen, der Montage und dem Unterhalt des gesamten Materials zu befassen, vom kleinsten Messinstrument bis zu kompletten thermischen oder hydraulischen Energieerzeugungsgruppen. Seine Aufgabe ist, mit allen Mitteln die Energieversorgung der Unternehmung auf wirtschaftlicher Basis sicherzustellen und über die rationelle Verwendung der Energie zu wachen. Seine Entscheide betreffen sowohl technische als auch wirtschaftliche und kaufmännische Fragen.

Auch der Betriebsleiter eines kleinen Elektrizitätswerkes steht oft allein einer ganzen Reihe von ähnlichen, vielleicht noch mannigfaltigeren Fragen gegenüber, für deren Lösung er verantwortlich ist. Die Entwicklungen in der Anwendung der Elektrizität, die Werbetätigkeit, die Tarife, die Verträge, die Buchhaltung, die gesetzlichen Vorschriften, das alles sind Tätigkeitsgebiete, denen er die gleiche Aufmerksamkeit schenken muss wie den mechanischen und elektrischen Problemen, für die er durch seine technischen Studien und durch seine erste praktische Ausbildung teilweise vorbereitet worden ist.

Wir haben absichtlich zwei Fälle von Unternehmungen kleineren Umfanges erwähnt, um die ganze Vielfalt der Probleme aufzuzeigen, mit denen sich der einzelne Betriebsingenieur unter den genannten Bedingungen allein auseinander zu setzen hat. In einem grossen Industrie-Unternehmen oder bereits in einem mittleren Kraftwerk werden die genannten Aufgaben auf einige Ingenieure und Techniker verteilt. Aber selbst bei einem grossen Elektrizitätswerk, worauf unsere nachfolgenden Ausführungen sich ausschliesslich beziehen sollen, kann die Spezialisierung nicht allzuweit getrieben werden und der Ingenieur, der seine allgemeinen technischen Kenntnisse anzuwenden wünscht, findet hier ein reiches Arbeitsgebiet.

Eine abwechslungsreiche Arbeit und die Behandlung von Fragen aus den verschiedensten Ge-

bieten, sind auch heute noch Arbeitsbedingungen, wie mancher Ingenieur sie sich wünscht; andere wiederum ziehen es vor, auf einem begrenzten Spezialgebiet möglichst gründliche fachtechnische Kenntnisse zu erwerben. Das ist Temperamentssache. Dennoch macht es heute den Anschein, als ob die Elektrizitätswerke bei der Anstellung junger Ingenieure, die ihre zukünftigen Kader bilden sollen, Schwierigkeiten begegnen. Welche Gründe sind dafür verantwortlich?

Die elektrischen Unternehmungen haben sich zahlenmässig nicht vervielfacht, sondern vor allem in die Breite entwickelt. Infolgedessen hat ihr Bestand an Ingenieuren zwar ohne Zweifel zugenommen, jedoch bis heute nicht in einem Masse, das gesamthaft ins Gewicht fällt.

Demgegenüber beanspruchen der kräftige Aufschwung der Industrie und die vermehrte Aufmerksamkeit, die sie der Forschung entgegenbringt, einen gesteigerten Aufwand an technisches Personal. Früher stellten die Konstruktionsabteilungen und die Versuchslokale unserer grossen Maschinenfabriken das Hauptkontingent an jungen Ingenieuren für die Elektrizitätswerke. Einige Jahre Praxis in einem grossen Fabrikations-Unternehmen bildeten einen vortrefflichen Ausweis und vervollständigten die Ausbildung des Ingenieurs für seine spätere Laufbahn im Elektrizitätswerkbetrieb aufs nützlichste. Heutzutage, in einer Zeit der ausgesprochenen Vollbeschäftigung, werden solche Stellenwechsel aus leicht erklärlichen Gründen nicht begünstigt.

Mehr als das überrascht, dass die Studierenden der Abteilungen für Maschineningenieurwesen und Elektrotechnik an unseren technischen Hochschulen oft kein besonderes Interesse für die Laufbahn zu zeigen scheinen, die ihnen im Betrieb der Elektrizitätswerke offensteht. Vielleicht liegt der Grund darin, weil die sich hier stellenden Aufgaben zu wenig bekannt sind. Bei Kraftwerkbesichtigungen erhält der zukünftige Ingenieur den oberflächlichen Eindruck, dass eine unter der Oberaufsicht eines Zentralenchefs stehende Equipe gewissenhafter, aber eher passiver Maschinisten genüge, um das richtige Funktionieren des für immer geregelten Betriebes zu gewährleisten. Da die Verwaltungstätigkeit unserer Elektrizitätsgesellschaften nach aussen hin nicht besonders auffällt, bietet sich nur selten die Gelegenheit, ihr Räderwerk und ihre Aufgaben zu studieren. Eine Anstrengung von Seiten der Werke, die zukünftigen Ingenieure mit diesen Aufgaben bekannt zu machen, könnte vielleicht zum Erfolg führen.

Das Problem ist nicht nur vorübergehend aktuell. Die Zunahme der Leistung der einzelnen Kraftwerke, die Erhöhung der Spannung in den Übertragungsleitungen, der immer engere Verbundbetrieb, die Entwicklung der Fernsteuerung und der Fernmessung im Hinblick auf die an die Regulierung und den Schutz gestellten wachsenden Anforderungen — und bald die Probleme der Atomenergieerzeugung — alle diese vermehrten Beanspruchungen zwingen die Werke in steigendem Masse, eine grössere Anzahl qualifizierter Ingenieure in ihre Dienste zu nehmen.

In den Ländern, in denen die Erzeugung und die Verteilung der Elektrizität verstaatlicht oder teilweise in den Händen mächtiger Gesellschaften konzentriert sind, ist die Heranbildung einer Elite erfahrener Ingenieure leichter zu verwirklichen als in der Schweiz mit ihrer dezentralisiert aufgebauten Elektrizitätswirtschaft. Von ihren vielen unbestrittenen Vorteilen abgesehen, muss man anerkennen, dass die Dezentralisation in dieser Hinsicht einen gewissen Nachteil bedeutet. Anderseits bereichert beim Fehlen einer festen Ordnung und einheitlicher Regelung die Mannigfaltigkeit der Methoden bezüglich Ausrüstung und Betrieb den Schatz an Erfahrungen, woraus sowohl die Industrie als auch die Elektrizitätswerke Nutzen ziehen.

Wenn unsere Kraftwerke in Zukunft mehr ausgebildete Ingenieure beschäftigen wollen, so muss angesichts der Tatsache, dass die in einer ähnlichen Lage sich befindliche Industrie nur schwer auf einen Teil der Ingenieure verzichten kann, die sie für die Praxis herangebildet hat, eine Anzahl Studierender unserer technischen Hochschulen sofort nach Abschluss ihres Studiums der Laufbahn des Ingenieurs im Elektrizitätswerksbetrieb näher gebracht werden. Dazu ist eine bessere Aufklärung über die Aufgaben und Anforderungen, welche diese Laufbahn mit sich bringt, erforderlich, damit die zukünftigen Ingenieure ihre Studienpläne danach ausrichten können, soweit sie dazu die Möglichkeit haben.

Es ist klar, dass die Ausbildungsprogramme nicht auf alle Wünsche jedes einzelnen Industriesektors Rücksicht nehmen können, und dass man nicht eine Spezialausbildung für die zukünftigen Ingenieure der Elektrizitätswerke verlangen kann. Es wird die Aufgabe der Elektrizitätswerke selbst sein, die praktische Ausbildung ihres technischen Personals zu fördern. Vielleicht könnten aber die technischen Hochschulen bei der Aufstellung der fakultativen Fächer, der Auswahl der Übungen und der Diplomarbeiten dieser Ausbildung Rechnung tragen.

Wir wollen jetzt auf das Thema, das den Titel zu diesem Artikel gegeben hat, näher eingehen und einige der wichtigsten Aufgaben aufzählen, welche die Elektrizitätswerke ihren Ingenieuren übertragen. Da in diesem Zusammenhang nur vom Betrieb und von der Verwaltung der Elektrizitätswerke die Rede sein soll, lassen wir dabei alle die Aufgaben bei Seite, die sich auf den Bau der Werke, der Netze und der Stationen beziehen.

Im *Betrieb* kann man drei Arten von Tätigkeiten unterscheiden; sie stehen in enger Verbindung untereinander und sind oft in der gleichen Hand vereinigt.

Der *Unterhalt* der Anlagen ist eine genügend klar umschriebene Aufgabe, so dass es sich erübrigt, näher auf sie einzutreten. Es sei hier nur auf den weiten Bereich von Instrumenten, Apparaten und Maschinen hingewiesen, vom kleinsten Relais bis zum grössten Transformator, deren Aufbau und Betriebsweise bekannt sein müssen. Was die Richtung der beruflichen Kenntnisse anbelangt, so steht die Starkstromtechnik im Vordergrund; doch auch die Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik wird

immer wichtiger, da im Falle einer Störung der Schutz- und Fernmeldungseinrichtungen nicht zugewartet werden kann, bis ein Fachmann der Lieferfirma zur Stelle ist. Die Turbinen-Generatorengruppen stellen Einheiten dar. Ihre Montage und Revisionen erfolgen unter der gleichen Leitung, weshalb die Kenntnisse des maschinellen Teils ebenso notwendig sind wie diejenigen des elektrischen Teils. Das gleiche gilt z. B. beim Unterhalt der Leitungen, wo die erforderlichen Kenntnisse sowohl in das Gebiet des Elektroingenieurs als auch in dasjenige des Bauingenieurs fallen.

Die von einem Ingenieur im Elektrizitätswerkbetrieb verlangten Eigenschaften treten damit deutlich hervor: eine schnelle Auffassungsgabe, praktischer Sinn und Entschlusskraft, verbunden mit kluger Vorsicht und Besonnenheit, geboten durch die Verantwortung für die Sicherheit des Personals und die kostspieligen Installationen. Kleinste Anordnungen können eine sehr grosse Wichtigkeit erlangen und dürfen nicht vernachlässigt werden; auf der andern Seite aber darf der Ingenieur in seinen Entschlüssen nicht durch eine übertriebene Kleinlichkeit behindert werden. Umfassende allgemeine technische Kenntnisse und ein sicheres Urteil sind für ihn unerlässlich; er soll sich für vielerlei Dinge interessieren, ohne sich beim einen oder andern in Einzelheiten zu verlieren.

Im eigentlichen *Betrieb* gilt es täglich, die verfügbare Produktion der Werke zu koordinieren, sie in die Netze zu leiten und die Lieferungen und den Austausch der Energie zu regulieren. Es ist dies eine durchaus gut geregelte Alltagsarbeit, so lange alles in Ordnung geht und im Gleichgewicht ist; tritt aber eine plötzliche Betriebsstörung ein, oder muss eine neue Bezugsquelle zur Speisung, ein anderer Übertragungsweg oder ein neues Absatzgebiet ausfindig gemacht werden, erfordert sie eine starke Konzentration und rasche Entschlüsse, genügend Einbildungskraft und Kombinationsfähigkeit. Das Telephon, das Schaltschema und die statistischen Tagesrapporte sind die Werkzeuge des Betriebsingenieurs. Seine Tätigkeit entspricht einem Temperament, das seine Befriedigung in der geschickten und ruhigen Überwindung der alltäglich wiederkehrenden, doch mannigfaltigen Schwierigkeiten findet. Um einen Vergleich aus einem andern Gebiet heranzuziehen, passt diese Tätigkeit eher zu einem Menschen, der gerne reist, aus dem blossen Vergnügen heraus, seinen Wagen zu steuern, als zu jemandem, der nur seinen Bestimmungsort im Auge hat. Überdies ist die Betriebsführung ein Gemeinschaftswerk und verlangt entsprechende Charaktereigenschaften.

Die beiden erwähnten Aufgaben, Unterhalt und Betrieb, sind in Wirklichkeit nicht so deutlich voneinander geschieden, wie wir es eben dargestellt haben. Die eine Aufgabe kann nicht ohne Rücksichtnahme auf die andere erfüllt werden und die dadurch bedingte Zusammenarbeit bereichert die Erfahrung beider Teile.

Wir kommen nunmehr zu einer dritten Kategorie von Ingenieuren, deren jedes grössere Elektrizitätswerk bedarf. Sie gehören eher zur *Verwaltung* als zum eigentlichen Betrieb. Ihre Notwendigkeit erklärt sich aus folgenden Gründen: Da die Tätigkeit in einem Elektrizitätswerk zur Hauptsache technischer Natur ist, so bilden seine Organisation, seine Geschäftspolitik, seine Betriebsführung und seine kaufmännischen Dienste eine Funktion dieser Technik; es ist die Aufgabe eines Ingenieurs, die notwendige Verbindung zu sichern. Man kann geteilter Meinung darüber sein, ob die oberste Leitung einem Ingenieur, einem Juristen oder einem Nationalökonomen anvertraut werden soll. Nach unserem Dafürhalten ist die Lösung von Fall zu Fall zu treffen und zwar auf Grund der zur Verfügung stehenden Persönlichkeiten. Der Rechtsabteilung wird gewiss mit Vorteil ein Jurist vorstehen, der Buchhaltung ein gelernter Buchhalter. Aber gerade in diesem Fall muss ein Ingenieur, unter Beibehaltung des von seiner Ausbildung herrührenden umfassenden Verständnisses für sämtliche technische Fragen, sich allen andern Problemen, die in der Unternehmung auftauchen, annehmen, vor allem aber den wirtschaftlichen.

Ich stelle mir vor, vielleicht zu Unrecht, dass in einer Schuhfabrik ein Kaufmann den Selbstkostenpreis für ein Paar Schuhe berechnen und daraus den Verkaufspreis festsetzen kann. Aber der Fall liegt nicht so einfach bei den Kosten für die kWh und bei den Elektrizitätstarifen. Die Überlegungen und Berechnungen, die notwendig sind, um dieses Problem richtig zu stellen — sprechen wir nicht von seiner eindeutigen Lösung, da man nicht weiss, ob sie überhaupt möglich ist — verlangen ein umfassendes Verständnis für die Zusammenhänge der Produktion und der Verteilung der elektrischen Energie. Das Studium der Verwertung und der wirtschaftlichen Ausnutzung der verschiedenen Energiequellen, ihre Koordinierung und ihre rationelle Anwendung muss auf soliden technischen Grundlagen beruhen. Selbst die Werbetätigkeit für die verschiedenen Anwendungen der Elektrizität muss mit Sachkenntnis durchgeführt werden, d. h. in Zusammenarbeit mit dem Ingenieur.

Auf der andern Seite soll sich der Ingenieur gründliche Kenntnisse in Rechts- und Wirtschaftsfragen, in Buchhaltung, in Statistik und in der industriellen Betriebsorganisation aneignen und sich bemühen, auf Grund einer allseitigen Betrachtungsweise alle sich stellenden Probleme zu beherrschen. Er wird dabei vielleicht die Neigung zu technischer Genauigkeit, die ihn den Beruf des Ingenieurs wählen liess, etwas zügeln müssen, um nicht den Gesamtüberblick zu verlieren und sich nicht mit unnötigen Einzelheiten abzugeben. Im allgemeinen sind die Faktoren und die gegenseitigen Zusammenhänge, von welchen er auszugehen hat, eher zahlreich und kompliziert als präzis, so dass er auf der Suche nach einer praktisch brauchbaren Lösung, zunächst weitgehende Vereinfachungen vorzunehmen hat. Ein solches absichtliches Vereinfachen setzt aber einen vollkommenen Überblick der gesamten Technik der Elektrizitätserzeugung und -Verteilung voraus. Eine gründliche technische Ausbildung ist daher unumgänglich, wenn auch die erwähnten Probleme zumeist mit Hilfe von beinahe

elementaren Kenntnissen in Mathematik und Physik zu lösen sind.

Eine solche Tätigkeit liegt eher einer Natur, die von den grossen Linien einer Arbeit gefesselt wird, als einer solchen, die auf technische Vervollkommnung und mathematische Genauigkeit versessen ist. Unerlässlich ist dabei eine grosse Sicherheit des Urteils; ein Denkfehler, z. B. in einer wirtschaftlichen Frage, ist oftmals viel schwieriger zu entdekken und von schwerwiegenderen Folgen begleitet, als ein Fehler in einer Reihe von genauen Berechnungen, deren Ergebnis nachgeprüft werden kann.

Zusammenfassend zeigt unsere — übrigens sehr unvollständige — Aufzählung der Aufgaben, die der Ingenieur im Betrieb und in der Verwaltung eines Elektrizitätswerkes zu lösen hat, welche Anlage von ihm verlangt wird: Aufgeschlossenheit für die verschiedensten Probleme, ohne allzu grossen Hang zur Spezialisierung; ein geordnetes und ausgeglichenes Arbeiten, d. h. ohne zu stark betonte Neigungen für bestimmte Fragen; Initiative und Entschlusskraft. Im übrigen sind die erforderlichen Charaktereigenschaften die gleichen, wie sie die Industrie von ihren Ingenieuren fordert. Diese Eigenschaften sind unter anderem in einem Exposé von *M. C. Seippel*[1]) mit einer bemerkenswerten Klarheit aufgeführt worden. Sie spielen bei den Elektrizitätswerken eine umso grössere Rolle, als hier die Verantwortlichkeiten sehr gross sind, wenn man die Gefährdung von Menschen und die materiellen Folgen eines Fehlentscheides oder einer Nachlässigkeit berücksichtigt.

Als Gegenwert für diese Anforderungen bieten die Elektrizitätswerke dem Ingenieur sehr günstige Arbeitsbedingungen: vor allem eine grosse Selbständigkeit und weitreichende Befugnisse, geht es doch hier nicht um eine Tätigkeit unter sehr vielen Mitarbeitern mit der Disziplin und der Rangordnung als ihre Folge; dazu kommt eine ziemlich grosse Vielfalt von Problemen und häufige Kontaktnahme im Aussendienst mit der Industrie, mit Ingenieuren der Nachbarnetze und mit Abonnenten.

Wenn die Elektrizitätswerke ein Studienprogramm nach ihrem Wunsch vorschlagen könnten — wohlwissend, dass dies kaum möglich ist — so würden sie wahrscheinlich das Hauptgewicht auf die grundlegenden klassischen Fächer wie Mathematik, Mechanik, Physik und Elektrotechnik legen. Sie würden es vorziehen, den Sinn für die Anwendung dieser Fächer auf die vielgestaltigen Probleme der Praxis besser zu entwickeln, als sich zu viel mit abstrakten Theorien zu befassen. Ebenso würden sie auf jede zu weit getriebene Spezialisierung verzichten, zugunsten einer grösseren Zahl von Vorlesungen in Rechtswissenschaft, Volkswirtschaftslehre, Statistik, industrielle Betriebslehre, ja sogar in Psychologie. Wenigstens hoffen wir, dass eine genügende Anzahl Studierender, welche eine Laufbahn in einem Elektrizitätswerk zu wählen geneigt wäre, den Teil ihrer Studien, der ihrer freien Initiative überlassen ist, nach den in diesem Bericht skizzierten Richtlinien gestaltet.

Die Eidgenössische Technische Hochschule hat im Laufe ihres hundertjährigen Bestehens eine Vielzahl der Ingenieure, die unsere Elektrizitätswirtschaft ausgebaut haben, herangebildet. Anlässlich des Jubiläums, das sie heute feiert, versichert der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke sie seiner tief empfundenen Dankbarkeit.

Adresse des Autors:
Ch. Aeschimann, dipl. Ing. ETH, Direktionspräsident der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten, Präsident des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke.

[1]) Siehe Bulletin SIA Nr. 5 (März 1954), Beilage I, S. 5...9.

Prognosen und Wirklichkeit in der Elektrizitäts- und Energiewirtschaft

Von *H. Niesz*, Baden

621.311.003

Es werden die Schlussfolgerungen von zwei kürzlich in diesen Spalten erschienenen Arbeiten über die Prognosen in der Energiewirtschaft gegeneinander verglichen. Vom Schweizerischen Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz wurden im Jahre 1953 Prognosen über den Rohenergie-Bedarf der Schweiz für die Zeitspanne 1952...1960 veröffentlicht. Es werden hier diese Prognosen und die wirklichen Zahlen für die Jahre 1952...1954 gegenübergestellt; damit ist es möglich, die Zukunftsaussichten für die verbleibenden Jahre bis 1960 zu präzisieren.

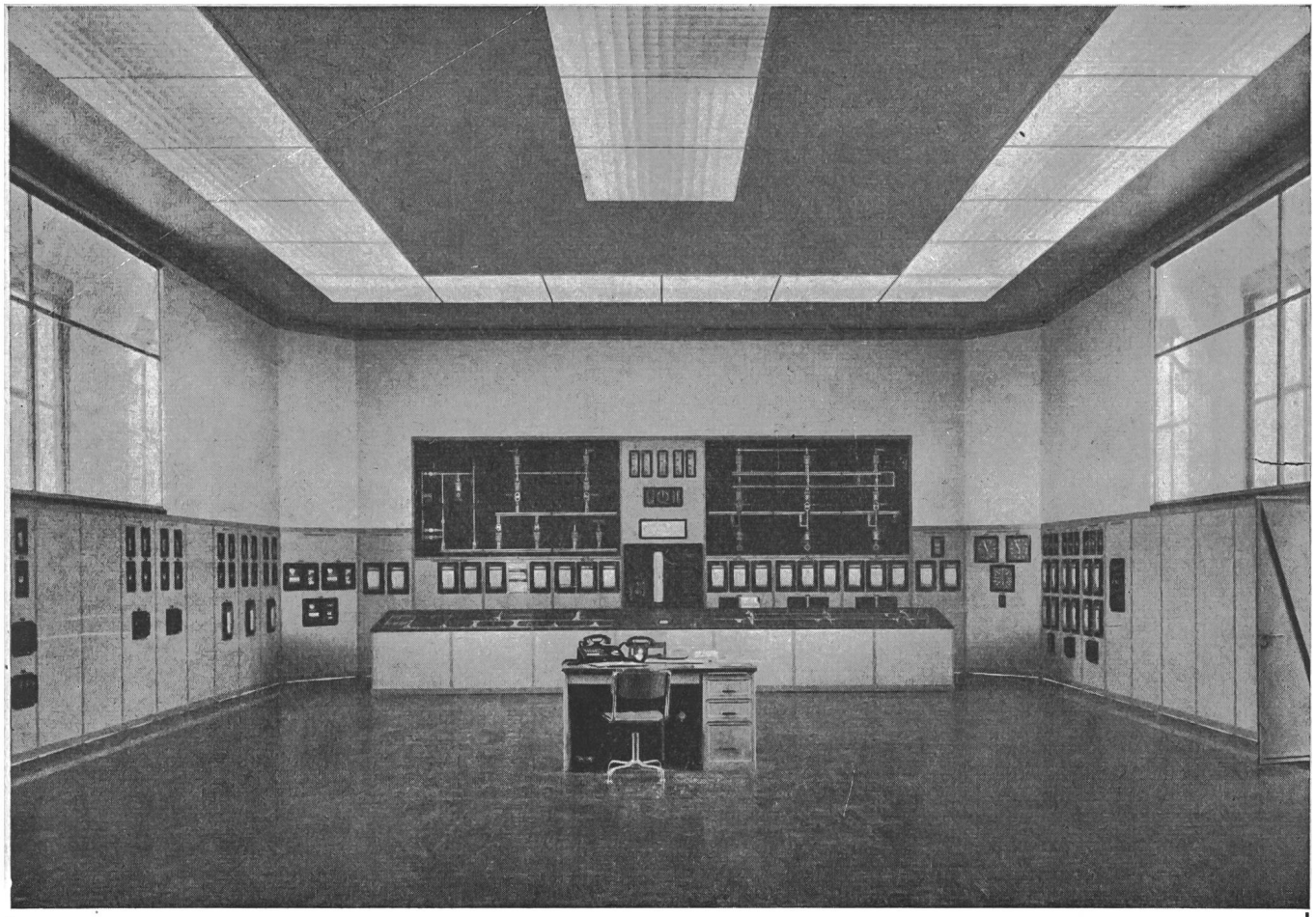
L'auteur compare tout d'abord entre elles les conclusions de deux travaux parus récemment dans ces colonnes sur les prévisions dans l'économie de l'énergie. Puis il rappelle que le Comité Suisse de la Conférence mondiale de l'énergie a publié en 1953 des prévisions relatives aux besoins de la Suisse en énergie brute pour la période 1952...1960; il compare ces prévisions avec les chiffres réels pour les années 1952 à 1954, ce qui lui permet de préciser ses vues d'avenir pour les années restant encore à parcourir jusqu'en 1960.

I

Vor wenigen Monaten[1]) haben «Die Seiten des VSE» den glücklichen Einfall gehabt, ihren Lesern deutscher Zunge zwei bedeutsame, äusserst anregende Arbeiten berufenster ausländischer Autoren gleichzeitig zugänglich zu machen: einerseits die Übersetzung eines Aufsatzes von *P. Ailleret*, Directeur des Etudes et Recherches de l'Electricité de France, über «Zukunftsprognosen», der im Bulletin des Belgischen Werkverbands erschienen war, anderseits einen dicken, mit Graphiken und Tabellen bespickten Band von *P. C. Putnam*, New York, «Energy in the future», dessen Extrakt in verdienstvoller Weise von *Dr. W. Goldschmid*, Baden, unter dem Titel «Der zukünftige Energiebedarf der Welt und seine Deckung» in sachlichster Weise auf 6 Seiten publiziert wurde. Diese beiden Aufsätze sind von so verschiedenem Geiste inspiriert, dass ihre kommentarlose gleichzeitige Veröffentlichung und ihr gemeinsamer Sonderabdruck geeignet war, die Leser zur Stellungnahme zu veranlassen.

Der Bedarfsprognose in der Energie- und besonders in der Elektrizitätswirtschaft kommt vor allem in einem Lande der langatmigen Wasserkraftnut-

[1]) siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 13, S. 615...626 u. Energie-Erz. u. Vert. Bd. 2(1955), Nr. 13, S. 149...160.



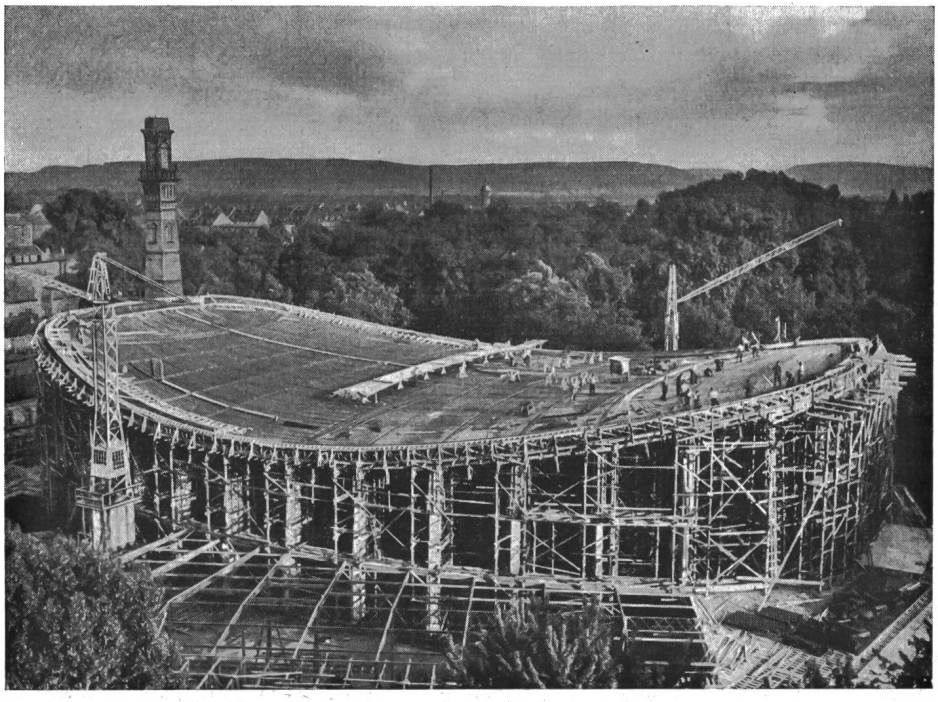
Kommandoraum LAVEY

Wir projektieren und bauen als Spezialfirma:

- Komplette Hoch- und Niederspannungsanlagen für Kraftwerke, Unterstationen, Industrie und Spezialgebiete
- Kommandoräume und Schaltpulte
- Schalttafeln und Verteilkasten
- Leuchtschaltbilder
- Steuerungen jeglicher Art

Unterbreiten Sie uns Ihre Probleme, wir beraten Sie gerne und absolut sachgemäss.
Entlasten Sie sich, indem Sie uns als Generalunternehmer mit voller Verantwortung die Errichtung Ihrer Gesamtanlagen übertragen.

ELECTRO-TABLEAUX A.G. BIEL



Schwarzwaldhalle Karlsruhe unter Verwendung von PLASTIMENT

PLASTIMENT

erhöht die Festigkeiten und Dichtigkeit des Betons und verbessert die Haftung an den Armierungseisen und den Verband in den Arbeitsfugen

PLASTOCRETE

verbindet die Eigenschaften des PLASTIMENTES mit den Vorteilen der beschränkten Lufteinführung ● Insbesondere erhöht es die Verarbeitbarkeit und die Wasserdichtigkeit des Betons

Sika

Kaspar Winkler & Co.

Fabrik für chemische Baustoffe Telephon 525343 Zürich 48

Techn. Büro Bern Tel. (031) 9 07 73 Bureau techn. Lausanne Tél. (021) 26 08 13

zung eine grosse Bedeutung zu. Haben wir Schweizer uns nicht alle durch das unerwartete Anwachsen der Nachfrage wiederholt überraschen lassen? So sei es denn gestattet, zu den beiden, dem Leser bekannten Aufsätzen einige Bemerkungen anzubringen.

Aillerets Überlegungen befassen sich ausschliesslich mit der Problematik der Bedarfsprognose im Sektor der elektrischen Energie, der uns hier in diesen «Seiten des VSE» am meisten interessiert. Wir dürfen den durch kühle Beobachtung und logische Überlegung geleiteten massvollen Schritten des erfahrenen Franzosen folgen, ohne je den festen Boden zu verlieren, auch dann, wenn wir etwa nicht völlig mit ihm übereinstimmen. Von seinen zahlreichen, zutreffenden Feststellungen scheint mir in unserem Land der Exportindustrien diejenige besonders beherzigenswert, dass diejenigen Länder, deren Industrie am stärksten dem internationalen Wettbewerb, also den Konjunkturschwankungen, ausgesetzt ist, auch die stärksten Ausschläge in der Energiebedarfskurve aufweisen. Eine gewisse Beruhigung gibt uns die Tatsache, dass hierzulande nicht die Industrie die stärkste Abnehmergruppe ist, sondern vielmehr die Gruppe Haushalt und Kleingewerbe, die sich während der Krise der Dreissigerjahre als ziemlich krisenfest erwiesen hat.

In einem Punkt dagegen kann ich der Meinung von *P. Ailleret* nicht ganz folgen, wonach die Propaganda die spätere Entwicklung nur vorweg nimmt. Auf den ersten Blick muss man ihm beipflichten. Aber unterschätzt er da nicht die wirtschaftsbefruchtende Wirkung des Verbrauchs elektrischer Energie «ad libitum»? Wird z. B. eine Werkstätte gänzlich elektrifiziert, so stellt sich erfahrungsgemäss allmählich ein Mehrverbrauch bei den vorhandenen Maschinen ein und es werden neue Maschinen aufgestellt. Der Haushalt macht mit den Heisswasserspeichern die gleiche Erfahrung usw. Auf die Hebung der Produktivität und des Wohlstandes ist wohl die Erfahrung zurückzuführen, dass die Verbrauchszunahme am stärksten dort ist, wo der Verbrauch schon stark entwikkelt ist. Wenn also die Propaganda ein geographisches oder ein Anwendungsgebiet vernachlässigt hat, wird sie das Versäumte lange nicht, vielleicht nie ganz einholen.

In einem zweiten Punkt, der nicht ohne Zusammenhang mit dem ersten ist, kann ich ebenfalls *P. Aillerets* Überlegung nicht teilen. Er meint, eine Fortdauer des gegenwärtigen Zunahmetempos sei deswegen nicht auszudenken, weil die Elektrizitätswirtschaft bereits Arbeitskräfte und Kapitalien in einem solchen Ausmass benötigt, dass es für die Volkswirtschaft nicht tragbar wäre, diesen Teil sich noch mehrmals verdoppeln zu lassen. Diese Überlegung muss uns Schweizern zu denken geben, denn der Ausbau unserer Wasserkräfte ist kapitalintensiv, geben wir doch schon 350 Millionen Franken jährlich für Kraftwerkbau aus nebst 150 Millionen — und bald noch mehr — für Leitungen und Netze, um das Rennen mit dem schwer einzuholenden rasch steigenden Verbrauch eines Tages mit Vorsprung zu gewinnen. Vielleicht aber ist für unser Land wenigstens diese Sorge noch nicht am Platze und wird sie es überhaupt nicht sein, bevor unsere wirtschaftlich ausbaufähigen Wasserkräfte voll ausgebaut sein werden. Vermutlich wird auch hier die Tatsache unterschätzt, dass die durch den heutigen Kraftwerkbau neu geschaffene Energie die Wirtschaft von morgen belebt und das investierte Kapital zum grossen Teil im Organismus der Volkswirtschaft weiter zirkuliert. Wer hätte vor 25 Jahren geglaubt, dass wir es heute fertigbringen, jahraus, jahrein 500 Millionen Kilowattstunden neu bereit zu stellen?

Eine letzte Bemerkung zu den Ausführungen von *P. Ailleret* bezieht sich auf die Tatsache, dass er auf der Suche nach den Quellen von Unsicherheiten in der Prognose die Zusammenhänge zwischen der Elektrizität und den anderen Energieformen, zwischen denen der Verbraucher seine Wahl trifft, vorwiegend im einschränkenden Sinne in Rechnung setzt. Wir werden soeben sehen, dass dies den Gesichtskreis der weiteren Zukunft vielleicht unzulässig einengt, in welchem wir, diesmal auf dem Gebiet der Elektrizitätserzeugung, neue Gründe für unseren Glauben an die künftige, intensive und extensive Entwicklung finden werden. Mit vollem Recht betont *P. Ailleret* wiederholt und eindringlich, wie die Elektrizitätsbedarfsprognose nur kurzfristig zutreffen kann. Aber kann das uns von der Notwendigkeit entheben, den Blick weiter nach vorwärts zu richten?

Einen solchen Einwand kann man *P. C. Putnam*, wie aus der Zusammenfassung von *W. Goldschmid* klar zu ersehen ist, wirklich nicht entgegenhalten. Unternimmt er doch den kühnen Versuch auf Grund riesiger Dokumentation und strenger Methodik, den Bedarf der Menschheit an Energie jeglicher Form bis zum Jahre 2000, ja sogar bis zum Jahre 2050 vorauszusagen. Dabei zieht er das gesamte heutige Wissen und alle Überlegungen heran, um die unaufhörliche Steigerung der Bevölkerungszahl unseres Planeten und den zu erwartenden Zuwachs des Nutz- und Rohenergiebedarfes pro Kopf zu ermitteln, wobei ihm die Hebung des Lebensstandards der zurückgebliebenen Völker als ein Hauptanliegen, ja ein Postulat und eine unbedingte Voraussetzung vorschwebt. Das Ergebnis ist, dass der Rohenergiebedarf der Welt im Jahre 2050 mindestens 28mal und vielleicht noch viel mehr höher als im Jahre 1950 sein dürfte! Die diesem Bedarf gegenüberzustellenden Energiequellen werden nicht minder gründlich erörtert. Hier sei jedoch nicht weiter darauf eingegangen und für heute nur eines festgehalten: nämlich dass die meisten Arten des Energiebedarfs sich gar nicht dazu eignen, durch Atomenergie gedeckt zu werden, es sei denn auf dem Weg einer starken Elektrifizierung. Diese Feststellung ist für die Schweiz ganz besonders interessant, waren wir doch bis jetzt bestrebt, soweit als möglich die anderen Energieträger durch die Elektrizität aus unserer weissen Kohle zu ersetzen, und ist es uns bis jetzt erst gelungen, mit der Elektrizität etwa ein Viertel des Totalbedarfes zu decken. So werden sich der Elek-

trizität, in dem Masse als die klassischen Rohenergiequellen sich verteuern werden, aus der Atomkraft für einen späteren Zeitpunkt neue, grosse Perspektiven eröffnen. Die Elektrizität wird also einst von der Atomenergie nicht verdrängt oder abgelöst werden, sondern einen frischen, äusserst starken Impuls erhalten.

Putnams dynamischer Gedankenflug hat bei mir, ich muss es gestehen, allen sich einstellenden, kritischen Einwänden zum Trotz, einen begeisternden Eindruck erweckt. Dennoch hinterlässt der mutige «Salto mortale» des Amerikaners in eine, ein ganzes Jahrhundert entfernte Zukunft in uns nüchternen Schweizern ein Gefühl der Unsicherheit. Es dürfte auf dieser Erde bis dahin noch manches anders kommen, als wir es uns vorstellen können. Ist nicht alles, was wir seit einem halben Jahrhundert auf allen Gebieten erlebt haben, geeignet, uns gegenüber langen, ungestörten Prognosen mit Skepsis zu erfüllen? Diese Fragestellung führt uns zu den so wohlabgewogenen Überlegungen *P. Aillerets* zurück.

II

Vor wenigen Jahren hat das Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz die grundlegenden Studien seines Energiekomitees über die Energieversorgung unseres Landes der Öffentlichkeit in vier Berichten vorgelegt [2]). Einer dieser Berichte bezieht sich auf die künftige Entwicklung des Energiebedarfs für einen 10jährigen Zeitraum: «Im Rahmen von Zukunftsfragen der schweizerischen Energiewirtschaft» habe ich über diese Untersuchung im August 1953 an der Generalversammlung des VSE referiert [3]). Den Bearbeitern dieses Berichtes hat nun das Werk von Putnam nachträglich eine grosse Befriedigung gebracht. Sie hatten für die Aufstellung ihrer Prognose von sich aus genau die gleiche Methode angewendet wie er, nämlich Verankerung in der vergangenen Entwicklung des Rohenergieverbrauchs, d. h. des sogenannten «Input» in die Energiewirtschaft, daraus durch Berücksichtigung der Umsetzungswirkungsgrade Ermittlung der aus der Energiewirtschaft in die Konsumwirtschaft übergehenden Nutzenergie, d. h. des «Output», festgestellt, für jede Anwendungsart eine Entwicklungsprognose aufgestellt, um sodann den gleichen Weg im umgekehrten Sinne zu beschreiten, um den künftig zu erwartenden Rohenergiebedarf vorauszusagen. Freilich war die Aufgabe unendlich kleiner gestellt als diejenige Putnams. Sie bezog sich nur auf die kleine Schweiz und die kommenden 10 Jahre. Trotzdem haben sie, wie er, auch die zu erwartende Bevölkerungsvermehrung sorgfältig berücksichtigt. Auf den problematischen Wert jeglicher, auch nicht langfristiger Voraussage wurde in den Berichten ausdrücklich hingewiesen.

Die statistischen Unterlagen, die den Bearbeitern seinerzeit vorlagen, gingen bis zum Jahre 1951 und zwar ausdrücklich unter drei verschiedenen Annahmen: Hochkonjunktur, Normalkonjunktur und einer bis 1960 überstandenen Wirtschaftskrise.

Obwohl wir seither erst über die Daten einer dreijährigen Entwicklung verfügen, mag es interessant sein, die damaligen Prognosen mit der Wirklichkeit zu konfrontieren. Zu diesem Zweck sind in

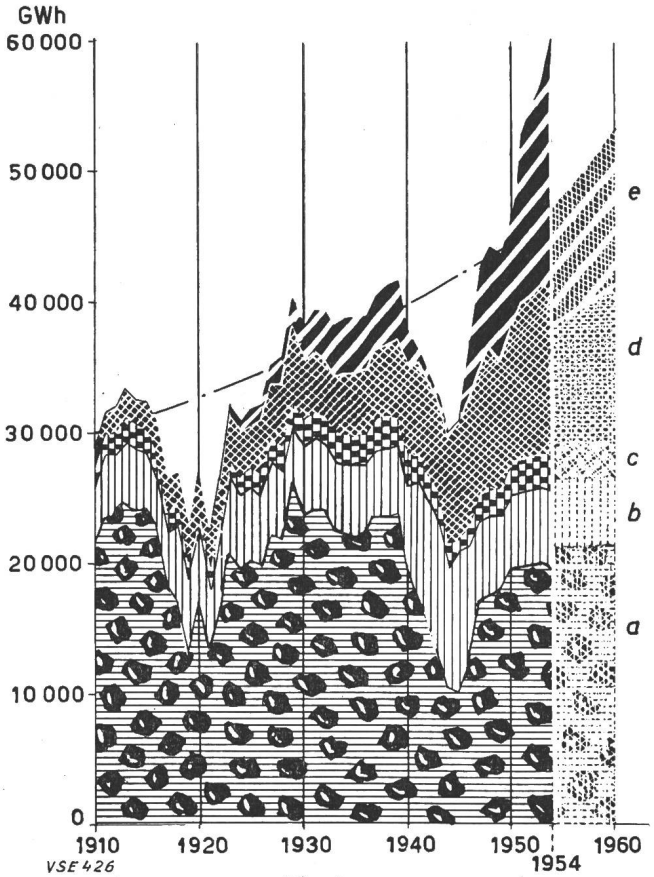


Fig. 1

Entwicklung des gesamten Rohenergieverbrauches und dessen Deckung durch die Energieträger

Tatsächliche Entwicklung bis 1954 (Hochkonjunktur) und Prognose bis 1960 bei Rückkehr zur normalen Wirtschaftslage

e Öl — *b* Holz und Torf
d Elektrizität — *a* Kohle
c Gas

die Fig. 1, d. h. in die damalige Graphik, die wirklichen Werte pro 1952, 1953 und 1954 nachgetragen worden, während für 1955 bis 1960 die seinerzeit gezeichneten Entwicklungslinien unverändert belassen wurden. Zu beachten ist, dass diese Linien ausdrücklich in der Annahme eines Übergangs bis 1960 von der damals schon herrschenden Hochkonjunktur zu einer Normalkonjunktur galten, während von einem solchen Übergang bisher noch nichts zu merken ist.

Wie haben sich in dieser kurzen Zeitspanne der Rohenergieverbrauch und seine Struktur verändert? Darüber gibt Tabelle I, die von meinem Mitarbeiter *W. Schrof* stammt, Aufschluss.

Auffallend ist die Beschleunigung in der jährlichen Zunahme des Totalverbrauchs und vor allem das äusserst lebhafte Anwachsen des Verbrauchs an flüssigen Brennstoffen, die kurz unter «Öl» zusammengefasst sind. Dieses Anwachsen rührt nur zum

[2]) Wasser- u. Energiewirtschaft Bd. 45(1953), Nr. 11, S. 231...241 u. Nr. 12, S. 251...263 sowie Bd. 46(1954), Nr. 1, S. 7...21 und Nr. 2, S. 34...38. Sonderdruck dort erhältlich.

[3]) Bull. SEV Bd. 44(1953), Nr. 26, S. 1073...1081.

Rohenergieverbrauch der Schweiz Tabelle I

	1952		1953		1954	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Öl	14,2	26,1	15,6	28	19,0	31,7
Kohle	19,6	36,1	19,8	35	19,6	32,6
Elektrizität	12,0	22,1	12,5	22	13,0	21,7
Gas	2,6	4,8	2,5	4,5	2,5	4,2
Holz	5,9	10,9	5,9	10,5	5,9	9,8
Total	54,3	100,0	56,3	100,0	60,0	100,0
Zunahme gegenüber dem Vorjahre	2,8 %		3,7 %		6,5 %	

Teil vom zunehmenden motorisierten Verkehr, noch mehr aber von der Ausbreitung der Ölheizung her, sei es in Althäusern, sei es bei Neubauten. Nebenbei bemerkt ist eine weitere, starke Erhöhung zu gewärtigen, weil die Bautätigkeit im Jahre 1955 ihren Rekord von 1954 noch schlagen dürfte. Für Benzin und Dieselöl lautete unsere Prognose auf 2,5 %, für Heizöl auf 6,5 %, zusammen auf 5 %, in Wirklichkeit war der Zuwachs

pro 1952	8,5 %
pro 1953	11 %
pro 1954	22 %

Der Kohlenverbrauch ist in absoluter Grösse gemäss der Prognose ungefähr gleich geblieben, hat also an der Hochkonunktur keinen Anteil erhalten. Bald wird die Kohle durch das Öl in den zweiten Rang verdrängt. Noch 1953 sprach ich davon, dass bis 1960 der Anteil der Kohle, Gas eingeschlossen, unter 40 % zurückgehen werde, schon heute sind es nur 37 %! Wir sind da Zeugen einer sich beschleunigenden, grundlegenden Verschiebung, die offensichtlich den Interessen des Energiekonsumenten dient, ja von ihm beherrscht wird. Ihre einzige Schattenseite liegt in der nicht zu unterdrückenden Besorgnis um die Versorgung in Kriegszeiten, da das Problem der Lagerhaltung immer schwieriger zu lösen sein wird. Und es soll Schweizer geben, denen der Gedanke möglicher Öl- und Erdgasfunde in der Schweiz unsympathisch ist!

Der Elektrizitätsverbrauch hat im Durchschnitt der drei Jahre praktisch um 4 % jährlich zugenommen, hat also die Prognose erfüllt. Sein Anteil am Ganzen ist aber leicht zurückgegangen. Da der Anteil des Holzes in absoluter Grösse unverändert geblieben ist, ist er relativ genommen zurückgegangen. Damit ist die nicht erfreuliche Feststellung zu machen, dass der Anteil der einheimischen Komponenten von 33 % auf 31,5 % zurückgegangen ist.

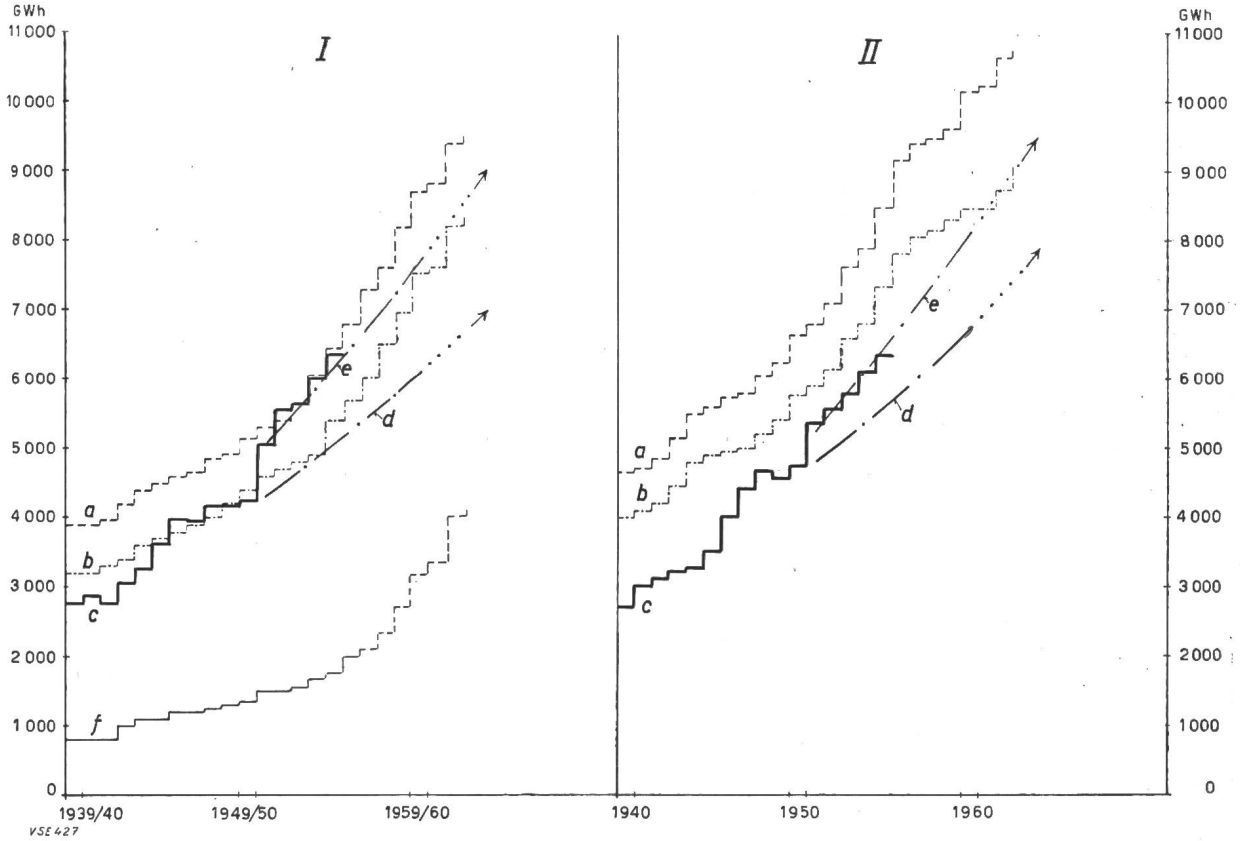


Fig. 2

Entwicklung der mittleren Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke und des Inlandverbrauchs

I Winterhalbjahr

Mögliche Erzeugung der Wasserkraftwerke:

a im Durchschnittsjahr
b im Trockenjahr
f Speicherenergie

II Sommerhalbjahr

Bedarf:

e bei Hochkonjunktur
d bei Normalkonjunktur
c wirklicher Verbrauch (ohne Elektrokessel)

III

Wie steht es heute mit den Aussichten auf ausreichenden Kraftwerkbau?

Vor 2 Jahren konnte ich im erwähnten Referat nur feststellen, dass bei andauernder Hochkonjunktur der Bedarf lediglich in Jahren annähernd durchschnittlicher oder höherer Hydraulizität gedeckt würde, wogegen in trockenen Jahren die inländische thermische Erzeugung und der Elektrizitätsimport immer noch notwendig wären. Dies hat sich im hydraulischen Jahre 1953/54 bewahrheitet, dessen Winter sehr trocken war. Es mussten und es konnten rund 200 GWh thermisch erzeugt und rund 1200 GWh eingeführt werden.

In Fig. 2 sind die vor 2 Jahren eingetragenen Verbrauchsprognosen unverändert übernommen, und zwar für Hoch- und Normalkonjunktur. Dagegen ist der tatsächliche Verbrauch durch die Produktionszahlen bis 1953 [4]) und sogar bis 1954/55 (schätzungsweise) nachgetragen worden.

[4]) Bull. SEV, Seiten des VSE, sowie Energie-Erz. u. Vert.: Laufende Mitteilungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft.

Wie man sieht, hat der Kraftwerkbau gegenüber den Erwartungen Fortschritte zu verzeichnen. Namentlich sind die Maggia-Kraftwerke ein Jahr früher als nach dem ursprünglichen Bauprogramm fertiggestellt worden. Auch für die folgenden Jahre darf mit der Bereitstellung grösserer Energiemengen gerechnet werden. Namentlich die Beschaffung von Speicherenergie ist im Zunehmen begriffen: Die 4 Milliarden-Grenze soll schon pro 1961/62 erreicht werden, drei Jahre früher, als vor zwei Jahren anzunehmen war. Eine leichte Erhöhung ergibt sich auch im Sommer, vermögen doch die meisten, als Speicherwerke bezeichneten Anlagen auch im Sommer eine gewisse Produktion hochwertiger Spitzenenergie abzugeben. Der Kraftwerkbau wird das Rennen gewinnen.

Adresse des Autors:

Dr. h. c. *H. Niesz*, dipl. Ing., Ennetbaden (AG).

Die Bedeutung der elektrischen Energie in der Güterproduktion[1])

Von *B. Bauer*, Zürich

338 : 621.311

Der Verfasser legt die Entwicklung der Mechanisierung in der Güterproduktion seit dem Mittelalter dar; er zeigt insbesondere, wie die Mechanisierung den Wert der menschlichen Arbeit erhöht und welche Bedeutung dabei der elektrischen Energie zukommt. In die Zukunft blickend stellt er die Frage nach dem voraussichtlichen Weltenergiebedarf für das nächste Jahrhundert und nach den Möglichkeiten, diesen Bedarf zu decken. Ein Vergleich zwischen den Vereinigten Staaten von Amerika und einigen europäischen Ländern zeigt schliesslich, wie Europa auf dem Gebiet der Mechanisierung der Produktion heute noch im Rückstand ist.

Diese Studie bildete den Gegenstand eines Vortrages anlässlich der diesjährigen Tagung des Österreichischen Energiekonsumenten-Verbandes im April 1955 in Wien. Wir danken hier diesem Verbande für seine Einwilligung zur Veröffentlichung des Vortrages.

L'auteur expose comment la mécanisation de la production des biens s'est développée depuis le Moyen Age; il montre notamment comment cette mécanisation augmente la valeur du travail humain et quelle est l'importance de l'énergie électrique dans ce domaine. Tournant ses regards vers l'avenir, il se demande ensuite quels sont les besoins mondiaux en énergie pour le siècle à venir et comment ils seront couverts. Comparant enfin les Etats-Unis d'Amérique et quelques pays d'Europe, il montre tout le retard qu'a encore l'Europe du point de vue de la mécanisation de la production.

La présente étude a fait l'objet d'une conférence lors de l'assemblée annuelle de l'Union Autrichienne des Consommateurs d'Energie, à Vienne, en avril dernier. Nous remercions la dite Union de nous avoir autorisé à reproduire cette étude.

Wir stehen im Spinnraum der Teppichmanufaktur in der Calle Santa Isabel in Madrid. Im Hintergrund sind Gobelins zum Verkauf aufgehängt. Reich gekleidete Damen des Madrilener Hofs bewundern das neue Werk. Vielleicht feilschen sie mit dem Geschäftsinhaber um den Preis. Schräg hinter uns arbeitet ein Maler an seiner Staffelei. Die Fräuleins interessieren ihn weit weniger als die arbeitenden Spinnerinnen (Fig. 1). Er bewundert den natürlichen Adel ihrer Haltung, die Harmonie ihrer Bewegungen. Er will das Spiel von Licht und Schatten auf ihren Körpern wiedergeben, die Abtönung der Farbe im Raum. Der Maler wechselt von Zeit zu Zeit ein Scherzwort mit den Arbeiterinnen. Sie sind ihm wohlbekannt, denn als künstlerischer Berater des Werkstattinhabers ist ihm die Atmosphäre hier wohlvertraut.

Er nenne sich *Velasquez*, sagt er uns, und er erzählt von dem schweren Leben dieser einfachen Frauen.

Fig. 1
Die Spinnerinnen von Velasquez

[1]) Vortrag gehalten vor dem Österreichischen Energiekonsumenten-Verband, im April 1955 in Wien.

Über 12...14 h im Tag hätten sie hier von Kindheit an ihre mühsame Arbeit zu tun. Der Lohn sei kärglich und reiche kaum für die geringe Nahrung; gross sei die Sterblichkeit unter der Bevölkerung, schlimmer noch als in Rom, wo er sich zu zweien Malen studienhalber aufgehalten hätte. Dann springt er über zu den Fragen seiner Kunst. Herrlich seien die Werke der italienischen Meister des vergangenen Jahrhunderts; doch besonders gross und geheimnisvoll erscheine ihm das Werk des *Vinci*. Dieser hätte mehr gekonnt als bloss den Pinsel führen. Viel sei ihm bekannt geworden von den Geheimnissen der Natur, träumte er doch davon, ihre Kräfte durch besondere Maschinen in den Dienst der Menschheit zu stellen. Er, Velasquez, möchte gerne glauben, dass dies möglich sei, dass die Spinnerinnen dereinst von ihrer schweren manuellen Arbeit befreit würden, aber die Kirche sage, solche Gedanken seien des Teufels. 133 Jahre später erfand *James Watt* seine Dampfmaschine und setzte damit einen Umbruch im menschlichen Dasein in Bewegung. Und wieder 133 Jahre später schrieb der Schriftsteller Richard Katz voller Schrecken: «Wo gelangen wir hin mit der Technisierung unseres Lebens? Spürt ihr nicht, dass uns aus jeder Maschine Luzifer entgegenblickt?»

Waren denn der Traum des da Vinci und die Hoffnung Velasquez' ein Irrtum? Führt der faustische Trieb den Menschen ins Verderben?

Hier lassen Sie uns zunächst folgendes bedenken. Wenn es uns im Genuss des Heute drängt zur Bereitung eines besseren Morgen, so ist dieser Zwang tief im Schicksal der Menschheit begründet. Ihr ist auferlegt, nie beschaulich zu ruhen in ihrem Bestand, sondern sich zu vermehren und zu entwickeln. Es vermehren sich in beschleunigtem Rhythmus die Anzahl der Verbraucher und das Arbeitsangebot. Es wachsen zugleich die Bedürfnisse des einzelnen in Menge und Mannigfaltigkeit. Immer breiter schwillt der Strom der Konsumgüter an und immer grösser ist der Arbeitsaufwand zu seiner Erschaffung aus dem Reichtum der Erde. Aber damit nicht genug: Da der Mensch sein Leben nicht allein mit seiner Hände Arbeit fristen kann, sondern hiezu eines technischen Apparates bedarf, dehnt sich auch dieser immer weiter aus. So sieht sich der Mensch ständig vor die zweifache Aufgabe gestellt, einerseits die Konsumgüter zu erzeugen, die er und seine Zeitgenossen zum Leben benötigen und anderseits zugleich die Investitionsgüter zu schaffen, die die Erweiterung des technischen Apparates erfordert. Denn täte er das letztere nicht, so müssten den neu hinzugetretenen Verbrauchern die Instrumente fehlen, die sie zu ihrem Lebensunterhalt brauchen. Nun wächst zwar in steigendem Mass die Anzahl der arbeitenden Hände im Laufe der Zeit, aber rascher noch vergrössert sich die jährliche Gesamtmenge der Konsum- und Investitititionsgüter. Der Mensch hätte daher eine immer schwerere Arbeitslast zu bewältigen, lehrte ihn nicht sein findiger Geist den technischen Fortschritt zu nützen, d. h. den immer intensiveren Beizug der Naturkräfte in der Güterbeschaffung.

Die Technisierung des Lebens ist Notwehr, erwachsen aus der Dynamik der menschlichen Entwicklung. Aber sie kann noch mehr sein, wie wir sehen werden, sie veredelt die menschliche Arbeit, sie erhöht ihren Nutzen. Bevor ich jedoch hierauf eintrete, möchte ich an einem einfachen Kreislaufmodell das Gesagte näher erläutern (Fig. 2).

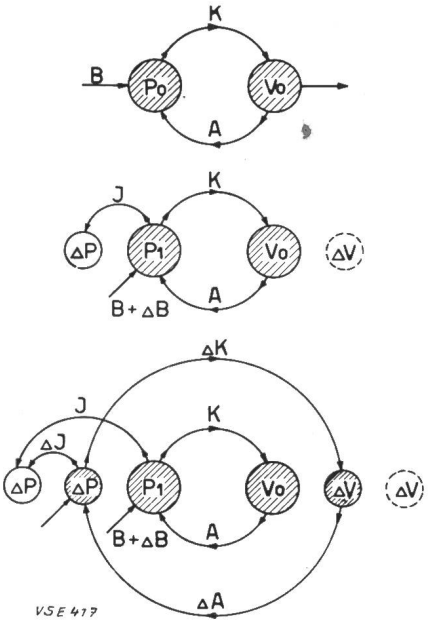


Fig. 2

Kreislaufmodell der menschlichen Arbeit

V_0	Verbraucher
P_0, P_1	Produktionsstätte
A	Monatlicher Arbeitsaufwand des Verbrauches V_0 zur Erzeugung von K (bzw. $K + J$)
K	Monatlicher Konsumgüterbedarf des Verbrauches V_0
B	Monatlich benötigte Bodengüter zur Erzeugung von K
J	Monatlich produzierte Investitionsgütermenge zur Erweiterung um ΔP der Produktionsstätte
ΔB	Benötigte Bodengüter zur Produktion von J
ΔV	Verbrauchervermehrung

Wir denken uns im obersten Teil des Bildes eine bestimmte Anzahl Verbraucher V_0, die mit Hilfe ihres monatlichen Arbeitsaufwandes A und den Gütern des Bodens B in der Produktionsstätte P_0 ihren monatlichen Konsumgüterbedarf K erzeugen. Die Anzahl der Verbraucher soll unverändert bleiben. Man ist geneigt, zu sagen $A + B = K$, aber man darf nicht Äpfel und Birnen zusammenzählen. Trotzdem bestehen Beziehungen zwischen diesen drei Grössen. Je grösser der Reichtum des Bodens, je höher der Stand der Technik, um so geringer darf der Arbeitsaufwand zur Erzeugung einer bestimmten Konsumgütermenge sein. Verlangen die Verbraucher nach einer grösseren K-Menge, so müssen sie dies mit einem grösseren A-Aufwand erkaufen, wenn es ihnen nicht gelingt, vermittels des technischen Fortschritts mit der alten Arbeitszeit mehr aus dem Boden herauszuholen.

Nun werde der geschilderte Gleichgewichtszustand durch das Auftreten einer Verbraucher-Vermehrung ΔV gestört, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt zum Eintritt in den Kreislauf anmeldet (siehe den Kreislauf in der Mitte der Fig. 2). Sie werden ihren Arbeitsaufwand ΔA zur Erzeugung ihres Bedarfs ΔV zur Verfügung stellen, aber die hiefür nötige Erweiterung der Produktionsstätte um ΔP ist Sache der alten V_0-Leute. Diese stehen nun

vor der Aufgabe, neben den K-Gütern die Investitionsgütermenge J zum Aufbau von ΔP zu schaffen. Sie werden deswegen mehr arbeiten müssen, es sei denn, ihre Erfinder vermöchten den Stand der Technik durch eine verbesserte Nutzung der Naturkräfte, d. h. durch Steigerung von B um ΔB zu erhöhen. Die Investitionsgütermenge J ist offenbar um so grösser, je grösser ΔK ausfällt, und dieser letztere Zuwachs wird mit ΔV in direkter Beziehung stehen.

Im untersten Teil der Figur ist die Kreislauferweiterung bereits in Betrieb, und es hat sich eine zweite Zuwachsgruppe ΔV angemeldet, für die wiederum eine zweite Ausweitung ΔP des technischen Apparates vorzubereiten ist. Ist der hiefür erforderliche Investitionsaufwand grösser als $J + \Delta J$, so muss nochmals eine technische Verbesserung in der Nutzung der Bodengüter eintreten, wenn die Arbeitszeit nicht gesteigert werden soll.

So erweitert sich zeitlich der ursprüngliche Kreislauf Ring um Ring. Wachsen hiebei die Zuschüsse ΔV von Mal zu Mal an und vergrössern sich hiebei zugleich die Konsumgüteransprüche der Verbraucher, so haben die Erfinder und Verwirklicher des technischen Fortschrittes alle Hände voll zu tun, um dem rasch wachsenden Güterstrom ohne Arbeitserhöhung gerecht zu werden.

So will es anscheinend die Vorsehung! Sie hat uns den göttlichen Funken zur Beherrschung der Natur nicht zugesprochen, damit wir uns in paradiesischem Nichtstun der Güter des Bodens erfreuen, sondern damit wir mit stets gleichem Arbeitsaufwand je Werktätigem einen immer breiteren Güterstrom aus dem Reichtum der Erde erschaffen und verteilend lenken.

Hier drängt sich eine ernste Frage auf. Wird er hinreichen, dieser Reichtum, für die Bedürfnisse der Menschheit in alle Zukunft? Die Vorstellung eines katastrophalen Endes will uns nicht recht ins Konzept passen, aber man steht doch mit Respekt vor der Riesenaufgabe, die den kommenden Generationen in der Güterversorgung überbunden ist. Heute beträgt der Überschuss an Weltbürgern, d. h. Zugang durch Geburten minus Abgang durch Tod, 25 Millionen im Jahr, die ernährt und gekleidet sein wollen, ja nicht genug, die Lebensbedingungen fordern, die besser sind als jene ihrer Eltern. Nach jüngsten amerikanischen Studien soll in der Zeitspanne 1950 bis 2000 eine Vermehrung von 1,4 Milliarden Menschen in Rechnung zu setzen sein, im darauf folgenden halben Jahrhundert eine solche von 2,4 Milliarden. Mutter Erde hat alsdann, d. h. in 100 Jahren, 2,7mal soviel Menschen mit Konsumgütern zu versorgen wie heute. Beachten Sie die Probleme, die uns und unseren Nachkommen aus dieser Entwicklung erwachsen. Die Sicherung der Nahrung, der Werkstoffe, der Energie und nicht zuletzt die Sorge um die Erhaltung dessen, was uns im irrationalen Bereich des Menschen heilig ist. Vieles wäre zu diesem letzteren Punkt zu sagen, das den Sinn unseres Daseins berührt und unsere Verantwortung zur Wahrung der menschlichen Freiheit und Würde feststellt. Indessen gehören diese Fragen nicht zum heutigen Thema. Wir möchten ja vorerst wissen, ob stets genügend Nahrung vorhanden sein wird für die hungrige Menschheit, ob stets der steigende Bedarf an Werkstoffen aus dem Boden gewonnen werden kann und — was uns heute besonders nahe liegt — ob die natürlichen Energiequellen der Erde dem anwachsenden Verbrauch auf alle Zeit gewachsen sein werden.

Zu diesem letzteren Punkt haben die Amerikaner unlängst bemerkenswerte Betrachtungen angestellt. Sie seien mit wenigen Worten in Fig. 3...5 zusammengefasst.

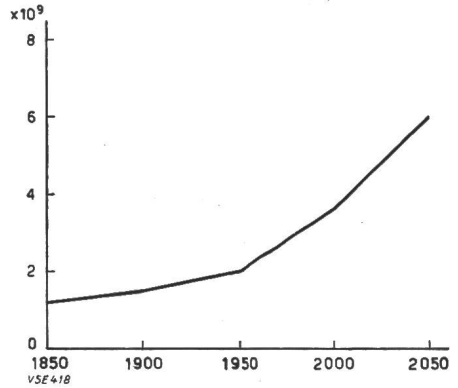


Fig. 3
Voraussichtliche Entwicklung der Erdbevölkerung bis zum Jahre 2050

Die Graphik der Fig. 3 zeigt die schon besprochene Entwicklung der Weltbevölkerung im Laufe der nächsten 100 Jahre. Wie schon gesagt, verdreifacht sie sich beinahe im Zeitraum 1950...2050. Nach den Schätzungen der Amerikaner wird sich aber hiebei der jährliche Bedarf an Energie verzwanzigfachen (siehe Graphik der Fig. 4): Der erste Horizontalstab in der nächsten Figur (Fig. 5) gibt ein Mass der während dieser 100 Jahre insgesamt verbrauchten Energiemengen im Industriekohlenmass gemessen. Die Einheit, hier mit Q bezeichnet, entspricht dem Energieinhalt von rund 34,5 Milliarden Tonnen guter Steinkohle.

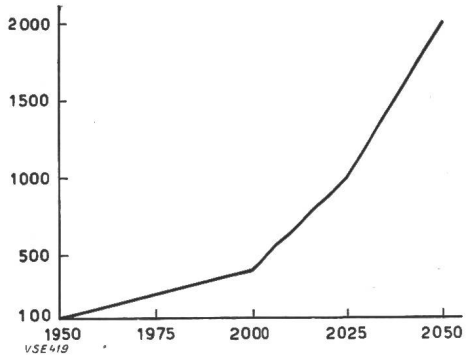


Fig. 4
Voraussichtliche Entwicklung des jährlichen Weltenergiebedarfs bis zum Jahre 2050
Der Weltenergiebedarf im Jahre 1950 wurde mit 100 eingesetzt

Wie soll dieser Energieverbrauch aus den Quellen der Erde gedeckt werden? Die Amerikaner rechnen, dass etwas mehr als die Hälfte, nämlich 38 Einheiten, aus dem noch vorhandenen Vorrat an festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen übernommen werden kann, womit aber dieser aufgebraucht wäre. Der aus den Wasserkräften und der Nutzung

der Sonnen- und Windenergie zu leistende Beitrag wird auf 8 Einheiten geschätzt. Der Rest, 26 Einheiten, müsste mit Hilfe der Atomenergie aufgebracht werden. Diese Betrachtung führt zum Schluss, dass wir in der Zeitspanne zwischen dem Jahr 2000 und 2050 unsere sämtlichen Brennstoffvorräte abgebaut hätten, womit ein mehr als 300 Jahre dauernder Prozess der Energienutzung durch den Menschen abgeschlossen wäre.

Frage, die besonders den mit der Technik Unvertrauten in wachsendem Mass bedrängt. Viel hängt in Zukunft davon ab, ob es uns gelingt, ihn von dieser Sorge zu befreien, in ihm Hirn und Herz, Wissen und Leben, Erkennen und Fühlen, kurz: Geist und Seele in Einklang zu bringen . . .

Wir behaupten vorerst, das der wohlbeherrschte Fortschritt der Technik dem Werktätigen ein menschenwürdiges Leben verschaffen kann. Velasquez

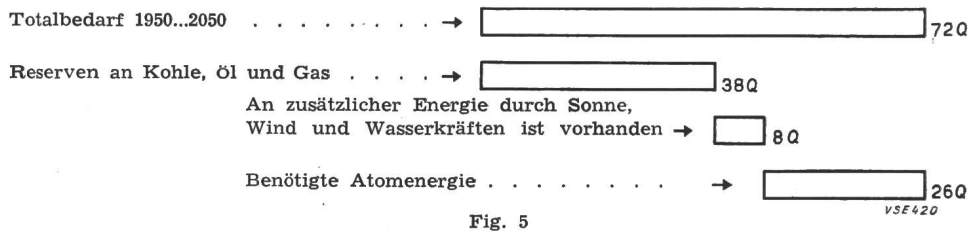


Fig. 5
Der Weltenergiebedarf für das Jahrhundert 1950...2050 und wie er gedeckt werden kann
Die Energieeinheit Q entspricht ungefähr $34{,}5 \cdot 10^9$ t guter Steinkohle

Man kann gegen diese Überlegungen im zahlenmässigen Resultat die eine und andere Einwendung machen. Ich erwähne, dass die Vervollkommnung des Brennstoffelementes vielleicht eine bessere Nutzung und damit Streckung der Brennstoffvorräte erlauben wird, und dass die Wissenschaft möglicherweise in der Nutzung der Sonnenenergie noch erhebliche Verbesserungen zutage fördert. Es bleibt aber trotzdem die Erkenntnis, dass das kommende Jahrhundert sehr eingreifende Veränderungen in der Nutzung der Energiequellen bringen wird und muss, und dass die heutige Generation mit ihren Vorbereitungen zur Verwertung der Atomenergie im richtigen Zeitpunkt eingesetzt hat.

wünschte, dass seinen Spinnerinnen vergönnt wäre, in Zukunft weniger zu arbeiten und mehr zu essen. In unserer heutigen Sprache würden wir sagen, dass die Kaufkraft der eingesetzten Arbeitseinheit grösser werde, d. h. es soll damit eine grössere Konsumgütermenge erworben werden können. Man darf diesen Quotienten den materiellen Nutzen der menschlichen Arbeit nennen. Je mehr Güter ich mit dem Lohn je Arbeitseinheit kaufen kann, um so höher ist der Nutzen meiner Arbeit, ihr Wert.

Um den Einfluss der Technik auf diese sozialwirtschaftliche Kennziffer zu erforschen, müssen wir den früher betrachteten Güterkreislauf durch Mitberücksichtigung des gegenläufigen Geldstromes er-

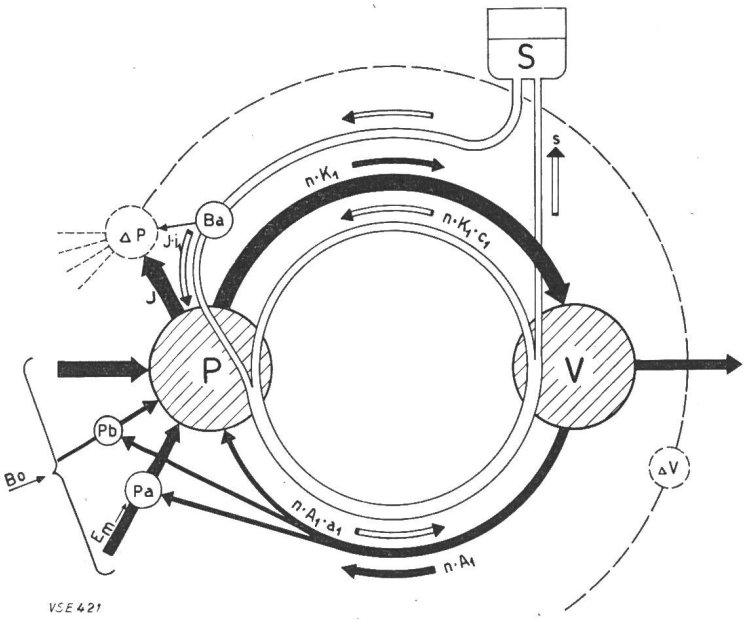


Fig. 6
Kreisläufe der menschlichen Arbeit und des Geldes

menschliche Arbeit
Geld

$A_1 = 30\,\alpha$ Wh
$E_m = \epsilon\, n\, A_1$
Für V gilt $n\, A_1\, a_1 = n\, K_1\, c_1 + s$
Für P gilt $n\, K_1\, c_1 + J\, i_1 = n\, A_1\, a_1$
$\frac{a_1}{c_1} = \frac{K_1}{A_1}\left(1 + \frac{J}{n\, K_1} \cdot \frac{i_1}{c_1}\right)$

V	Verbraucher
P	Produktionsstätte
P_a	Produktionsstätte zur Gewinnung der Rohenergie E_m und ihrer Umwandlung in mechanische Arbeit
P_b	Produktionsstätte zur Gewinnung der Brennstoffe und ihrer Umwandlung in Wärme
B_o	monatlich benötigte Bodengüter
E_m	monatlicher Rohenergiebeitrag der Natur
n	Anzahl der Verbraucher, die in P tätig sind
A_1	monatlicher Energieaufwand eines Arbeiters
K_1	monatlicher Bedarf an Konsumgüter pro Verbraucher
B_a	Bank
S	Ersparnisse der Verbraucher
s	monatliche Ersparnisse
J	monatlich erzeugte Investitionsgütermenge
i_1	Preis der Investitionsgütereinheit
a_1	Lohn je Arbeitseinheit
c_1	Preis der Konsumgütereinheit
α	monatliche Anzahl Arbeitsstunden pro Arbeiter
ϵ	Mechanisierungsgrad der Produktion

Indessen ist immer noch die Frage nicht vollständig beantwortet, die ich eingangs stellte: Führt der faustische Trieb den Menschen ins Verderben, d. h. wird der Mensch schliesslich zum Werkzeug der Maschine — zum Zauberlehrling, dem das magische Wort entfiel zur Bannung der gerufenen Geister? Wer hätte nicht volles Verständnis für diese

gänzen. Dies ist in Fig. 6 dargestellt. Das Modell gilt zunächst allein für die geschlossene Wirtschaft, die keinen Güteraustausch mit benachbarten Systemen kennt.

Wie ersichtlich, sind der Produktionsstätte P diesmal zwei Unterabteilungen P_a und P_b vorgelagert. In der ersten wird die Rohenergie E_m ge-

wonnen, in mechanische Arbeit umgewandelt und in dieser Form dem Fabrikationsprozess zugeführt. In P_b erfolgt in analoger Weise die Gewinnung und Umwandlung der Brennstoffe in Wärme. Diese Aufteilung der Produktionsstätte in Unterwerke ist natürlich unvollständig. Uns interessiert aber zur Stunde im besonderen die Energieversorgung des Fabrikationsprozesses.

Um nun die verwendete menschliche Arbeit in Beziehung zum Energiebeitrag E_m der Natur zu setzen, erinnern wir uns daran, dass der arbeitende Mensch bei hinreichender Nahrung und normaler Ruhezeit eine mittlere stündliche Arbeit von 30 Wh zu leisten vermag. Die monatliche Energiemenge A_1, die er an die Gütererzeugung aufwendet, beträgt demnach

$$A_1 = 30 \text{ Wh} \cdot \alpha$$

wobei mit α die Anzahl der Arbeitsstunden je Monat bezeichnet ist. Für $\alpha = 200$, gemäss heutigen europäischen Verhältnissen, wird $A_1 = 6$ kWh. In der amerikanischen Industrie wird im Monat nur über 180 Stunden gearbeitet. Die monatliche Arbeitszeit der Madrilener Spinnerinnen lag zwischen 250 und 300 Stunden. Diese menschliche Arbeit, die wir jetzt im kWh-Mass zählen, braucht nicht allein manuell geleistet zu werden.

Wenn n Verbraucher in den Produktionsstätten tätig sind, so geben diese monatlich $n \cdot A_1$ kWh an den Prozess ab. Diese menschliche Arbeit wird durch die aufgewendete monatliche Rohenergiemenge E_m der gebändigten Natur ergänzt. Wir schreiben:

$$E_m = \varepsilon \cdot n \cdot A_1$$

und sagen damit aus, dass der Faktor ε angibt, wievielmal mehr fremde Kilowattstunden zu jenen des menschlichen Aufwands hinzutreten zur Erfüllung der Werkleistung. Man kann ε den Mechanisierungsgrad der Produktion nennen. Er liegt im groben Durchschnitt der heutigen industriellen Gütererzeugung etwa bei 120 in europäischen Betrieben und etwa bei 230 in jenen der USA.

Die Amerikaner geben dem Faktor ε eine hübsche andere Deutung, sie sagen: Die Ziffer ε gibt an, wieviele unsichtbare Energiearbeiter (mit individuellen Leistungen von 30 W) helfend hinter jedem Werktätigen stehen, damit er die ihm zugedachte Werkleistung vollbringen kann. Je höher der Stand der Technik, um so grösser ist der Durchschnittswert von ε, um so mehr Energiearbeiter wirken mit.

Um den Verlauf des Geldstromes zu überblicken, müssen wir die Annahme treffen, dass den n Verbrauchern auf der linken Seite des Kreislaufes ein Produzent auf der rechten gegenübersteht, der monatlich $n \cdot K_1$ Konsumgüter an die Verbraucher liefert und den Betrag J an Investitionsgüter zum Aufbau der Erweiterung ΔP der Produktionsstätte. Er nimmt für diese Leistungen Geldbezüge entgegen: Von den Verbrauchern den Betrag $c_1 \cdot n \cdot K_1$, von der Bank, welche ΔP baut, den Betrag $i_1 \cdot J$. Für die aufgewendete menschliche Arbeit bezahlt der Produzent den monatlichen Betrag $a_1 \cdot n \cdot A_1$. Der Preis a_1 entspricht dem Lohn je Arbeitseinheit.

Die Entschädigung für die Lieferung der Investitionsgüter J erhält der Produzent von der Bank, mit B_a bezeichnet, die die Erweiterung ΔP mit den Ersparnissen der Verbraucher finanziert. Die Preise c_1, i_1, a_1 sind vorläufig ganz willkürlich gewählt. Soll der Kreislauf im Gleichgewicht bleiben, so gelten die in Fig. 6 oben rechts angeschriebenen Gleichungen, die nicht weiter diskutiert werden sollen. Es ist aber auch ohne Eingehen auf diese Beziehungen ersichtlich, dass die Höhe der Preise keinen Einfluss auf die Gleichgewichtsbedingungen hat, sondern nur ihr gegenseitiges Verhältnis. Uns interessiert hier besonders die Kaufkraft der Energieeinheit der menschlichen Arbeit, sie ist durch den Quotienten a_1/c_1 definiert. Seine Abhängigkeit von den Konstanten des Kreislaufes ist in der auf Fig. 6 angeschriebenen Beziehung rechts oben umschrieben.

Wir gewinnen hieraus folgende wesentlichen Erkenntnisse. Der Nutzen der menschlichen Arbeit, d. h. ihre Kaufkraft, hängt in hohem Masse vom Quotienten K_1/A_1 ab, d. h. von der Konsumgütermenge, welche der einzelne je Einheit der menschlichen Arbeit erzeugen kann. Zu Velasquez' Zeiten führte eine Spinnerin, auch wenn sie über 280 Stunden im Monat arbeitete, während dieser Zeit nur 8 bis 9 kWh in den Fabrikationsprozess ein. Heute stehen hinter ihr noch etwa 100 unsichtbare Energiearbeiter, womit natürlich eine viel grössere Konsumgütermenge erzeugbar ist.

Je höher der Stand der Technik, d. h. je grösser die Anzahl der mitwirkenden Energiearbeiter ist, um so grösser ist also der Nutzen der Arbeit. Freilich gilt hier die Einschränkung, dass die gesteigerte

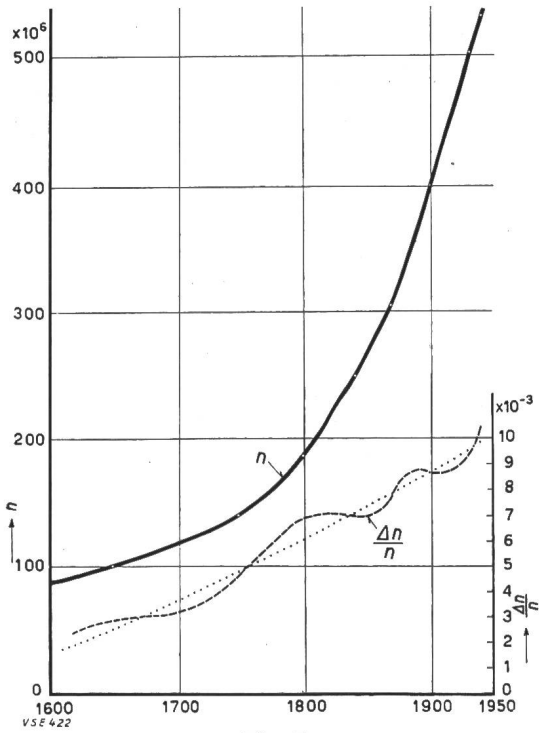
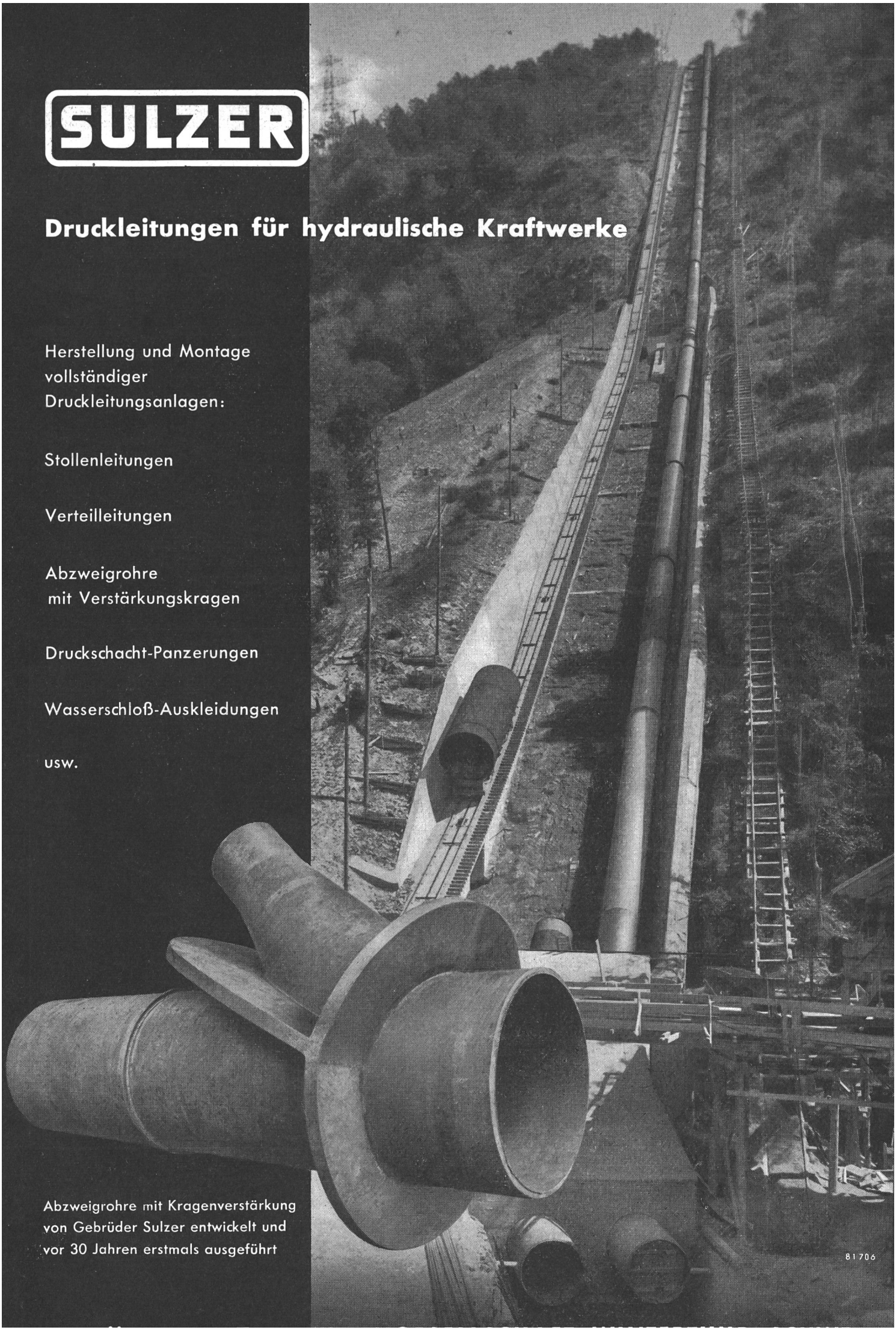


Fig. 7

Entwicklung von n und $\frac{\Delta n}{n}$ in Europa seit dem Jahre 1600

Es gilt $\frac{a_1}{c_1} = \frac{K_1}{A_1} + j \frac{\Delta n}{n A_1} \cdot \frac{i_1}{c_1}$

Konsumgütermenge auch wirklich absorbiert werden kann. Es braucht der zivilisatorischen Vorbereitung hiefür. Unsere Spinnerinnen aus dem 17.



SULZER

Druckleitungen für hydraulische Kraftwerke

Herstellung und Montage
vollständiger
Druckleitungsanlagen:

Stollenleitungen

Verteilleitungen

Abzweigrohre
mit Verstärkungskragen

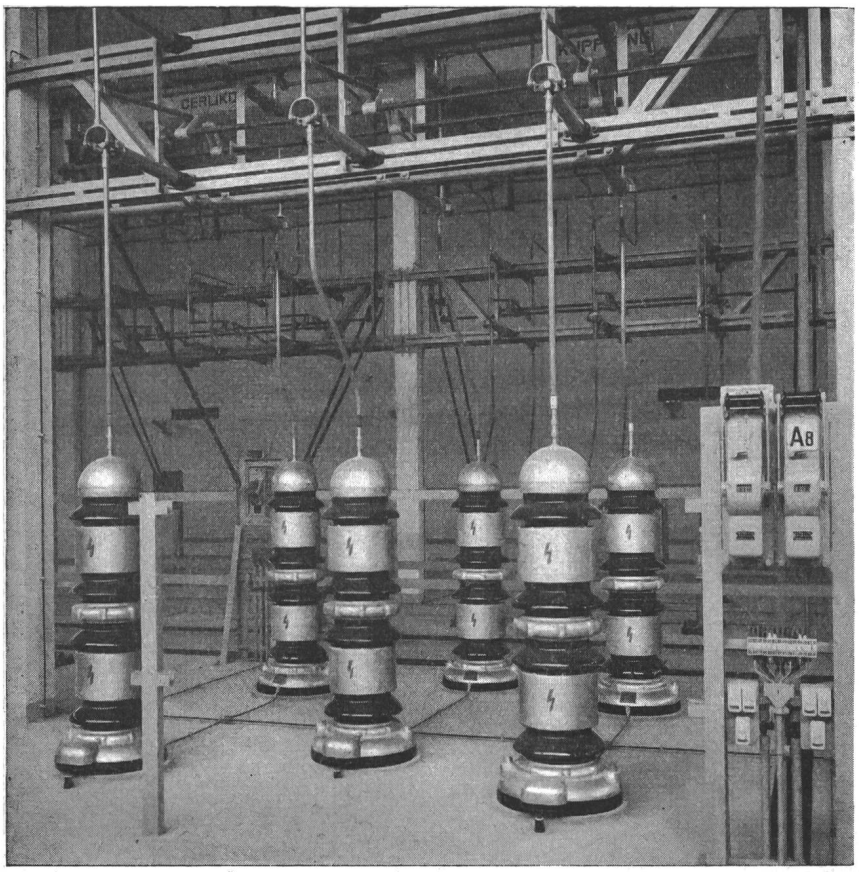
Druckschacht-Panzerungen

Wasserschloß-Auskleidungen

usw.

Abzweigrohre mit Kragenverstärkung
von Gebrüder Sulzer entwickelt und
vor 30 Jahren erstmals ausgeführt

81706



25 Jahre Trocken-Messwandler

Stromwandler, Spannungswandler und Messgruppen für Freiluft- und Innenraumaufstellung.

Abbildungen:
60 kV Trocken-Kaskaden-Spannungswandler Typ Ebg 2 in schweizerischen Kraftwerkanlagen

Aus unserem Fabrikationsprogramm:

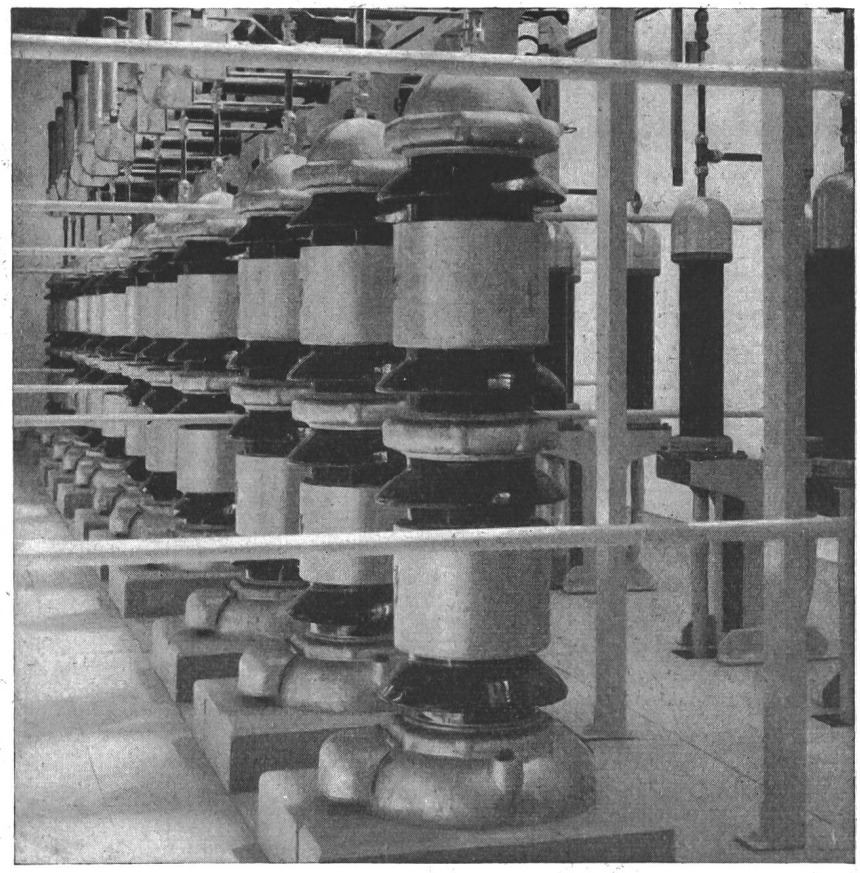
Messtransformatoren
für alle Anforderungen, in verschiedenen Bauarten.

Automatische Schutzschalter
für Spannungswandler.

Hochspannungs-Sicherungen
Sicherungstrennschalter
Anticorona-Schmelzeinsätze.

Schweisstransformatoren
Verschiedene Typen von 180 bis 500 A Schweißstrom.

Epolit-Kunstharz-Erzeugnisse
Hochspannungs-Stützer, Durchführungen und Formteile aller Art.



AG. EMIL PFIFFNER & CIE. — HIRSCHTHAL

Fabrik elektrischer Spezialapparate **Telephon (064) 51110**

Jahrhundert wären ratlos vor der Unmenge von Gütern gestanden, die ihre heutigen Kolleginnen glauben monatlich verbrauchen zu müssen.

Interessant ist weiterhin die Feststellung, dass die gleichzeitige Erzeugung von Investitionsgütern unter sonst gleichen Verhältnissen den Wert der menschlichen Arbeit nochmals erhöht, vorausgeerhöht, vorausgesetzt natürlich, dass der Stand der Technik diese Mehrproduktion bei gleichbleibendem a_1 gestattet, d. h. in anderen Worten: Je rascher der Kreislauf sich ausdehnt, je rascher die Bevölkerung anwächst, um so grösser ist der Nutzen der menschlichen Arbeit. Auch hier will wiederum das Gesetz seine Zeit haben zur Auswirkung.

Nun gibt es aber bekanntlich zwei Mittel zur künstlichen Steigerung der monatlichen Investitionsgütermengen: Entweder werden neben der Vergrösserung des technischen Apparates weitere Investitionsgüter erzeugt und zu Zwecken verwendet, die nicht in den wirtschaftlichen Kreislauf eingesetzt werden, z. B. zu Rüstungen, oder es werden Investitionsgüter über den eigenen Bedarf hinaus exportiert, d. h. anderen Kreislaufsystemen zugeführt. Hiebei gilt selbstverständlich immer als Voraussetzung, dass solche Mehrleistungen der Produktion nicht auf dem Wege der Arbeitszeitverlängerung, sondern durch Erhöhung der Energiearbeiterzahl, d. h. durch Verbesserung der Produktionstechnik erzielt werden.

Wir stellen also fest, dass die fortschreitende Ausweitung des Güterkreislaufes und ihre Aufteilung in einem Konsum- und einen Investitionsgüterstrom den Wert der menschlichen Arbeit ständig erhöhen, wenn ihr der Fortschritt der Technik zu Hilfe kommt. Ihre Kaufkraft wächst, sie wird mit steigender Mechanisierung der Betriebe veredelt.

Wir können aber noch eine andere Erkenntnis aus unserer Betrachtung ableiten. Die Steigerung der Produktivität mit Hilfe des Exportes von Investitionsgütern evtl. auch von Konsumgütern gereicht zwar den Arbeitnehmern des betreffenden Systems zum Vorteil, aber dieser besondere Vorzug kann nicht von ewiger Dauer sein. Der Export von Gütern ist ja nur deshalb möglich, weil es Wirtschaftsgebiete gibt, welche — sei es zufolge Armut des Bodens oder zufolge geringen Standes der Technik — nicht in der Lage sind, ihren ganzen Güterbedarf selbst herzustellen. Die industriell hochentwickelten Gebiete leben daher zum Teil vom Rückstand der anderen. Einmal aber muss ein Ausgleich kommen. Man darf daher die Spitzenleistungen hochentwickelter Wirtschaftssysteme nicht als anzustrebende Norm für andere Gebiete betrachten. Dies gilt in gewissem Umfang auch für den Wirtschaftsvergleich zwischen Europa und den USA, dem wir uns nun zuwenden wollen.

Hier sind zunächst einige Hauptdaten der Elektrizitätsversorgung der USA und einiger europäischer Länder für 1952 zusammengestellt. Wir wollen die letzteren nicht unter sich vergleichen, sondern aus den verschiedenen Einzeldaten jeweils einen ungefähren europäischen Mittelwert bilden und diesen zum betreffenden Wert der USA in Beziehung setzen.

So sehen wir in Tab. I zunächst die bekannte Überlegenheit Amerikas im Elektrizitätseinsatz bestätigt, obschon das Land über reiche und billige Brennstoffvorräte in Konkurrenz der elektrischen Energie verfügt. Dass neben der Stromlieferung an die Industrie auch der Kleinverbrauch in Haushalt und Gewerbe nicht vernachlässigt wird, beweisen die entsprechenden Zahlen über den relativen Anteil am Gesamtverbrauch.

Tabelle I

Land 1952	USA	Schweiz	Deutschland	Frankreich
Jahresverbrauch in Milliarden kWh	ca. 342,5	ca. 12,5	ca. 61,5	ca. 36,6
spez. Verbrauch je Kopf in kWh	ca. 3000	ca. 2500	ca. 1200	ca. 1000
Anteil am Gesamtverbrauch in %:	ca.	ca.	ca.	ca.
a) Industrie	49	44	64	70
b) Haushalt u. Gewerbe	43	44,5	26	22
c) Bahnen u. Diverse	8	11,5	10	8
kWh-Verbrauch in der Industrie[1]) je 200 Arbeitsstunden	1388	740	716	680

[1]) ohne Al- und Mg-Industrie.

Die Mechanisierung der industriellen Betriebe bzw. ihr Elektrizitätsbedarf je Arbeiterstunde ist in den USA weiter vorgeschritten als bei uns. Man darf allerdings nicht allein auf die hier angegebenen Mittelwerte abstellen, weil ja der spezifische Elektrizitätsverbrauch bekanntlich stark von der Art der betrachteten Industrie abhängt.

Tabelle II

Daten 1953	USA $	Schweiz Fr.	Deutschland DM	Frankreich f.Fr.
Mittlerer Monatslohn in der Industrie	300	680	400	50 000
Preis für Industrie-Kohle $H_u = 7000$ kcal/t	7	90	70	6800
Strompreis je kWh:	ct.	Rp.	Pf.	
a) in der Industrie	0,95	5,15	7,5	7,5
b) Haushalt u. Gewerbe	2,6	9,03	14,0	20,0
Verhältnis a/b[1])	2,74	1,76	1,87	2,66

[1]) Auch dürfte der Anteil des Energieverbrauches für Wärmeanwendungen im Haushalt eine wesentliche Rolle spielen. In der Schweiz ist der mittlere Energiepreis für den Haushalt wesentlich tiefer als in andern Ländern, weil jener Anteil auch viel grösser ist (Red.).

Tab. II zeigt einige weitere charakteristische Werte der Wirtschaft der betrachteten Länder: Den mittleren Monatslohn in der Industrie, den Preis für Industriekohle, charakteristische Strompreise und ihr Verhältnis.

Da die Kaufkraft des Geldes nicht für alle Güter die gleiche ist, gewinnt man im Vergleich durch Umrechnung der Preise nach dem herrschenden Kurs kein richtiges Bild. Ich habe daher in den folgenden Graphiken die Preise der einzelnen Güter in Anteilen des Monatslohnes des Industriearbeiters ausgedrückt.

Zunächst sei aber noch auf die Verhältniszahl in den Strompreisen hingewiesen. Die elektrische Energie für Haushalt und Gewerbe steht in den USA 2,74mal höher im Preis als jene für die Industrie. Der verhältnismässig grosse Umsatz der erstgenannten Abnehmerkategorie, 43 %, verschafft daher den

amerikanischen Elektrizitätsbetrieben einen relativ grossen Einnahmenanteil, der erlaubt, die Industriepreise sehr tief anzusetzen, bzw. der weiteren Elektrifizierung dieser Betriebe Vorschub zu leisten. Frankreich hat dies auch versucht, nur ist der Stromverbrauch von Haushalt und Gewerbe vorläufig noch zu klein.

Arbeitsmaschinen an, sie bewegen den Kran, sie heben die Lasten, sie putzen und reinigen — kurz, sie tun alle rauhe Arbeit, und der Mensch, der sie erdacht und erschaffen, hat Zeit zum Denken und Lenken. — Der Traum des da Vinci ist in voller Verwirklichung, aber es hat Jahrhunderte gebraucht, bis sich die Voraussetzungen hiefür entwickelt hatten.

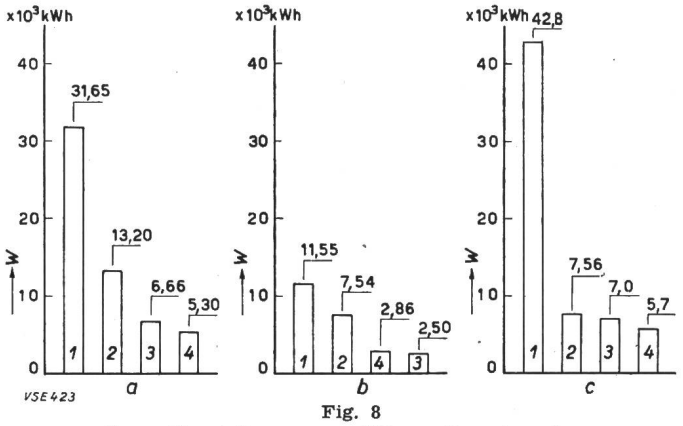


Fig. 8

Gegenüberstellung von mittleren Energiepreisen, Kohlenpreisen und Löhnen

Die Figuren stellen die Anzahl *W* der kWh, die man in den verschiedenen Ländern für den Betrag eines Monatslohnes anschaffen kann, dar.

a elektrische Energie für Industrie
b elektrische Energie für Haushalt und Gewerbe
c Kohle
1 Vereinigte Staaten von Amerika
2 Schweiz
3 Frankreich
4 Deutschland

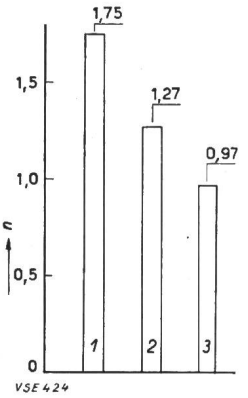


Fig. 9

Kosten neuer Kraftwerke in Verhältnis zu den Lohnkosten

Die Figur stellt die Anzahl *n* von Monatslöhnen, die dem Investitionskapital je kW eines modernen Kraftwerkes gleich kommt

1 Schweiz (hydraulische Kraftwerke)
2 Deutschland (thermische Kraftwerke)
3 Vereinigte Staaten von Amerika (thermische Kraftwerke)

In Fig. 8 sind die vorgenannten Preise ins Verhältnis zu den Lohnkosten gesetzt.

Die erste Stäbchen-Graphik zeigt an, wieviel Kilowattstunden ein Industrieller für den Betrag eines mittleren Monatslohnes erwerben kann. Man gewinnt damit ein Mass des Anreizes zur Elektrifizierung der industriellen Betriebe. Wir Europäer stehen in diesem Vergleich unter der halben amerikanischen Leistung auf diesem Gebiet. Man könnte zunächst glauben, der Grund des USA-Vorsprunges liege einfach im unverhältnismässig hohen Lohnniveau des dortigen Arbeiters. Wenn dem so wäre, müssten aber die Investitionsgüter auch unverhältnismässig hoch im Preis stehen. Dies ist aber nicht der Fall, wie die nächste Graphik (Fig. 9) zeigt. Dort ist dargestellt, wieviele Monatslöhne dem Investitionskapital je Kilowatt eines modernen Dampfkraftwerkes gleichkommen. Der Amerikaner braucht hiezu 0,97 Monatslöhne, in Deutschland liegt die Zahl um 30% höher. Trotz der viel tieferen europäischen Löhne stecken wir also einen relativ höheren Kapitalbetrag in unsere Produktionsanlagen. Wenn Sie dann noch die Graphik *b* der Fig. 8 betrachten, welche die kostengleiche Kohlenmenge je Monatslohn angibt, so verstehen Sie die gewaltige wirtschaftliche Überlegenheit der USA in der Elektrizitätsversorgung. Sie kann auch dem Gewerbetreibenden und dem Haushalt besser dienen als wir in Europa. Der Arbeiter erhält zuhause für seinen Lohn rund viermal mehr Kilowattstunden, als jener in Deutschland oder Frankreich.

Zum Schluss erscheinen nochmals die «Energiearbeiter», jene unsichtbaren Helfer des Menschen in der Ausübung seiner Werkarbeit. Sie treiben die

Wie würde sich der Teppichfabrikant an der Calle Santa Isabel über das Bild der Fig. 10 gewundert haben! «Caramba» hätte er ausgerufen, «was kostet ein solches Energiemännlein?» und nie hätte er ge-

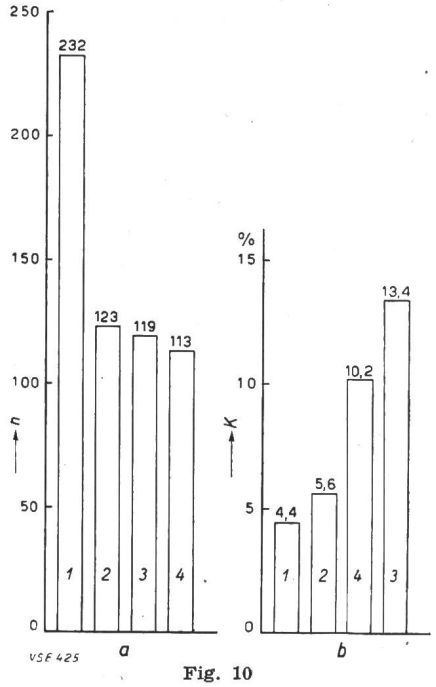


Fig. 10

Anzahl und Kosten der «Energiearbeiter»

a Anzahl *n* der Energiearbeiter pro Arbeiter
b Gesamtkosten *K* der Energiearbeiter in Prozent des Lohnes eines Arbeiters
1 Vereinigte Staaten von Amerika
2 Schweiz
3 Deutschland
4 Frankreich

glaubt, dass die amerikanische Industrie zur Zeit 232 hievon je Arbeiter in Dienst hat und dass diese Männlein zusammen nur 4,4 % des Lohnes dieses Arbeiters für sich fordern! Das ist ja auch für uns das Verblüffende in der Mechanisierung unserer Arbeit: *Der verhältnismässig geringe Aufwand für den Energiebezug.* Es offenbart sich auch hier, in anderer Darstellung, die Wohltat der technischen Entwicklung: Die Veredelung und Wertsteigerung der menschlichen Arbeit. Dass die europäischen Ziffern in unserem Bild im Durchschnitt höher liegen, beruht auf der Ungunst der Verhältnisse. Das arme, dumme, liebe Europa, es ist nicht so reich gesegnet mit den Schätzen der Erde; wir führen ein härteres Leben und bemühen uns ständig, es weiterhin zu komplizieren. Jedoch im Ernst! Wir müssen uns sehr anstrengen zum Einsatz weiterer Energiearbeiter und zur Senkung ihrer Kosten. Das geht die Wissenschaft an, die Technik der Apparate und Maschinen und nicht zuletzt die Energieproduktion und ihre Preispolitik.

Adresse des Autors:
Dr. *B. Bauer*, Professor für angewandte Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Atomkraft und Wasserkraft

Die kürzlich in Genf abgehaltene internationale Atomkonferenz hat gezeigt, dass verschiedene Länder, insbesondere die Vereinigten Staaten, die Sowjetunion, England und Kanada, auf dem Gebiete der Anwendung der Atomkraft zur Erzeugung elektrischer Energie überraschend weit fortgeschritten sind. In einzelnen Ländern sind schon heute Atomkraftwerke in Betrieb, in andern sind solche Anlagen projektiert oder im Bau. Die schweizerische Öffentlichkeit stellt sich deshalb heute etwa die Frage, in welchem Zeitpunkt es auch bei uns möglich sein wird, elektrische Energie durch Kernspaltung zu erzeugen. Dabei wird vielfach die Meinung vertreten, der Ausbau unserer Wasserkräfte könne mit Rücksicht auf das Erscheinen der Atomenergie eingestellt oder zum mindesten eingeschränkt werden.

Diese Auffassung überschätzt die Möglichkeiten der baldigen praktischen Anwendung der Kernspaltung zur Energieerzeugung und verkennt die gegenwärtige Lage in unserer Stromversorgung. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen kann zwar heute das Problem der Erzeugung elektrischer Energie durch Kernreaktionen im wesentlichen als gelöst gelten. Damit ist es aber nicht getan. Viele technische Probleme bleiben noch abzuklären, was Jahre beanspruchen wird. Der Zeitpunkt, in dem in unserem Lande in nennenswertem Umfang elektrische Energie in Atomkraftwerken erzeugt werden kann, ist schwer vorauszusagen. Fachleute sind aber der Auffassung, dass vor 1965 kaum damit zu rechnen sei. Anderseits nimmt die Nachfrage nach elektrischer Energie ständig zu. Beträgt heute der Jahres-Inlandverbrauch (ohne Abgabe an Elektrokessel und Speicherpumpen) rund 12,5 Milliarden kWh, so muss bei einigermassen anhaltender Konjunktur für das Jahr 1961/62 mit einem Verbrauch von annähernd 17,5 Milliarden kWh gerechnet werden, wovon gegen 9 Milliarden kWh allein im Winterhalbjahr. Demgegenüber ist für das Winterhalbjahr 1961/62 aus den bereits bestehenden und den im Bau befindlichen Kraftwerken zusammen mit einer mittleren möglichen Produktion von rund 9,75 Milliarden kWh zu rechnen; bei extremer Trockenheit kann aber die Produktion im Winter auf 8 Milliarden kWh zurückgehen. Trotz dem gegenwärtig ausserordentlich regen Kraftwerkbau müssten somit im Winterhalbjahr 1961/62, im Falle schlechter Wasserführung und wenn keine weiteren Kraftwerke in Angriff genommen werden sollten, rund 10 % des Bedarfes durch thermische Erzeugung und Stromimporte gedeckt werden. Die ständig zunehmende Nachfrage nach elektrischer Energie verbietet es also, nur wegen einer noch vagen Aussicht auf die baldige Einsatzmöglichkeit von Atomkraftwerken, im Ausbau unserer Wasserkräfte nachzulassen. Nur nebenbei sei bemerkt, dass auch die Vereinigten Staaten, die im Bau von Atomkraftwerken wohl am weitesten voran sind, ihre Wasserkräfte in grossem Maßstab weiter ausbauen.

Aus verschiedenen Gründen werden wir aber selbst dann neue Wasserkraftwerke bauen müssen, wenn einmal unserer Elektrizitätsversorgung Atomkraftwerke zur Verfügung stehen. In erster Linie ist dabei zu berücksichtigen, dass die für die Atomkernspaltung erforderlichen Rohstoffe, Uran und Thorium, importiert werden müssen. Wir werden also auch hier vom Auslande abhängig sein. Das Wasser dagegen, unser einziger nationaler Rohstoff, steht uns zur Verfügung. Aber auch die Kosten der elektrischen Energie aus Atomkraftwerken können heute noch nicht bestimmt werden. Fest steht heute lediglich, dass die Energie aus den bestehenden und den im Bau befindlichen Atomkraftwerken teurer zu stehen kommt als die Energie unserer Wasserkraftwerke. Eine weitere Kostensenkung scheint zwar wahrscheinlich; ob aber jemals in Atomkraftwerken billigere Energie erzeugt werden kann als in unseren Wasserkraftwerken, weiss heute niemand.

Früher oder später werden auch in unserem Lande Kernreaktoren für die Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt werden. Nach Schätzungen dürften bereits in 20 bis 30 Jahren unsere Wasserkräfte voll ausgenutzt sein, so dass zur vollen Deckung des dannzumaligen Bedarfes Atomkraftwerke willkommen sein werden. Die schweizerischen Elektrizitätswerke verfolgen deshalb die Entwicklung auf dem Gebiete der Kernenergie mit grösstem Interesse. Sie haben sich denn auch an den Kosten des in Würenlingen im Bau befindlichen Versuchsreaktors mit 5 Millionen Franken beteiligt.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass unser Land schon in relativ naher Zukunft teilweise auf die Atomkraft angewiesen sein wird, dass aber auch der weitere Ausbau unserer Wasserkräfte dringend geboten ist. Die Parole für unsere Energiewirtschaft lautet also nicht: Atomkraftwerke *oder* Wasserkraftwerke, sondern: Atomkraftwerke *und* Wasserkraftwerke. *Wi.*

Internationale Organisationen

Energie-Komitee der OECE

Der Rat der OECE hat die Schaffung eines Energie-Komitees beschlossen, das folgene personelle Zusammensetzung aufweist:

Sir Harold Hartley (Grossbritannien), Präsident der Weltkraftkonferenz, Präsident;
Herrn Jacques Desrousseaux (Frankreich);
Herrn H. D. Fransen (Schweden);
Herrn F. Giordani (Italien);
Herrn H. Niesz (Schweiz);
Herrn G. A. Tuyl Schuitemaker (Niederlande);
Herrn F. W. Ziervogel (Deutschland);
Herrn P. Uri (Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl).

Die Mitglieder des Komitees wurden persönlich ernannt, im Hinblick auf ihre Kenntnisse der allgemeinen Probleme der Energiewirtschaft und die Erfahrungen, die sie im Schosse der OECE oder in ihrem Lande gesammelt haben.

Das Komitee hat folgende Aufgaben zu lösen:

a) Sammlung von geeigneten Unterlagen über die in den letzten Jahren festgestellte und die in den kommenden Jahren zu erwartende Energienachfrage und -Versorgung in allen Mitgliedstaaten, und zwar für alle Energiearten.

b) Studium der sich damit im Zusammenhang für die Mitgliedstaaten stellenden grundlegenden Probleme, insbesondere solcher wirtschaftlicher und finanzieller Natur und

Vergleich der Methoden, die zu ihrer Lösung in den verschiedenen Ländern angewendet werden oder angewendet werden sollen.

c) Ausarbeitung von Vorschlägen, um die Lösung der genannten Probleme durch Zusammenarbeit im Schosse der OECE zu erleichtern.

Kongresse und Tagungen

Elektrowärme-Tagung in Essen

Die diesjährige deutsche Elektrowärme-Tagung wird am 9. und 10. November in Essen stattfinden. Als Hauptthemen dieser Tagung wurden gewählt:

Elektrowärmetechnische Probleme in der Elektrizitätsversorgung,

Kolloquium über störende Rückwirkungen von Lichtbogenöfen,

Elektrowärmeanwendung in der Eisen- und Metallindustrie.

Diejenigen Mitglieder des VSE, die sich für diese Tagung interessieren, können sich beim Sekretariat VSE melden, das ihnen eine Einladung zukommen lassen wird.

Aus dem Kraftwerkbau

Einweihung des Kraftwerkes Marmorera

Am 14. September 1955 wurde das Kraftwerk Marmorera, das der Werkgruppe Graubünden der Stadt Zürich gehört, feierlich eingeweiht. Dieses Kraftwerk nützt in erster Linie die Wasser der Julia und des Fallerbaches aus, die in einem Staubecken von 60 Millionen m³ Speicherraum (Staudamm Castilleto) gestaut werden. Seine mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit (inkl. die entstehende Mehrproduktion in den Zentralen Tiefencastel und Sils) beträgt 216 GWh, wovon 145 GWh im Winter. Die Energieproduktion in der Zentrale Tinzen des Marmorerawerkes, die vorerst als Laufwerk betrieben wurde, konnte bereits am 7. Oktober 1953 aufgenommen werden. Mit dem erstmaligen Stau des Speicherbeckens wurde am 4. August 1954 begonnen.

Inbetriebsetzung von 225-kV-Anlagen der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität

Lukmanierleitung

Diese Leitung, d. h. die Strecke Lavorgo–Amsteg–Mettlen ist — wie bereits bekanntgegeben — im Jahre 1953 auf 225 kV umgeschaltet worden. Ein Strang der Doppelleitung Amsteg–Mettlen wird seither mit 225 kV betrieben.

Leitung Mettlen–Gösgen

Die bestehende 150-kV-Leitung wurde in der Weise umgebaut, dass ein Strang auf 225 kV umgeschaltet werden kann, während der andere Strang auf 150 kV verbleibt. Die Inbetriebnahme erfolgte am *21. August 1955.*

Schaltanlage Gösgen

Die neu erstellte 225-kV-Schaltanlage Gösgen ist mit der vorhandenen 150-kV-Anlage vermittelst zweier Transformatoren 225/150 kV gekuppelt. Die Leistung dieser Transformatoren beträgt je 125 MVA; sie sind überlastbar bis 150 MVA. Die Inbetriebsetzung erfolgte ebenfalls am *21. August 1955.*

Gotthardleitung

Das Teilstück Airolo–Lavorgo dieser Leitung wurde ebenfalls am *21. August 1955* auf 225 kV umgeschaltet. Das zweite Teilstück Airolo–Amsteg und damit auch der zweite Strang der Leitung Amsteg–Mettlen ist am *4. Oktober 1955* dem Betrieb mit 225 kV übergeben worden.

S.-Giacomo-Leitung

Die Leitung von Airolo nach dem Kraftwerk Ponte im Formazzatal, deren Umschaltung auf 225 kV am *13. September 1955* erfolgte, stellt die erste Verbindung in dieser Spannung mit dem Ausland dar; sie dient dem Energieaustausch mit Oberitalien.

Schaltanlage Mettlen

Diese Schaltanlage musste für den Anschluss der zwei neuen 225-kV-Leitungen vorbereitet werden, was hauptsächlich die Vergrösserung der 225-kV-Sammelschienen bedingte. Bei dieser Gelegenheit wurde das vorgesehene Doppelsammelschienen-System ausgebaut und mit einem Kuppelschalter ausgerüstet.

Schaltanlage Airolo

Für die Ein- und Ausführung der Gotthardleitung und den Anschluss der S.Giacomo-Leitung ist in Airolo eine 225-kV-Schaltanlage neu erstellt worden. Die in der Zentrale Lucendro erzeugte Energie wird hier über Transformatoren in das Netz abgegeben. Der Anschluss der Nufenenleitung, die vorläufig noch mit 150 kV betrieben wird, vollzieht sich über einen Kuppeltransformator 150/225 kV.

Fertigstellung der 225-kV-Leitung Riddes—Sanetschpass—Mühleberg (Sanetsch-Leitung)

Nach zweijähriger Bauzeit wurde kürzlich die 100 km lange 225-kV-Leitung, die das Kraftwerk Riddes mit dem Kraftwerk Mühleberg verbindet, fertig erstellt. Mit der Fortsetzung dieser Leitung bis nach dem Kraftwerk Laufenburg über Bickigen–Pfaffnau–Olten ist im August begonnen worden.

Personalia

Personalia

Herr Dr. Ing. habil. *Herbert F. Mueller*, Leiter der Forschungsstelle für Energiewirtschaft an der Technischen Hochschule Karlsruhe, wurde kürzlich zum apl. Professor ernannt. Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Industrie, der Elektrizitätswirtschaft und der Wissenschaft habilitierte sich *H. F. Mueller* 1949 an der Technischen Hochschule Karlsruhe und gründete gleichzeitig die Gesellschaft für praktische Energiekunde. Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft, deren Leiter er ist, wurde 1954 als Einrichtung der Technischen Hochschule Karlsruhe staatlich anerkannt. Als Autor und als Pädagoge ist *H. F. Mueller* in weiten Kreisen der Fachwelt der Energiewirtschaft bekannt. Die periodisch erscheinende «Praktische Energiekunde» und die Schriftreihe «Beiträge zur praktischen Energiewirtschaft» vermitteln einen ständigen Einblick in die Arbeit der Forschungsstelle für Energiewirtschaft.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrounion, Zürich.

Redaktor: *Ch. Morel*, Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.