

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :  
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen  
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer  
Elektrizitätswerke (VSE)

**Band:** 64 (1973)

**Heft:** 5

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

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.10.2024

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972–1980

Die sechs grossen Überlandwerke, die drei Stadtwerke und die Schweizerischen Bundesbahnen, die 1963, 1965 und letztmals 1968 eine Studie über die Eingliederung der ersten Kernkraftwerke in die schweizerische Energiewirtschaft veröffentlicht hatten, beauftragten im Juni 1971 eine Arbeitsgruppe unter dem Vorsitz von Herrn E. Heimlicher, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden, mit weitern eingehenden Untersuchungen über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung bis zum Jahre 1980. Das Ergebnis dieser Studien ist im folgenden Bericht festgehalten. Der Vorstand des VSE sowie die zehn an der Ausarbeitung des Berichtes beteiligten Elektrizitätsunternehmen hoffen, dass dieser Bericht zu einer sachlichen Orientierung der Behörden und der Öffentlichkeit über die wichtigen Probleme der künftigen Elektrizitätsversorgung beitragen wird.

Dr. E. Trümpy  
Präsident des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke

#### 1. Einleitung

Im Jahre 1963 beschlossen die «Zehn Werke»<sup>1)</sup>, deren Anteil an der Elektrizitätsversorgung unseres Landes rund 70 % ausmacht, eine gemeinsame Untersuchung über die Eingliederung der ersten Kernkraftwerke in die schweizerische Elektrizitätsversorgung durchzuführen. Sie kamen, wie dies aus dem im Herbst gleichen Jahres veröffentlichten Bericht hervorgeht<sup>2)</sup>, zum Schluss, dass voraussichtlich 1971/72 ein erstes Kernkraftwerk mit einer Leistung von 200 bis 300 MW<sup>3)</sup> verfügbar sein sollte, wobei in den dazwischenliegenden Jahren einige konventionelle thermische Kraftwerke mit einer gesamten Leistung von 600 bis 800 MW als erforderlich erachtet wurden. Der relativ späte Zeitpunkt, welcher für den Einsatz von Kernkraftwerken angenommen wurde, hing mit der damals gehegten Hoffnung zusammen, dass bis zur Beschlussfassung über den Bau zugewartet werden könne, bis die schweizerische Industrie einen Leistungsreaktor zu liefern in der Lage sei.

Eine zweite gemeinsame Studie der «Zehn Werke»<sup>4)</sup> wurde 1965 veröffentlicht. Sie befasste sich mit dem Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung für die Zeitperiode bis 1975/76. Zur Deckung des berechneten Bedarfs wurde – soweit wirtschaftlich vertretbar – der Ausbau der Wasserkraft, die Errichtung einiger konventioneller thermischer Kraftwerke und ab 1971 die Eingliederung eines Kernkraftwerkes als notwendig erachtet, aber in der Erwartung, in den folgenden Jahren weitere solche Anlagen in Betrieb nehmen zu können.

Die Opposition gegen ölthermische Werke sowie aber vor allem die rasche ausländische Entwicklung von Kernkraftwerken führte dazu, dass nur eine Grossanlage auf Ölbasis (Chavalon s/Vouvry) erbaut wurde. Anstelle weiterer Werke

dieser Art wurden bis heute die drei Kernkraftwerke Beznau I und Beznau II sowie Mühleberg mit einer Gesamtleistung von ca. 1000 MW erstellt und in Betrieb genommen.

In der dritten, gemeinsam von den «Zehn Werken» im Jahre 1968 veröffentlichten Studie<sup>5)</sup> wurden die Untersuchungen von 1965 einer kritischen Überprüfung unterzogen, nachdem inzwischen das erste grosse Ölkraftwerk Chavalon mit einer Leistung von 284 MW in Betrieb gekommen und mit dem Bau der beiden Kernkraftwerke Beznau I und Mühleberg mit einer Leistung von zusammen rund 650 MW begonnen worden war. Mit den damals in Betrieb stehenden und im Bau begriffenen Kraftwerken liess sich für den Winter 1975/76 ein geringes Manko an elektrischer Energie erwarten, das aber zu keinen besonderen Bedenken Anlass gab, schien doch die Realisierung weiterer Kraftwerke gesichert.

Seither sind über 4 Jahre verflossen. Der Elektrizitätsbedarf hat weiterhin zugenommen. Die Planung und der Bau neuer Kraftwerke schienen vorerst mit der Bedarfssteigerung in Einklang zu stehen. Der Bundesrat hat am 7. April 1971 entschieden, keine direkte Flusswasserkühlung im Flußsystem Aare–Rhein mehr zuzulassen. Dieser Kühlwasserentscheid hat wesentlich veränderte Elektrizitätswirtschaftliche Verhältnisse geschaffen, indem mit dem Bau neuer Kernkraftwerke nicht zur vorgesehenen Zeit begonnen werden konnte. Die «Zehn Werke» entschlossen sich deshalb erneut, eine Untersuchung durchzuführen, deren Ziel vor allem darin bestehen soll, möglichst zuverlässige Aussagen über die Elektrizitätsversorgung für den Zeitraum bis 1980/81 zu machen, ein Zeitabschnitt, der nicht etwa abstrakte, sondern sehr konkrete Probleme bringen wird. Die Studie soll die Öffentlichkeit über die Situation der Elektrizitätsversorgung orientieren.

#### 2. Gegenstand des Berichtes

##### 2.1. Geltungsbereich der Aufgabe

Die schweizerischen Elektrizitätswerke haben die Aufgabe, den Bedarf an elektrischer Energie in der Schweiz zu decken und damit auch die Pflicht, dafür zu sorgen, dass

<sup>5)</sup> Bulletin SEV, Seiten des VSE Nr. 15/1968.

<sup>1)</sup> Die sechs Überlandwerke: Aare–Tessin AG (ATEL), Bernische Kraftwerke AG (BKW), Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW), Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL), SA l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) und die drei Stadtwerke Basel, Bern und Zürich sowie die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

<sup>2)</sup> Bulletin SEV, Seiten des VSE Nr. 24/1963.

<sup>3)</sup> 1 MW = 1 Megawatt = 1000 kW.

<sup>4)</sup> Bulletin SEV, Seiten des VSE Nr. 10/1965.

jederzeit ein ausreichendes und unter Berücksichtigung eines berechtigten Umweltschutzes kostengünstiges Angebot zur Verfügung steht. Die Untersuchung befasst sich deshalb mit der gesamten Erzeugung elektrischer Energie in der Schweiz sowie deren Verwendung unter Berücksichtigung der Vergangenheitswerte, aber mit speziellem Blick auf die Zeitspanne bis zum Ende dieses Jahrzehnts. In dieser Periode wird der Bedarf nur gedeckt werden können, wenn es gelingt, mehrere neue Kraftwerke grosser Leistung in Betrieb zu nehmen. In diesem Zusammenhang wird eine Reihe von Problemen gestellt, die eine rechtzeitige Inangriffnahme der nötigen Abklärungen und Investitionen sowie eine geeignete betriebliche Zusammenarbeit der beteiligten Elektrizitätswerke bedingt, um die Vorteile der thermischen Produktion mit grossen Einheitsleistungen nützen zu können. Auf Grund aller derzeit verfügbaren statistischen Unterlagen sowie sorgfältiger Schätzungen und Beurteilungen der Zukunft will dieser Bericht eine gesamtschweizerische Lagebeurteilung durch die Elektrizitätswirtschaft vermitteln.

### 2.2. Zeitabgrenzung und Sicherheit der Voraussage

Als letzte bei der Durchführung der Untersuchungen voll verfügbare Produktions- und Verbrauchswerte lagen jene des hydrographischen Jahres 1970/71 vor. Langfristige Prognosen – etwa bis zum Jahr 2000 – basieren auf globalen Annahmen und eignen sich als Projektionen nur für eine qualitative Beurteilung absoluter oder relativer Veränderungen. Die an dieser Studie beteiligten Elektrizitätswerke beabsichtigen nicht, eine theoretische Untersuchung über langfristig mögliche Tendenzen und Entwicklungen vorzulegen, sondern für einen überblickbaren Zeitraum praktisch verwertbare Entscheidungsgrundlagen für den Bau neuer Produktionsanlagen zu schaffen.

In Anbetracht der grossen Unsicherheit über die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung lässt sich ein Zeitraum von länger als 10 Jahren kaum zuverlässig genug beurteilen, um bereits heute konkrete Investitionsvorhaben zeitlich festzu-

legen. Der Bericht umfasst deshalb eine Prognose der Periode von 1971/72 bis und mit 1980/81.

In einer durch starke dynamische, wirtschaftliche und soziale Veränderungen gekennzeichneten Situation sind Entwicklungen möglich, die heute in ihrer Wirkung auf das Wirtschaftsleben kaum abzusehen sind, und es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass die in diesem Bericht gezogenen Schlussfolgerungen innerhalb der Betrachtungsperiode neu überdacht und modifiziert werden müssen.

## 3. Schätzung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfs

### 3.1. Die bisherige Verbrauchsentwicklung

Dem saisonal bedingten Verbrauchscharakter entsprechend, werden jeweils die Winter- und Sommerhalbjahre neben den hydrographischen Jahren (1. Oktober bis 30. September des folgenden Jahres) getrennt betrachtet.

Der schweizerische Landesverbrauch ohne die Abgabe an Elektrokessel und für den Antrieb von Speicherpumpen erreichte in den vergangenen sechs Jahren die in Tabelle I aufgeführten Werte.

Tabelle I

Hydrographisches Jahr	Winterhalbjahr (1. 10.–31. 3.) TWh <sup>1)</sup>	Sommerhalbjahr (1. 4.–30. 9.) TWh	Jahrestotal (1. 10.–30. 9.) TWh
1965/66	11,622	11,069	22,691
1966/67	12,036	11,551	23,587
1967/68	12,619	11,873	24,492
1968/69	13,233	12,535	25,768
1969/70	14,088	13,337	27,425
1970/71	15,001	13,627	28,628

Trägt man die entsprechenden Verbrauchszahlen des Zeitraumes von 1930/31 bis 1970/71 logarithmisch über der Zeitachse auf, so erhält man die Verbrauchskurve gemäss

<sup>1)</sup> 1 GWh = 1 Gigawattstunde = 1 Million kWh  
1 TWh = 1 Terawattstunde = 1 Milliarde kWh

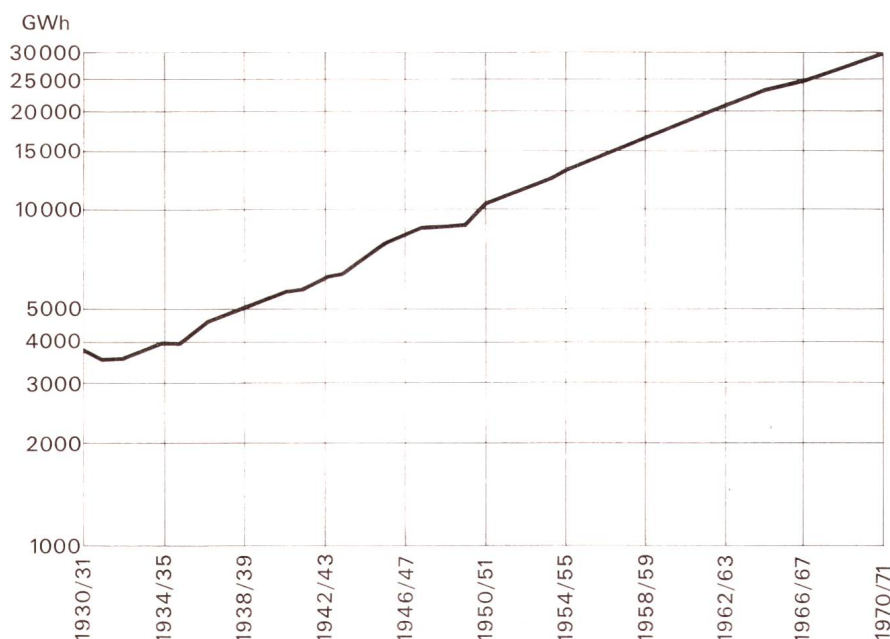


Fig. 1  
Verbrauch elektrischer Energie in der Schweiz  
in GWh<sup>1)</sup> 1930/31–1970/71  
(Jahrestotal ohne Elektrokessel  
und Speicherpumpen)

Fig. 2  
Entwicklung der Jahreszuwachsrate

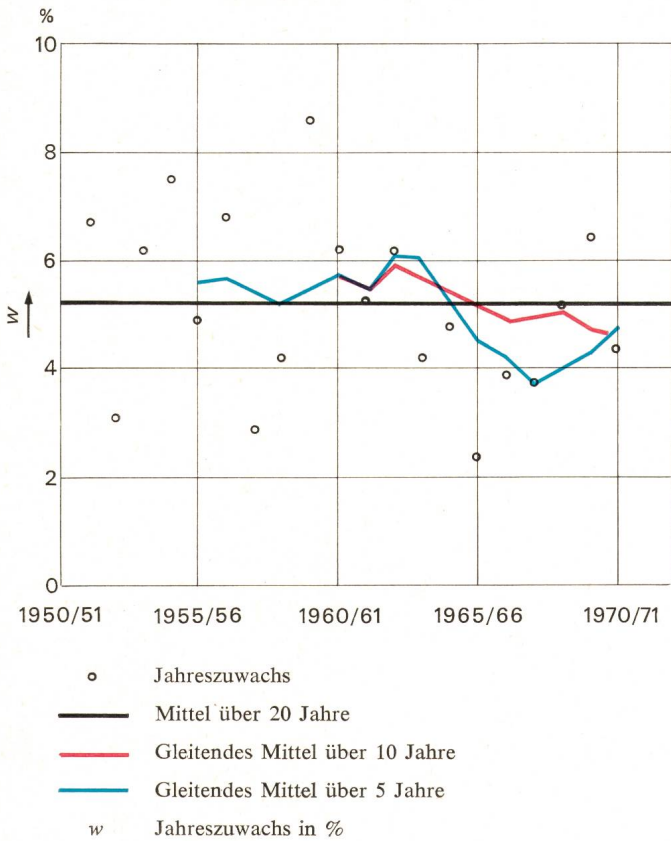


Fig. 1. Es zeigt sich eine – von gelegentlichen Schwankungen abgesehen – ausserordentlich hohe Konstanz des jährlichen Verbrauchszuwachses, die selbst durch den Weltkrieg 1939–1945 nicht nachhaltig beeinflusst wurde. Es bedürfte deshalb ganz aussergewöhnlicher Ereignisse, die zu einer längerdauernden Änderung dieses Verhaltens führen würden.

Das arithmetische Mittel der prozentualen Jahreszuwachsrate gegenüber dem jeweiligen Vorjahr für die letzten 40 Jahre (1930/31 bis 1970/71) beträgt 5,2 %. Diese Rechnung für die Winter- und Sommerhalbjahre ergibt ebenfalls je 5,2 %.

Betrachtet man die letzten 10 Jahre von 1961/62 bis 1970/71, so erreichen die Durchschnittswerte des Zuwachses für die ganzen Jahre 4,5 %, für die Winterhalbjahre 5,1 % und für die Sommerhalbjahre 4,1 %. Es widerspiegeln diese Zahlen die seit längerer Zeit beobachtbare Tendenz, dass der Verbrauchsanstieg in den Winterhalbjahren stärker ist als in den Sommerhalbjahren.

In Fig. 2 sind die jährlichen Zuwachsrate für die letzten 20 Jahre als Punkte sowie die gleitenden Mittelwerte über 5 und 10 Jahre<sup>3)</sup> eingetragen. Für die Beurteilung des zukünftigen Zuwachses darf nicht auf die einzelnen Jahreswerte abgestellt werden, sondern es muss eine ausreichend lange Zeitperiode der statistischen Auswertung zugrunde gelegt werden. In den letzten Jahren hat die Streuung der Zuwachsrate abgenommen und sich der durchschnittliche Zuwachs verringert. Fig. 2 zeigt aber, dass sich diese Tendenz ab 1967/68 umzukehren scheint und die Zuwachsrate ansteigen.

<sup>3)</sup> Jährlich fortschreitender Mittelwert der jeweils vergangenen 5 bzw. 10 Jahre.

### 3.2. Die Treffsicherheit der bisherigen Prognosewerte

Auf Grund der tatsächlichen Werte des Stichjahres 1965/66 für den Landesverbrauch an elektrischer Energie ohne Elektrokessel und Speicherpumpen wurde im Bericht der «Zehn Werke» von 1968, unter Annahme verschiedener prozentualer Zunahmen, Prognosewerte des Verbrauchs für das Jahr 1970/71 errechnet. So wurden für die Schätzung des jährlichen Verbrauchszuwachses von elektrischer Energie für das Winterhalbjahr 5% und für das Sommerhalbjahr 4% angenommen. Ein Vergleich der Prognosewerte für das Jahr 1970/71 mit den effektiven Werten zeigt, dass der Verbrauch tatsächlich stärker zugenommen hat als seinerzeit angenommen wurde. Die jährliche Zunahme des Landesverbrauchs betrug im Mittel der Jahre 1965/66 bis 1970/71 ca. 5,25 % im Winterhalbjahr und 4,25 % im Sommerhalbjahr. In Fig. 3 sind der tatsächliche Verbrauch und die seinerzeitigen Voraussagewerte eingetragen.

### 3.3. Die Schätzung des zukünftigen Verbrauches

Auf Grund der vorstehenden Überlegungen ist es gegeben, mit einer jährlichen Zuwachsrate zwischen 5 und 5,5 % für die Winterhalbjahre und zwischen 4 und 4,5 % für die Sommerhalbjahre zu rechnen. Dabei ergeben sich nun die in Tabelle II aufgeführten Werte in TWh für den Landesverbrauch ohne Berücksichtigung der stark von den jeweiligen energiewirtschaftlichen Dispositionen abhängigen Energieabgabe an Elektrokessel und Speicherpumpen.

Fig. 3  
Entwicklung des Energiebedarfs und Vergleich der Prognosen

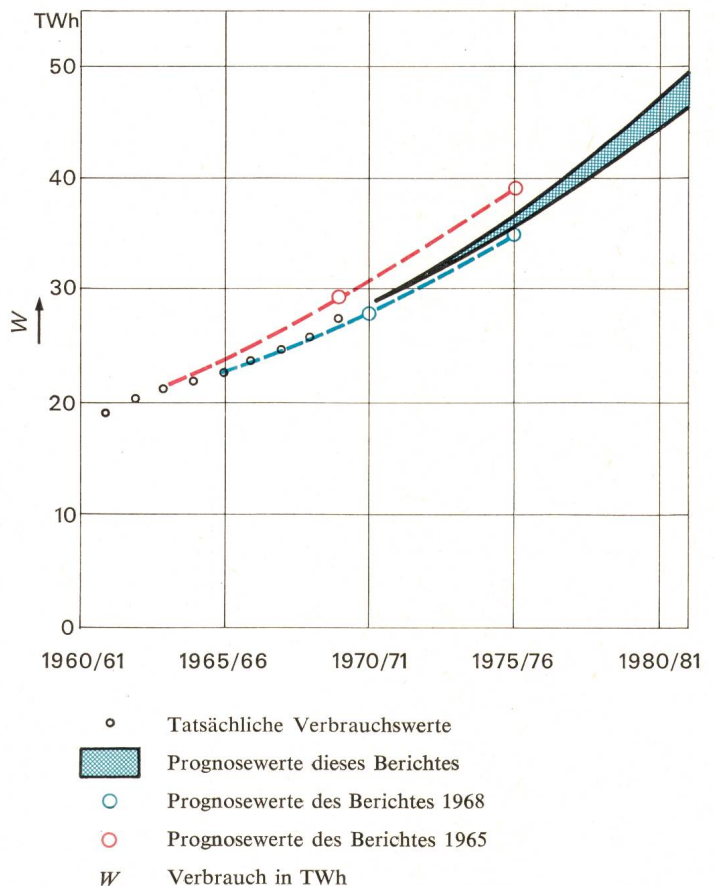


Tabelle II

Zuwachsrate	Winter 5% TWh	Sommer 4% TWh	Jahr TWh	Winter 5,5% TWh	Sommer 4,5% TWh	Jahr TWh	Bandbreite der Jahres-schätzung TWh
1970/71	15,0	13,6	28,6	15,0	13,6	28,6	
1971/72	15,8	14,2	30,0	15,8	14,3	30,1	0,1
1972/73	16,6	14,7	31,3	16,7	14,9	31,6	0,3
1973/74	17,4	15,3	32,7	17,6	15,6	33,2	0,5
1974/75	18,2	15,9	34,1	18,6	16,2	34,8	0,7
1975/76	19,1	16,6	35,7	19,6	17,0	36,6	0,9
1976/77	20,1	17,2	37,3	20,7	17,7	38,4	1,1
1977/78	21,1	17,9	39,0	21,9	18,5	40,4	1,4
1978/79	22,2	18,6	40,8	23,0	19,4	42,4	1,6
1979/80	23,3	19,4	42,7	24,3	20,3	44,6	1,9
1980/81	24,4	20,2	44,6	25,6	21,2	46,8	2,2

Die Unsicherheit des Jahresverbrauchs wächst im Prognosezeitraum bis auf 2,2 TWh an. In Figur 3 ist die Verbrauchsschätzung eingetragen und die erwähnte Bandbreite direkt ersichtlich.

Praktisch bedeutet eine Abweichung von der jeweiligen Verbrauchsschätzung lediglich eine zeitliche Vor- oder Nachverschiebung des minimalen Bedarfs um etwa ein Jahr. Bei der Beurteilung der zukünftigen Bedarfsentwicklung geht es also nicht um die Frage, ob im entsprechenden Umfang neue Produktionsanlagen zu erstellen seien, sondern nur um die zeitliche Staffelung der Inbetriebnahmedaten der neuen Anlagen. Die Differenzen liegen praktisch innerhalb der möglichen Bauzeitverzögerungen.

### 3.4. Pumpspeicherbetrieb

Seit Jahren wird in gewissen *Saisonpumpspeicheranlagen* die Füllung der Becken durch die künstliche Wasserzuleitung über Pumpen verbessert. Dazu wird hauptsächlich Antriebsenergie in Schwachlastzeiten während der Sommermonate eingesetzt.

Gemäss der Statistik hat die Antriebsenergie für Saison-speicherpumpen in den letzten Jahren die in Tabelle III aufgeführten Werte erreicht.

Tabelle III

Jahr	Verbrauch in GWh
1965/66	582
1966/67	585
1967/68	565
1968/69	564
1969/70	869
1970/71	826

In diesen Zahlen sind noch kleinere Energiemengen für den Umwälzbetrieb enthalten, die aber statistisch nicht erfasst werden konnten.

Im Gegensatz zum Betrieb der Saisonspeicherpumpen steht der *Umwälzpumpenbetrieb*. Diese Pumpspeicherwerke ermöglichen die Erzeugung von Energie zu Starklastzeiten durch Veredelung von Energie, die zu Schwachlastzeiten anfällt. Diese Energieveredelung und Leistungsbereitstellung

braucht mehr Energie, als erzeugt werden kann. Ein Umwälzpumpspeicherwerk ist damit nicht als Produktionsanlage für Energie, sondern als Energiekonsument zu betrachten. So erzeugt zum Beispiel das Umwälzpumpspeicherwerk Hongrin in einem normalen Betriebsjahr ca. 520 GWh, wobei die erforderliche Antriebsenergie rund 750 GWh beträgt, ohne Berücksichtigung des überlagerten Saisonbetriebes mit den natürlichen Zuflüssen.

Pumpspeicherkraftwerke dienen in erster Linie zur Deckung des Spitzenbedarfs. Die erforderliche Antriebsenergie kann wirtschaftlich während der Nacht- und Wochenendstunden aus grossen Kernkraftwerken bezogen werden, deren Betriebsweise dadurch wesentlich verbessert werden kann. Rechnet man mit 2500 Betriebsstunden der Pumpen und legt die nachstehend angenommenen verfügbaren Pumpenleistungen zugrunde, so kann der Bedarf an Antriebsenergie etwa wie in Tabelle IV ersichtlich abgeschätzt werden.

Tabelle IV

Jahr	Saison-pumpspeicherbetrieb Antriebsenergie GWh	Umwälzbetrieb		Antriebsenergie Total GWh
		Verfügbare Pumpenleistung MW	Antriebsenergie GWh	
1975/76	850	500	1250	2100
1980/81	900	1000	2500	3400

Diese Energiemengen wären in einer Gesamtbedarfsrechnung zu berücksichtigen. Auf Grund der heute bekannten Leistungsbedürfnisse können über die Höhe der für die Pumpspeicherwerke erforderlichen tatsächlichen Antriebsenergie keine hinreichend genauen Angaben gemacht werden; es ist aber anzunehmen, dass von den in Tabelle IV aufgeführten 2500 GWh im betrachteten Zeitraum nur eine statistisch vernachlässigbare Energiemenge als notwendiger Bedarf anzusehen ist.

In der vorliegenden Studie wurde jedoch die Antriebsenergie für Saison-Pumpspeicherbetrieb und für Umwälzbetrieb nicht in die Bedarfsrechnung aufgenommen.

### 3.5. Mutmassliche wesentliche Einflüsse auf die Nachfrage nach elektrischer Energie

Wesentlichste Einflussgrösse auf die zukünftige Nachfrage nach elektrischer Energie wird in jedem Fall die allgemeine Entwicklung der schweizerischen Volkswirtschaft sein. Das reale Wachstum des Bruttosozialproduktes gilt als massgebende Messgrösse der wirtschaftlichen Entwicklung. Heute postulieren verschiedentlich Kritiker aus Gründen des Umweltschutzes oder anderen Überlegungen eine Einschränkung oder überhaupt Unterbindung des Wirtschaftswachstums über eine restriktive Energiepolitik. Es ist jedoch anzunehmen, dass in der Betrachtungsperiode die sozialpolitischen, wirtschaftlichen, technischen und politischen Einflüsse in der Richtung der Aufrechterhaltung der bisherigen realen Steigerung der Leistungsfähigkeit unserer Volkswirtschaft und damit der Erhaltung des bisherigen Lebensstandards der Bevölkerung hin tendieren.

Von erheblicher Bedeutung für den zukünftigen Elektrizitätsbedarf ist sodann die Preisentwicklung substitutiv ver-

wendbarer anderer Energieträger, insbesondere von Öl und Erdgas. In diesem Bereich können preisbedingte Substitutionseffekte, vor allem auf dem Wärmesektor und für Industrieanwendungen, in kurzer Zeit grosse Wandlungen herbeiführen. Die vorstehende Prognose beruht deshalb auf der Annahme, dass die zu erwartenden Preissteigerungen bei allen Energieträgern die heute vorhandenen Preisrelationen, bezogen auf eine Wärmeinheit, nicht wesentlich verändern werden. In der Industrie führt der Zwang zur Rationalisierung dazu, dass nach Möglichkeit Arbeitskräfte eingespart werden. Der vermehrte Einsatz von Maschinen und Automaten hat aber eine gesteigerte Nachfrage an elektrischer Energie zur Folge. Auch in den Haushalten nimmt der Verbrauch an elektrischer Energie je Kopf der Bevölkerung oder je Haushalt im Zeitablauf ständig zu. Dies ist insbesondere eine Folge des höheren Lebensstandards und der höheren persönlichen Bedürfnisbefriedigung. Eine höhere Steigerungsrate des Energieverbrauchs weisen sodann die Dienstleistungsbetriebe aller Gattungen auf.

Die Verbesserung der Wärmeisolation in Wohnbauten sowie Gründe des Umweltschutzes könnten dazu führen, dass – mindestens in den ländlichen Gebieten – die elektrische Raumheizung in Zukunft eine zunehmende Bedeutung erhält. Energiewirtschaftlich wird dieser Einfluss vor allem im Winter, aber auch in den Übergangsmoaten des Frühjahrs und Herbstes zu einem spürbaren Verbrauchsanstieg führen. Je nach den in Zukunft vorwiegend zur Anwendung gelangenden technischen Heizsystemen (Vollspeicherung, Mischheizung oder Tagesheizung) und der Tarifpolitik der Werke kann sich mit zunehmender Verbreitung der Elektroheizung zudem eine Bedarfsumschichtung im Tagesverlauf ergeben.

Einen weiteren Einfluss könnte allfällig eine beschleunigte Einführung der Raumklimatisierung im Sommer haben. Verschiedene Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass bei unseren klimatischen Bedingungen im Prognosezeitraum kaum mit einer bedeutenden zusätzlichen Energieabgabe im Sommer gerechnet werden kann, es sei denn, dass aus Gründen der Geruchs- und Lärmimmission in Städten die Raumklimatisierung vermehrt gefordert wird.

Ein gewisser bescheidener Mehrbedarf ergibt sich aus den jährlich zu erstellenden neuen Wohnbauten.

Die bisher bekannten Studien über die Einführung von Elektroautomobilen in grossem Umfang haben gezeigt, dass im hier zu betrachtenden Prognosezeitraum kein nennenswerter zusätzlicher Bedarf entstehen wird.

Auch die Bestrebungen gewisser Städte zur Einführung von Fernheizwerken mit zusätzlicher Energieerzeugung im Gegendruckbetrieb dürften im betrachteten Zeitraum keinen wesentlichen Einfluss auf den Bedarf an elektrischer Energie ausüben.

Zum Schluss ist auch festzuhalten, dass die in den nächsten Jahren zu erstellenden Anlagen, die dem Umweltschutz dienen, wie z. B. Abwasserreinigungsanlagen, Verschrotungseinrichtungen usw., eine bedeutende, aber im Ausmass heute noch schwer abzuschätzende Mehrnachfrage nach elektrischer Energie verursachen werden. Im Gesamten ist aber von allen diesen Einflussgrössen – mit Ausnahme der Wirtschaftsentwicklung – keine abrupte Veränderung zu erwarten, welche im Betrachtungszeitraum zu einer vollständig neuen Situation führen würde.

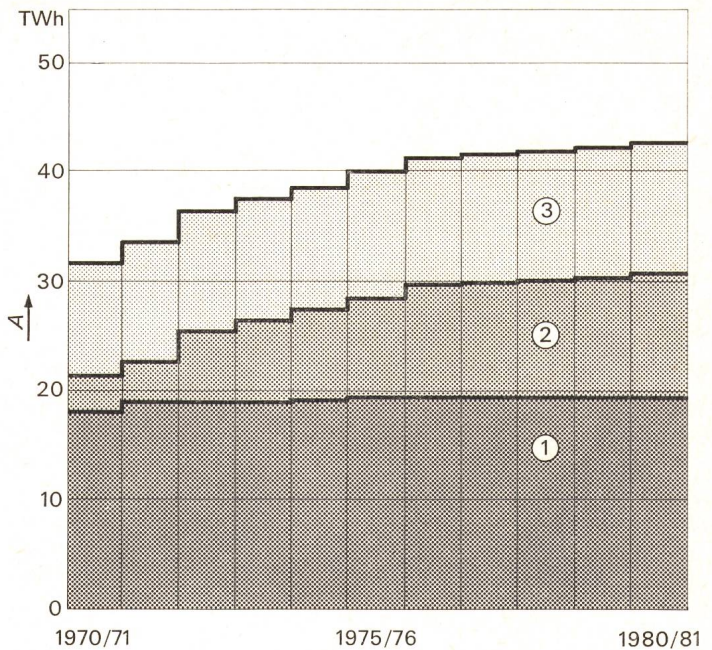


Fig. 4

#### Entwicklung der Elektrizitätserzeugung

- ① Laufenergie
- ② Thermische Energie
- ③ Speicherenergie
- A Mutmassliche Erzeugung

## 4. Die Erzeugung elektrischer Energie

### 4.1. Die Erzeugung durch Wasserkraftwerke

Im Jahre 1970/71 betrug die Bruttoerzeugung der Lauf- und Speicherwerke 29,488 TWh. Unter der Voraussetzung, dass die Antriebsenergie für die Speicherpumpen im Umfange von 1,258 TWh aus überschüssiger Wasserkraft stammt, belief sich die Nettoerzeugung auf 28,230 TWh. Sie blieb somit unter der bei gleichen Abflussverhältnissen möglichen Produktion von 29,7 TWh.

Die für die nächsten 10 Jahre schätzungsweise berechnete Jahresproduktion aus Wasserkraftwerken geht aus Fig. 4 hervor. Für diese Schätzung wurden die im Bau befindlichen Kraftwerke sowie solche Produktionsanlagen berücksichtigt, deren Erstellung vor dem 1. Januar 1972 beschlossen wurde. Die Schwankungen der möglichen Produktion auf Grund der Abflussverhältnisse können zwischen +15 und -20 % betragen.

### 4.2. Die Erzeugung durch thermische Kraftwerke

Am 1. Januar 1972 betrug die installierte Maschinenleistung der kleineren thermischen Werke der Industrie und der Elektrizitätsgesellschaften insgesamt 285 MW. Bei durchschnittlichen Abflussverhältnissen werden diese Werke während ungefähr 1000 Stunden im Winter und 500 Stunden im Sommer betrieben. Für die übrige Zeit bilden diese thermischen Anlagen eine Produktionsreserve.

Zwei Einheiten von je 25 MW Leistung sollen diese Gruppe kleinerer Kraftwerke noch ergänzen; die erste wird 1972/73 und die zweite 1974/75 den Betrieb aufnehmen. Die Produktion dieser beiden Einheiten ist in den Schätzungen der thermischen Energieerzeugung inbegriffen.

In der Gruppe der grösseren thermischen Kraftwerke einschliesslich Kernkraftwerke wurde für das Werk Chavalon

eine jährliche Betriebsstundenzahl von 6000, wovon 4000 im Winterbetrieb, zugrunde gelegt.

Auf Grund von vorhandenen statistischen Angaben über den Betrieb grösserer konventionell-thermischer Werke Europas wurde ein Modell definiert, das zur Abschätzung der technischen Verfügbarkeit mangels entsprechender Angaben über Kernkraftwerke während der ersten Betriebsjahre dient. Dieses Modell sieht eine Verfügbarkeit von 40 % in den ersten beiden Betriebsjahren, von 50 % im folgenden Jahr und so weiter mit einer jährlichen Zunahme von 10 % bis zu einem Maximalwert von 80 % vor. Dieses Modell schliesst nicht aus, dass im konkreten Fall bedeutende Abweichungen auftreten können. Aus dem Modell folgt, dass ab dem fünften Jahr nach Inbetriebsetzung jede Einheit eine technische Verfügbarkeit von 7000 Vollaststunden im Jahr erreichen würde, wovon 4000 Stunden im Winterhalbjahr.

Die Produktion der Kernkraftwerke Beznau I, Beznau II und Mühleberg sowie diejenige entsprechend dem schweizerischen Anteil an den ausländischen Kernkraftwerken Fessenheim und Bugey wurde auf Grund des vorerwähnten Modells geschätzt, was zur Ermittlung der in Fig. 4 dargestellten Werte der thermischen Produktion führte.

## 5. Die Deckung des Bedarfs

### 5.1. Elektrizitätsbedarf

Für die Diskussion der Frage der Deckung des Elektrizitätsbedarfs ist es unerlässlich, die Energie- und Leistungsbilanzen zusammen zu untersuchen. Die derart erhaltenen Werte sind im Anhang für die Stichjahre 1975/76, 1977/78 und 1980/81 in den Tabellen A...F zusammengestellt und in den Figuren D1...D4 grafisch aufgetragen; aus diesen gehen die in Tabelle V aufgeführten Jahresenergiebilanzen hervor.

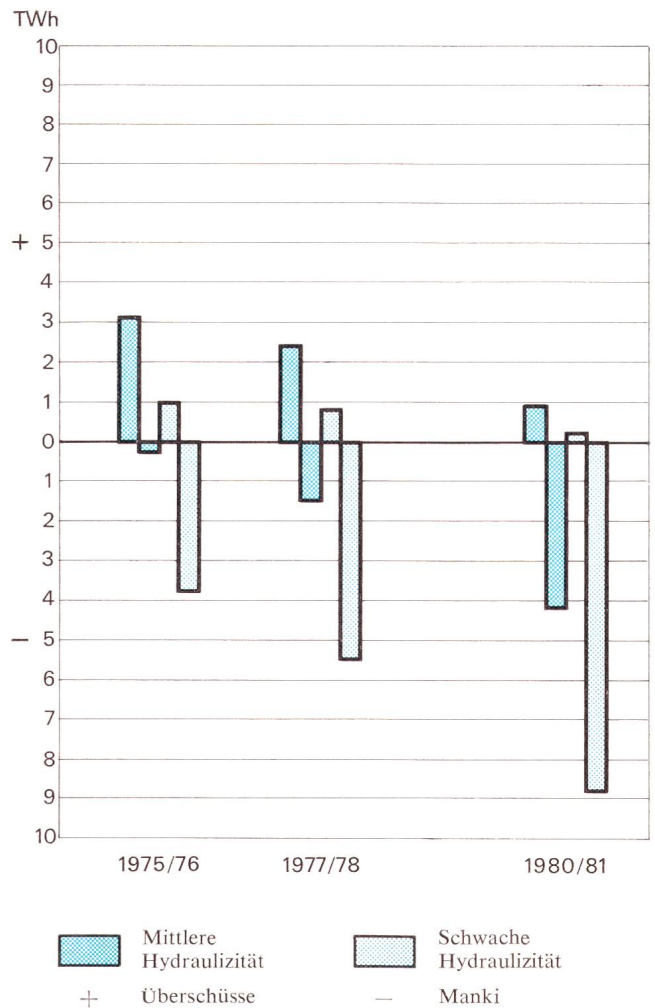
Mit dem zunehmenden Einsatz thermischer Grossanlagen ist eine halbjährliche Betrachtungsweise, wie sie bei der Verbrauchsschätzung angewandt wurde, nicht mehr zulässig. Damit der Einsatz dieser grossen Leistungen zeitlich genauer erfasst werden kann, muss auf Monatsabschnitte abgestellt werden.

Die errechneten Überschüsse und Manki für die Stichjahre sind in Fig. 5 grafisch dargestellt. Im Anhang ist begründet, weshalb die ausgewiesenen Manki mit den jeweiligen Überschüssen nicht saldiert werden dürfen.

Tabelle V

	1975/76 Hydraulizität		1977/78 Hydraulizität		1980/81 Hydraulizität	
	mittel	schwach	mittel	schwach	mittel	schwach
Nettobedarf in TWh	36,6		40,4		46,8	
Produktion: TWh						
Laufenergie	19,3	16,1	19,3	16,1	19,3	16,1
Thermische Energie	8,8	8,8	10,5	10,5	12,8	12,8
Speicherenergie	11,2	8,8	11,4	9,0	11,4	9,0
<b>Totale Erzeugung</b>	<b>39,3</b>	<b>33,7</b>	<b>41,2</b>	<b>35,6</b>	<b>43,5</b>	<b>37,9</b>
Energiebilanz: TWh						
Überschuss	3,1	1,0	2,4	0,8	0,9	0,2
Manko	0,3	3,8	1,5	5,5	4,2	8,8

Fig. 5  
Berechnete Überschüsse und Manki



Die Detailuntersuchung im Anhang, die zu den obigen Werten führt, zeigt folgende Entwicklung auf:

Bei *mittleren* Abflussverhältnissen entstehen ab 1975/76 in den Wintermonaten Oktober bis April Energiemanki, die von Jahr zu Jahr zunehmen werden, während sich andererseits die Sommerüberschüsse laufend verringern werden. Bei *ungünstiger* Hydraulizität vergrössern sich im Betrachtungszeitraum die Energiemanki um weitere 3,5–4,6 TWh. So entspricht etwa die im Jahre 1977/78 ausgewiesene Fehlmenge der mittleren Produktionsmöglichkeit eines Kernkraftwerkes von 1100 MW. Die stark verminderten Sommerüberschüsse vermögen vom gleichen Jahr an die im Abschnitt 3.4. erwähnten betriebsnotwendigen, in der Bedarfsrechnung noch nicht enthaltenen Energiemengen für die Saisonspeicherpumpen nicht mehr zu decken.

### 5.2. Leistungsbedarf

Die Leistungsverfügbarkeit der Wasserkraftwerke liegt wesentlich unter den statistisch erfassten installierten Maschinenleistungen. Dies deshalb, weil die Zuflussverhältnisse, die jeweiligen Speicherniveaus, die Schluckfähigkeiten mehrstufiger Kraftwerke sowie reparaturbedingte Ausfälle und weitere Einflüsse eine Reduktion der jederzeit verfügbaren Leistung bedingen. So hat eine Untersuchung die in Tabelle VI aufgeführte monatliche technisch-hydraulische Verfügbarkeit der Leistung einer aus Lauf- und Speicherkraftwerken bestehenden Werkkombination ergeben.

Tabelle VI

Monate	Erreichbare Spitzenleistung <sup>1)</sup> im Monatsdurchschnitt in % der installierten Maschinenleistung	Erreichbare Dauerleistung <sup>2)</sup> im Monatsdurchschnitt in % der installierten Maschinenleistung
Januar	83	66
Februar	83	66
März	83	66
April	85	71
Mai	89	79
Juni	90	81
Juli	92	85
August	93	86
September	91	81
Oktober	86	71
November	85	70
Dezember	84	68

*Zugrundegelegte Definitionen:*

<sup>1)</sup> Spitzenleistung: Verfügbarkeit während mindestens zwei aufeinanderfolgenden Stunden pro Tag

<sup>2)</sup> Dauerleistung: Verfügbarkeit während mindestens zwölf aufeinanderfolgenden Stunden pro Tag

Wie früher dargelegt wurde, darf auch bei den thermischen Kraftwerken für die Beurteilung der Leistungsverfügbarkeit keineswegs mit der installierten Nennleistung innerhalb eines Netzverbandes gerechnet werden.

Mit der zunehmenden Integration grosser thermischer Kraftwerke in das schweizerische Produktionspotential gewinnt zudem die Reservehaltung immer mehr an Bedeutung. Der Ausfall grosser Einheiten in der heute üblichen Grössenordnung von 800 bis 1000 MW verursacht im Verhältnis zur übrigen Produktionskapazität eine bedeutende Einbusse an Leistung und bei länger dauerndem Stillstand auch an Energie. Der entsprechende Ersatz kann je länger je weniger durch die bestehende hydraulische Werkkombination oder durch Importe aufgebracht werden, sondern nur durch die übrigen betriebsbereiten thermischen Anlagen. Ein Teil der technischen Erzeugungsmöglichkeit der Kernkraftwerke wird deshalb mit der Zeit für den Ausfallersatz zu reservieren sein und steht somit der gesicherten Bedarfsdeckung nicht zur Verfügung.

Wenn es auch heute – gesamtschweizerisch gesehen – bei Ausfall einer grossen thermischen Anlage noch möglich ist, das Leistungsmanko sofort zu decken, so dürfte diese Möglichkeit in den nächsten Jahren sehr rasch verringert werden. Aus diesem Grunde ist für den Bau neuer Kraftwerke nicht nur der Energiebedarf massgebend, sondern auch die zur Erhaltung eines sicheren Betriebes notwendige Leistung.

## 6. Neue Produktionsmöglichkeiten

### 6.1. Zukünftige neue hydraulische Erzeugungsmöglichkeiten

Die hydraulische Elektrizitätserzeugung bildet seit jeher und wird auch für die nächste Zukunft das Rückgrat der Landesversorgung bilden. Der Ausbau unserer Wasserkräfte ist heute jedoch so weit fortgeschritten, dass neue Anlagen kaum noch einen wesentlichen Beitrag an die künftige Bedarfsdeckung werden leisten können. Hingegen werden Pumpspeicherwerke als Ergänzung zu den Grundlastwerken einen wichtigen Platz in der künftigen Elektrizitätsversor-

gung einnehmen, wobei die für den Antrieb der Pumpen notwendige Energie in erster Linie aus Kernkraftwerken zur Verfügung gestellt werden muss. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass Pumpspeicherwerke einzig der zeitlichen Umlagerung und nicht der Erzeugung zusätzlicher Energie dienen, indem der Antrieb der Pumpen mehr Energie erfordert als beim Turbinenbetrieb erzeugt werden kann. Zudem können die immer strenger werdenden Auflagen für den Bau und den Betrieb auch solcher Wasserkraftanlagen die Wirtschaftlichkeit stark beeinträchtigen oder sogar in Frage stellen.

### 6.2. Neue thermische Produktionsanlagen

Die Deckung der hauptsächlich im Grundlastbereich auftretenden und im vorangegangenen Kapitel aufgezeigten Energiemanki werden die thermischen Produktionsanlagen zu übernehmen haben. Für die Auswahl aus den möglichen Energieträgern Erdöl, Erdgas und Kernenergie sind sowohl wirtschaftliche und betriebliche Kriterien als auch allfällige Auswirkungen auf die Umwelt massgebend. So ist der Einsatz von Erdöl vor allem mit dem Problem der Luftverschmutzung behaftet, während beim Erdgas unter anderem die Bezugs- und Speichermöglichkeiten auf absehbare Zeit derart beschränkt sind, dass seine Verfeuerung in einem thermischen Kraftwerk zurzeit nicht in Frage kommt. Andere Energiearten, wie etwa die Müllverbrennung, Sonnenenergie, chemische Umwandlungen usw., erlauben keine dem ungedeckten Bedarf angepasste Elektrizitätserzeugung. Auch die für städtische Wohngebiete in Diskussion stehenden Fernheizwerke mit gleichzeitiger Erzeugung der dort benötigten elektrischen Energie durch Vorschalten einer Gegendruckturbine vermögen für die Landesversorgung keinen wesentlichen Beitrag zu leisten. Somit verbleibt nur noch der Bau leistungsstarker Kernkraftwerke. Diese Sachlage führte bereits im Jahre 1964 zum Beschluss auf Erstellung des ersten schweizerischen Kernkraftwerkes (Beznau I), dem kurz darauf die Baubeschlüsse für die Werke Mühleberg und Beznau II folgten. Inzwischen wurde intensiv an weiteren Projekten, vor allem Gösgen, Kaiseraugst und Leibstadt, aber auch Graben, Rüthi und Verbois, gearbeitet, wobei das Werk Kaiseraugst auf der Basis der Frischwasserkühlung bis zur Baureife gedieh, durch den Kühlwasserentscheid des Bundesrates vom 7. April 1971 jedoch mit namhaftem Aufwand wieder umprojektiert werden musste. Aus dem gleichen Grund erfuhren auch die Arbeiten an anderen Projekten zum Teil erhebliche Verzögerungen. Durch die in der Zwischenzeit aufgetretenen Widerstände einzelner Oppositionsgruppen konnte bisher noch kein Baubeschluss für ein weiteres Kernkraftwerk gefasst werden.

Bei thermischen Anlagen müssen aus physikalischen Gründen 60 bis 70 % der gesamten Wärmemenge an die Umgebung (Luft oder Wasser) abgeführt werden. Die technisch und wirtschaftlich günstigste Lösung ist die Frischwasserkühlung, d. h. die Wärmeabgabe an ein fliessendes Gewässer. Die unbefriedigende Wasserqualität der untersten Rheinstrecke führte dann zu dem bereits erwähnten überraschenden Entscheid des Bundesrates, dass an der Aare und am Rhein ausser den bestehenden oder damals im Bau befindlichen Anlagen keine weiteren Kernkraftwerke mit reiner Frischwasserkühlung betrieben werden dürften, sondern mit anderen Kühlsystemen, also mit Kühltürmen, ausgerüstet sein müssten.



Abgesehen von den grösseren Investitions- und damit höheren Produktionskosten bringen Kühltürme mit ihren grossen, ungewohnten Dimensionen besondere Probleme im Hinblick auf den Landschaftsschutz, während die klimatischen Auswirkungen bei geeignetem Standort auf Grund der Beurteilung der Eidgenössischen Kühlturmkommission vernachlässigbar sind. Die Wahl eines zweckmässigen Standortes für ein Kernkraftwerk wird jedoch nicht nur von der optischen Seite her bestimmt, denn es muss ausserdem das im Kühlturm verdunstete Wasser durch ein in der Nähe gelegenes Gewässer ersetzt werden können, und es muss der Abtransport der produzierten Energie möglichst durch den Anschluss an eine bestehende, über entsprechende freie Transportkapazität verfügende Leitung oder dann durch den Bau einer neuen Übertragungsleitung gewährleistet sein. Ökonomische und in einem gewissen Ausmass auch personalpolitische Gesichtspunkte zeigen die Wünschbarkeit, Kernkraftwerke in der Nähe der Verbrauchszentren zu errichten.

Die sehr strengen gesetzlichen Bestimmungen schreiben für Kernkraftwerke umfangreiche Schutzmassnahmen und Kontrollen zur Verhinderung einer schädlichen Strahlenbelastung in der näheren und weiteren Umgebung vor. Die bisherigen Erfahrungen haben denn auch gezeigt, dass die kontrolliert abgegebene Radioaktivität einen Bruchteil des natürlichen Strahlenpegels ausmacht und weit unterhalb der gesetzlichen Toleranzgrenze liegt.

### 6.3. Internationaler Verbundbetrieb

Die Bedeutung des internationalen Verbundbetriebes, dem die Schweiz mit 22 Leitungen von 220 und 380 kV und einer Transportkapazität von rund 8500 MW angeschlossen ist, wurde bereits in den Berichten von 1965 und 1968 eingehend dargelegt. Für die schweizerische Elektrizitätsversorgung wird die hauptsächlichste Bedeutung auch weiterhin vor allem in der kurzfristigen Aushilfe bei Störungen und im Ausgleich der von den jeweiligen Abflussverhältnissen abhängigen Produktionsschwankungen liegen. Es wäre jedoch wirtschaftlich und politisch untragbar, eine langfristige Bedarfsdeckung vorwiegend auf den Import und – ohne zuerst die eigenen Ausbaumöglichkeiten auszunutzen – auf die Kapazitäten der ausländischen Produktionsgesellschaften abstellen zu wollen. Zudem wird der ausländische Kraftwerksbau und -betrieb in zunehmendem Masse vor ähnliche Probleme gestellt wie in der Schweiz. Das Ausland wird deshalb kaum bereit sein, seinen Werkausbau derart zu verstärken, dass damit die schweizerische Energieversorgung langfristig sichergestellt werden kann.

## 7. Übertragungsanlagen

Der ständig steigende Energiebedarf zwingt die Elektrizitätswerke, nicht nur neue Produktionsquellen zu erschliessen, sondern gleichzeitig auch die Übertragungs- und Verteilanlagen weiter auszubauen, und zwar durch Erhöhung der Transport- und Transformationskapazitäten der bestehenden Anlagen, eventuell verbunden mit einem Übergang auf eine höhere Spannungsebene, und durch den Bau neuer Leitungen und Unterwerke. Bei der Erlangung der hierfür notwendigen Durchleitungsrechte und Baubewilligungen ist seit einiger Zeit eine immer stärker werdende Opposition festzustellen, die zu einem grossen Teil mit einer vermeint-

lichen Schädigung der Umwelt begründet wird. Aber gerade die grossen und kleinen Freileitungen, die für das Wirtschaftsleben unentbehrlichen «elektrischen Hochleistungsstrassen und Zubringerwege», beeinträchtigen die Umwelt wenig. Sie verschmutzen weder die Luft noch das Wasser, erzeugen auch keinen Lärm, und der durch die Masten bedingte, örtlich stark begrenzte Verlust an Kulturland ist verschwindend klein. Durch ein umständliches und zeitraubendes Enteignungsverfahren hat sich der Um- und Neubau des Verteilnetzes ganz erheblich, zum Teil jahrelang, verzögert, so dass bisherige freie Transport- und Transformationskapazitäten mehr und mehr für die normale Bedarfsdeckung in Anspruch genommen werden mussten. Die damit verbundene Reduktion der für Störungen und normale Unterhaltarbeiten notwendigen Reserven haben teilweise zu einer merklichen Abnahme der Versorgungssicherheit geführt.

Die von den Konsumenten erwartete Versorgungssicherheit steht aber auch dem vermehrten Einsatz von Kabeln anstelle von Freileitungen für die grossen Übertragungsleitungen entgegen. Abgesehen von den finanziellen Aufwendungen für die Erstellung von Kabelleitungen, die ein Mehrfaches der Kosten für Freileitungen betragen, weisen Höchstspannungskabel schwerwiegende betriebliche Nachteile auf, wie geringere Übertragungsfähigkeit und vor allem geringe Überlastbarkeit, grössere Verluste und Notwendigkeit zu Blindleistungskompensation sowie vor allem eine kostspielige und zeitraubende Störungssuche und -behebung, die zu längeren Unterbreuchszeiten führt und zudem den Einsatz von speziell ausgebildetem Personal für die Reparaturarbeiten erfordert. Auch an die Trassewahl müssen zufolge des konstruktiven Aufbaues der Kabel strenge Maßstäbe angelegt werden, indem Höhenunterschiede nach Möglichkeit und Rutschgebiete grundsätzlich zu vermeiden sind, das Durchqueren von Flüssen besonders erschwert ist und zum Schutz von Grundwasservorkommen spezielle Vorkehrungen gegen Verunreinigungen durch ölhaltiges Isoliermaterial zu treffen sind. Um den Zugang zu den Kabelleitungen auf ihrer ganzen Länge gewährleisten zu können und zu ihrem Schutz sind oft ein durchgehendes Bauverbot und ein beschränktes Pflanzverbot notwendig.

## 8. Schlussfolgerungen

Das Ziel dieser Untersuchung bestand darin, für einen überblickbaren Zeitraum zahlenmässig möglichst zuverlässige Unterlagen zu beschaffen, um daraus die für die Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung der Schweiz notwendigen Folgerungen zu ziehen, die wie folgt zusammengefasst werden können:

- 8.1. Die Resultate zeigen eindeutig und klar, dass schon in wenigen Jahren mit erheblichen und jährlich zunehmenden Elektrizitätsmanki gerechnet werden muss, selbst unter Berücksichtigung aller beschlossenen und sich im Bau befindenden Werke.
- 8.2. Die ausgewiesenen fehlenden Energiemengen treten überwiegend in den Wintermonaten auf. Die Manki sind schon im hydraulischen Normaljahr, d. h. bei Wasserführungen, wie sie im langjährigen Mittel erwartet werden können, recht bedeutend und nehmen in Jahren schwacher Hydraulizität ein erhebliches

Ausmass an. Diese Fehlmengen sind im Jahre 1975/76 für den Fall mittlerer Hydraulizität noch nicht bedeutend, im Falle schwacher Hydraulizität erreichen sie aber in den Wintermonaten bereits rund 3,8 Milliarden kWh und steigen bis auf 8,8 Milliarden kWh im Winter 1980/81.

- 8.3. Die heute noch bestehenden Sommerüberschüsse nehmen in den nächsten Jahren sehr rasch ab und werden schon bald nicht mehr genügen, um den Bedarf an Antriebsenergie für die Speicherpumpen zu decken.
- 8.4. Der Umfang der nicht saldierbaren Energiefehlmengen ist so bedeutend, dass unter Berücksichtigung der für die nächsten Jahre voraussehbaren elektrizitätswirtschaftlichen Situation im Ausland nicht damit gerechnet werden kann, diese durch Einfuhren decken zu können. Daran ändert auch die Beteiligung einiger schweizerischer Elektrizitätswerke an ausländischen Kernkraftwerken nichts, sind doch diese Energiemengen in den Energiebilanzen bereits berücksichtigt. Zudem können diese Beteiligungen zu zusätzlichen Ausfuhren im Sinne des Gegenrechtes führen, weil auch im Ausland ähnliche Schwierigkeiten bei der Bereitstellung neuer Erzeugungsanlagen bestehen.
- 8.5. Aus diesen Darlegungen folgt eindeutig, dass die schweizerische Elektrizitätswirtschaft eigene Erzeugungsanlagen erstellen muss, um den Bedarf befriedigen zu können. Die Fehlmengen weisen einen solchen Umfang auf, dass zu ihrer Deckung Kraftwerke grosser Leistung bereitgestellt werden müssen. Es kann sich nach dem heutigen Stand der Technik nur um thermische Anlagen handeln, wobei aus verschiedenen Gründen, vor allem aber aus solchen des Umweltschutzes, nur Kernkraftwerke in Frage kommen.
- 8.6. Die verschiedensten Einwände gegen die Erstellung von neuen Kraftwerken haben dazu geführt, dass seit 1967 bis heute kein Baubeschluss für irgendein neues Kernkraftwerk gefasst werden konnte. Da mit einer Bauzeit von 5...6 Jahren, ohne Projektierungs- und Vorbereitungsdauer, gerechnet werden muss, wird –

selbst wenn im Jahre 1973 ein Baubeschluss gefasst werden kann – vor 1978/79 keine Produktionsanlage den Betrieb aufnehmen können.

- 8.7. Aus der Höhe, vor allem aber aus den sich jährlich rasch vergrössernden ausgewiesenen Elektrizitätsmanki und den langen Vorbereitungs- und Bauzeiten ergibt sich die Notwendigkeit, mehrere Kernkraftwerkprojekte bis zur Baureife zu fördern.
- 8.8. Ganz dringlich ist der Bau mindestens eines weiteren Kernkraftwerkes, mit dem spätestens im Jahre 1973 begonnen werden sollte. Es ist dabei unerheblich, welches der vorhandenen Projekte zuerst zur Ausführung gelangt. Selbst in diesem Fall wird kaum vermieden werden können, dass in den Jahren ab 1975 durch die zu erwartenden Fehlmengen Schwierigkeiten in der Elektrizitätsversorgung auftreten werden. Es ist heute ungewiss, ob und unter welchen Bedingungen die Beschaffung der fehlenden Energie allenfalls möglich sein wird oder ob sogar mit Einschränkungen gerechnet werden muss. Die Erstellung weiterer Kernkraftwerke darf nicht verzögert werden.
- 8.9. Alle Tätigkeits- und Lebensbereiche sind stark und direkt auf die gesicherte Elektrizitätsversorgung angewiesen. Für eine harmonische Weiterentwicklung unserer ganzen Volkswirtschaft und zur Bewältigung der bevorstehenden Aufgaben, denen sich die Schweiz in diesem Jahrzehnt gegenübergestellt sieht – Wohnungsbau, öffentlicher Verkehr, Gesundheitswesen, Erhaltung des Lebensstandards, Umweltschutz usw. –, ist eine gesicherte Versorgung mit elektrischer Energie eine unabdingbare Voraussetzung. Die Werke, welche mit der Durchführung dieser Studie wiederum ihren gemeinsamen Standpunkt festlegen, sind willens, auch weiterhin für eine sichere und ausreichende Elektrizitätsversorgung die Verantwortung zu übernehmen. Sie können dies jedoch nur, wenn sie von seiten der Öffentlichkeit – Behörden und Bevölkerung – das Vertrauen in ihre Tätigkeit geniessen und die Unterstützung ihrer Vorhaben erhalten.

## Anhang

### Die Methodik zur Ermittlung der Produktionsüberschüsse und der Energiefehlmengen auf Grund von Diagrammen der geordneten Leistungen

#### 1. Belastungsdiagramme und Diagramme der geordneten Leistungen

Der gesamte Elektrizitätsverbrauch ist durch die Vielzahl der Energieverbraucher bestimmt, deren Einzelverbrauch verglichen zum Total sich als gering erweist. Daraus ergibt sich, dass die Entwicklung des gesamten Elektrizitätsverbrauches dem Gesetz der grossen Zahlen folgt und demnach die Methoden der mathematischen Statistik angewendet werden können. Der erste Schritt in dieser Richtung besteht in der Aufstellung des Verbrauchs-Tagesbelastungsdiagramms gemäss Fig. A. Die von der Leistungskurve abgegrenzte Fläche entspricht der für den betreffenden Tag gesamthaft verbrauchten Energiemenge. Der Kurvenverlauf ändert sich von Tag zu Tag und ist an Sonn- und Feiertagen wesentlich flacher als an Werktagen. Ausserdem ist er von Jahreszeit, Ferien usw. abhängig. Wenn diese Darstellung für zahlreiche Detailstudien auch sehr nützlich ist, so treten bei der Untersuchung energiewirtschaftlicher Fragen, wie z. B. Dimensionierung neuer Produktionsanlagen, gewisse Nachteile auf. Die zur Deckung des täglichen Verbrauchs erforderlichen Werke müssen für die höchste Belastung ausgelegt werden,

wobei auch die für die ständige Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit erforderlichen Reserven einzurechnen sind. Zur Bestimmung der Nutzungsdauer einer bestimmten Leistung werden deshalb die auftretenden Leistungen geordnet und als sogenannte Dauerkurve dargestellt (Fig. B). Wie für das Belastungsdiagramm, entspricht die von der Kurve der geordneten Leistungen abgegrenzte Fläche der während der betreffenden Periode verbrauchten oder erzeugten Energie. Aus diesem Diagramm lässt sich für eine bestimmte Periode die Nutzungsdauer einer gewissen Leistung ermitteln, indem der Kurvenverlauf die zeitliche Beanspruchung der in dieser Periode erreichten Belastungen darstellt. Ausgehend von der nur während kurzer Zeit auftretenden Höchstlast nimmt die Benutzungsdauer mit abnehmender Leistung ständig zu, bis jene Belastung erreicht wird, die während der ganzen Periode auftritt und als Grundlast bezeichnet wird.

Die Gesamtenergiebilanzen geben keinerlei Auskunft über die tatsächlich aufgetretenen Überschüsse und Manki, weil diese innerhalb der betreffenden Periode zu verschiedenen Zeiten auftreten. Mit Hilfe von Dauerkurven lässt sich dagegen durch Gegenüberstellung von Bedarf und Produk-

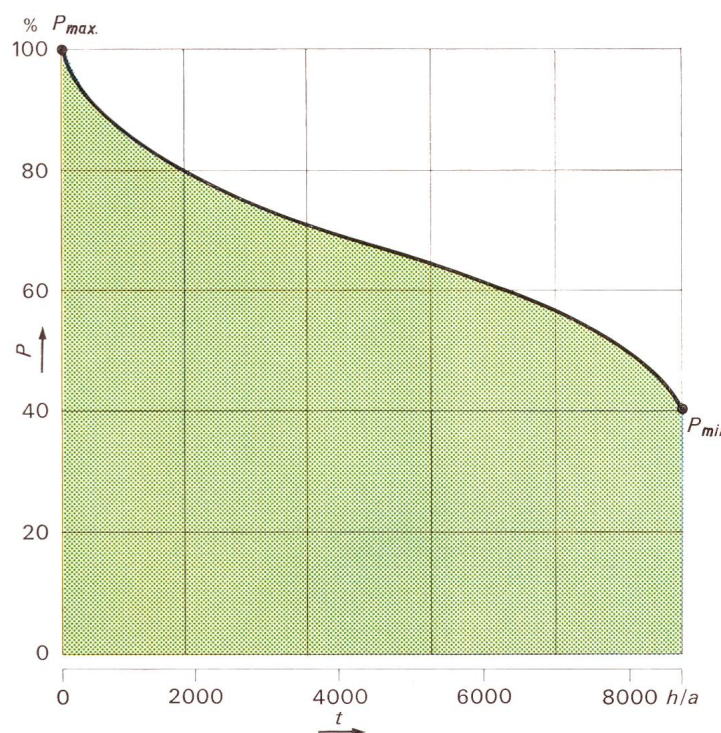
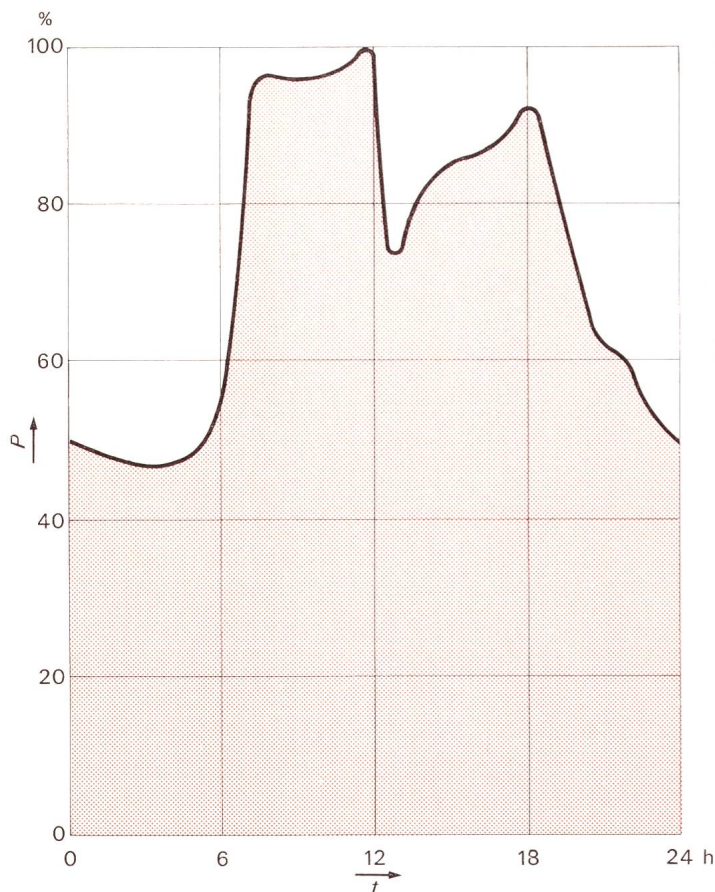
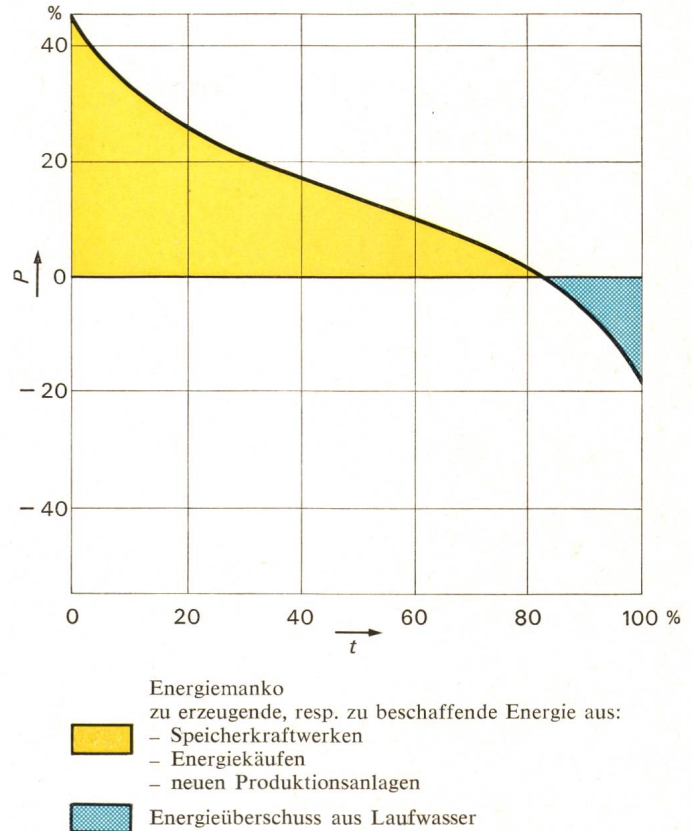
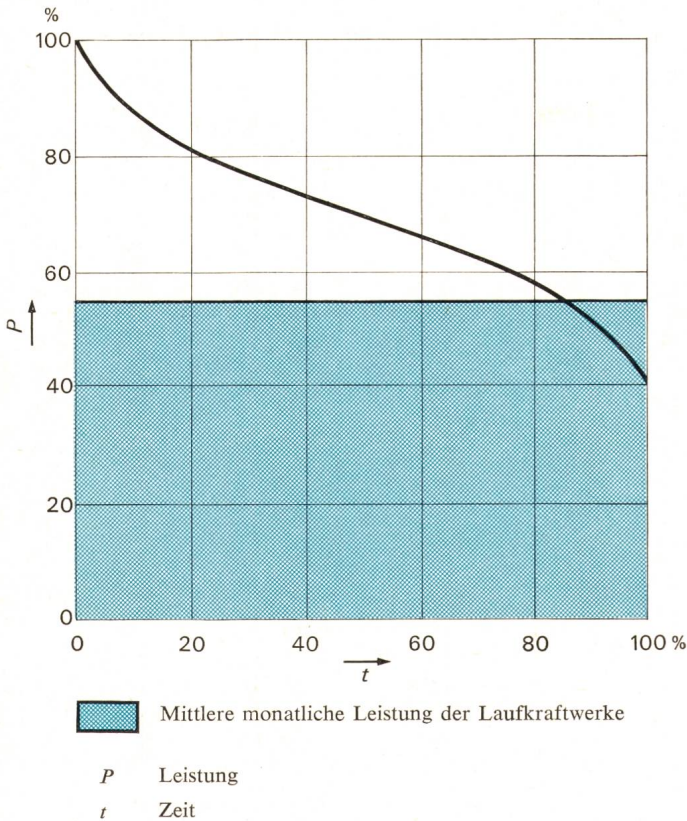


Fig. A  
 ◁ Tagesbelastungsdiagramm  
 P Leistung in %  
 t Tagesstunden

Fig. B  
 △ Jahresdauerkurve  
 P Leistung in %  
 t Nutzungsdauer  
 (Stunden / Jahr)

Fig. C  
Bestimmung der Energiemanki und Energieüberschüsse



tionsmöglichkeiten die Qualität der Energieüberschüsse und -manki ermitteln. Selbst wenn die entsprechenden Grundlagen nicht vollständig verfügbar sind, genügen die angehöhten Ergebnisse für Prognosen.

Die für diese Untersuchung angewandte Methode besteht darin, von der Kurve der geordneten Leistungen für den betreffenden Monat vorerst die durchschnittliche Monatsleistung der Energieproduktion durch Laufwerke in Abzug zu bringen. Aus der verbleibenden Fläche lassen sich die aus anderen Energiequellen zu deckenden Manki oder der Umfang der Überschüsse aus der Produktion durch Laufwerke ermitteln (Fig. C). Wird diese Darstellungsweise für alle 12 Monate des Jahres angewandt, so kann man eine gute Näherung der Überschüsse bzw. der Energiefehlmengen erhalten. Die so erreichte Approximation neigt allerdings dazu, die Spitzenleistungen sowie die Überschussmengen zu überschätzen, weil es die derzeit verfügbaren Statistiken nicht erlauben, die betrieblich möglichen Veränderungen der Laufproduktion und der eingesetzten Pumpenenergie zu berücksichtigen. Da solche Reguliermöglichkeiten im Verhältnis zum gesamten Energieverkehr jedoch beschränkt sind, bleibt die sich daraus ergebende Ungenauigkeit gering.

## 2. Die Schätzung der künftigen Energiebilanzen

Figur D 1 zeigt die tatsächlichen Ergebnisse für das Jahr 1970/71, und die Figuren D 2 ... D 4 illustrieren die Anwendung der vorerwähnten Methode für das Problem der Schätzung von Energiefehlmengen bzw. -überschüssen in der Schweiz für die ausgewählten Stichjahre.

Die Kurven der geordneten Leistungen für die Zukunft werden aus einer im Jahre 1966<sup>1)</sup> veröffentlichten Arbeit abgeleitet. Die angewandte Methode kann zur Schätzung der Nutzungsdauer der künftig notwendigen Leistung zur Anwendung kommen, sofern sich der Verlauf der Dauerkurven im Laufe der Zeit nicht wesentlich verändert. Da neuere, entsprechende Untersuchungen nicht vorliegen, wurde hier angenommen, dass die maximal erforderliche Leistung weiterhin im gleichen Rhythmus wie der Energieverbrauch anwächst und dass auch die Nutzungsdauer der jeweiligen Leistung inskünftig keine nennenswerte Änderung erfahren wird.

Die verfügbare Speicherenergie wird in den Diagrammen auf jeden Monat so verteilt, damit die Fehlmengen von Oktober bis und mit April mit konstanter Leistung erscheinen. Die thermische Erzeugung wird ebenfalls monatlich aufgeteilt, allerdings mit der Annahme einer als konstant angenommenen durchschnittlichen Reduktion für Unterhaltsarbeiten und Kernbrennstoffwechsel während der Monate Mai, Juni, Juli und August. Die in diesen Monaten vorkommenden Überschüsse sind auf die Energieerzeugung durch Lauf- und thermische Werke sowie auf die Zuflüsse zurückzuführen, die nicht gespeichert werden können.

Die Planimetrierung der Flächen, die auf den Figuren D 1 ... D 4 die Energieüberschüsse und -fehlmengen darstellen, ermöglicht es, die in diesem Bericht erwähnten Energiebilanzen der Tabellen A ... F aufzustellen.

<sup>1)</sup> P. Devantéry: Wöchentliches Belastungsdiagramm betreffend den schweizerischen Energieverbrauch; Bulletin SEV, Seiten des VSE Nr. 18/1966.

Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1975/76 bei mittlerer Hydraulizität  
Zahlen in GWh

Tabelle A

	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	3154	3184	3434	3444	3135	3255	3010	2830	2790	2730	2730	2892	36 588
Laufzuflüsse	1472	1114	902	792	716	916	1354	2256	2705	2726	2450	1929	19 332
Thermische Produktion	885	857	885	885	801	885	857	481	466	481	481	857	8 821
Speicherzuflüsse	544	346	231	190	169	212	396	1208	2353	2504	1991	1082	11 226
Veränderung der gespeicherten Energie	- 253	- 827	- 1375	- 1536	- 1411	- 1201	- 380	+ 710	+ 1980	+ 2162	+ 1551	+ 580	-
Überschuss	35	-	-	-	-	-	12	405	754	819	641	396	3 062
Manko	35	40	41	41	38	41	35	-	-	-	-	-	271

Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1977/78 bei mittlerer Hydraulizität  
Zahlen in GWh

Tabelle B

	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	3510	3543	3822	3833	3489	3624	3287	3090	3047	2981	2981	3158	40 365
Laufzuflüsse	1472	1114	902	792	716	916	1354	2256	2705	2726	2450	1929	19 332
Thermische Produktion	1061	1026	1061	1061	957	1061	1026	563	544	563	563	1026	10 512
Speicherzuflüsse	560	356	238	196	174	218	402	1227	2390	2543	2023	1099	11 426
Veränderung der gespeicherten Energie	- 236	- 833	- 1400	- 1563	- 1442	- 1208	- 301	+ 710	+ 1980	+ 2162	+ 1551	+ 580	-
Überschuss	20	-	-	-	-	-	5	246	612	689	504	316	2 392
Manko	221	214	221	221	200	221	214	-	-	-	-	-	1 512

Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1980/81 bei mittlerer Hydraulizität  
Zahlen in GWh

Tabelle C

	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	4122	4161	4488	4501	4097	4255	3751	3527	3477	3402	3402	3603	46 786
Laufzuflüsse	1472	1114	902	792	716	916	1354	2256	2705	2726	2450	1929	19 332
Thermische Produktion	1279	1238	1279	1279	1160	1279	1212	715	693	715	715	1213	12 777
Speicherzuflüsse	560	356	238	196	174	218	402	1227	2390	2543	2023	1099	11 426
Veränderung der gespeicherten Energie	- 265	- 877	- 1443	- 1608	- 1483	- 1226	- 181	+ 520	+ 2093	+ 2315	+ 1640	+ 515	-
Überschuss	10	-	-	-	-	-	5	151	218	267	146	123	915
Manko	556	576	626	626	564	616	602	-	-	-	-	-	4 166

## Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1975/76 bei schwacher Hydraulizität

Zahlen in GWh

Tabelle D

	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	3154	3184	3434	3444	3135	3255	3010	2830	2790	2730	2730	2892	36 588
Laufzuflüsse	1103	844	712	640	542	751	1115	1940	2453	2446	2076	1507	16 129
Thermische Produktion	885	857	885	885	801	885	857	481	466	481	481	857	8 821
Speicherzuflüsse	395	261	193	169	128	179	282	854	1818	2045	1638	873	8 835
Veränderung der gespeicherten Energie	- 440	- 902	- 1313	- 1419	- 1364	- 1109	- 436	+ 805	+ 1769	+ 1996	+ 1589	+ 824	-
Überschuss	-	-	-	-	-	-	-	64	304	360	240	54	1 022
Manko	331	320	331	331	300	331	320	424	126	114	364	533	3 825

## Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1977/78 bei schwacher Hydraulizität

Zahlen in GWh

Tabelle E

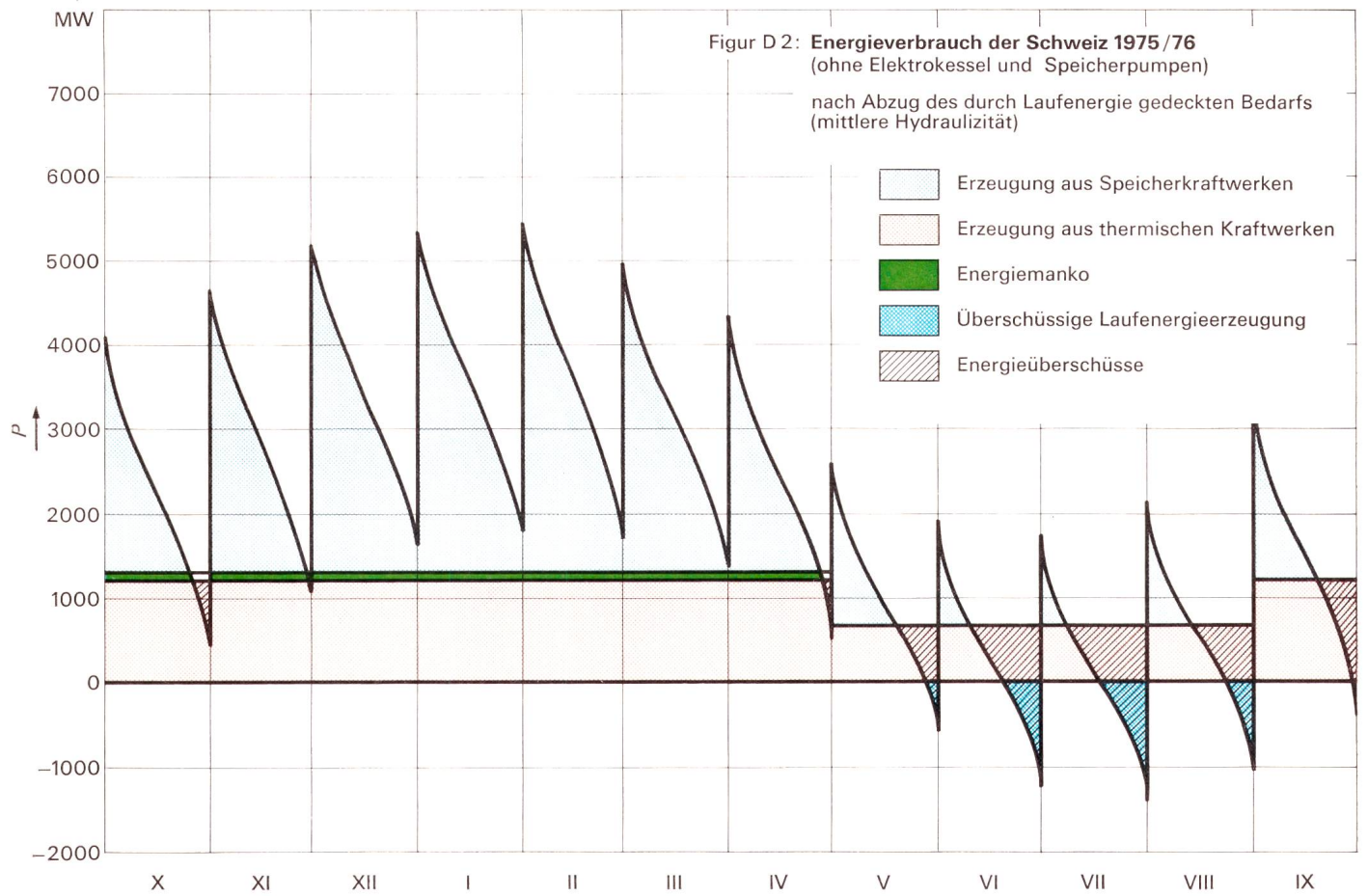
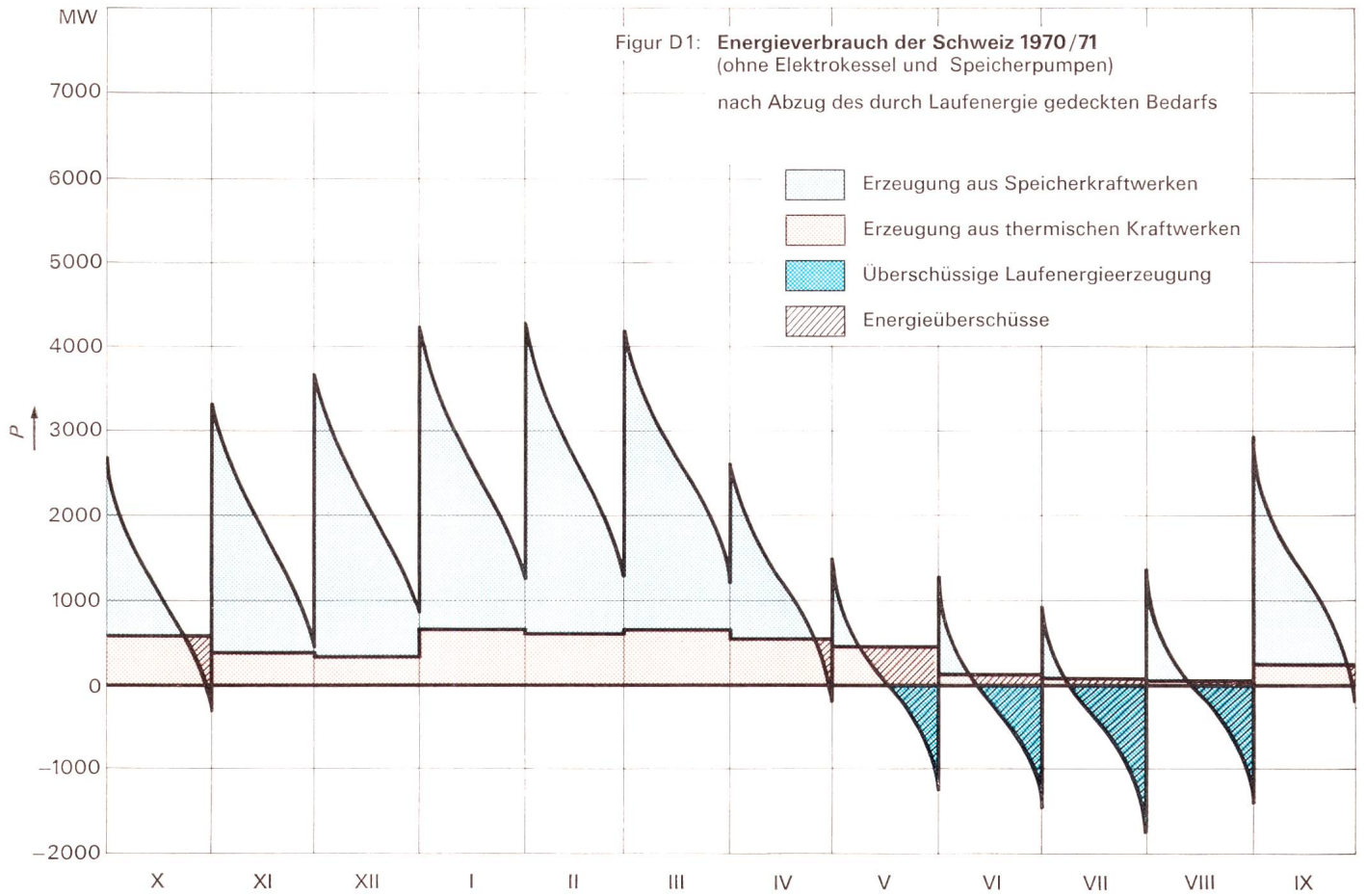
	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	3510	3543	3822	3833	3489	3624	3287	3090	3047	2981	2981	3158	40 365
Laufzuflüsse	1103	844	712	640	542	751	1115	1940	2453	2446	2076	1507	16 129
Thermische Produktion	1061	1026	1061	1061	957	1061	1026	563	544	563	563	1026	10 512
Speicherzuflüsse	398	266	201	176	137	188	270	861	1857	2090	1670	879	8 993
Veränderung der gespeicherten Energie	- 432	- 908	- 1332	- 1440	- 1386	- 1108	- 377	+ 787	+ 1782	+ 2015	+ 1595	+ 804	-
Überschuss	-	-	-	-	-	-	-	50	260	270	200	40	820
Manko	516	499	516	516	467	516	499	563	235	167	467	590	5 551

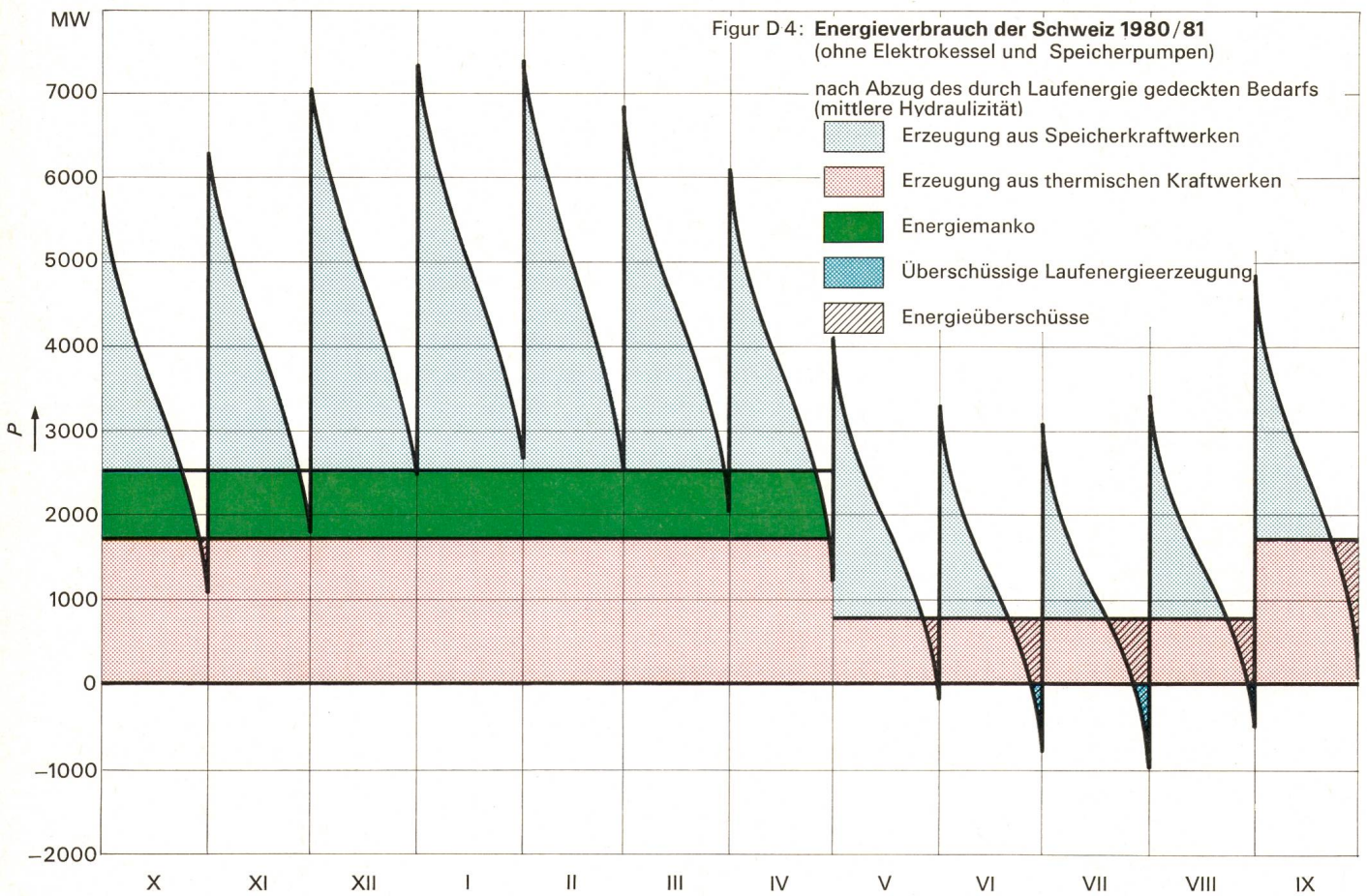
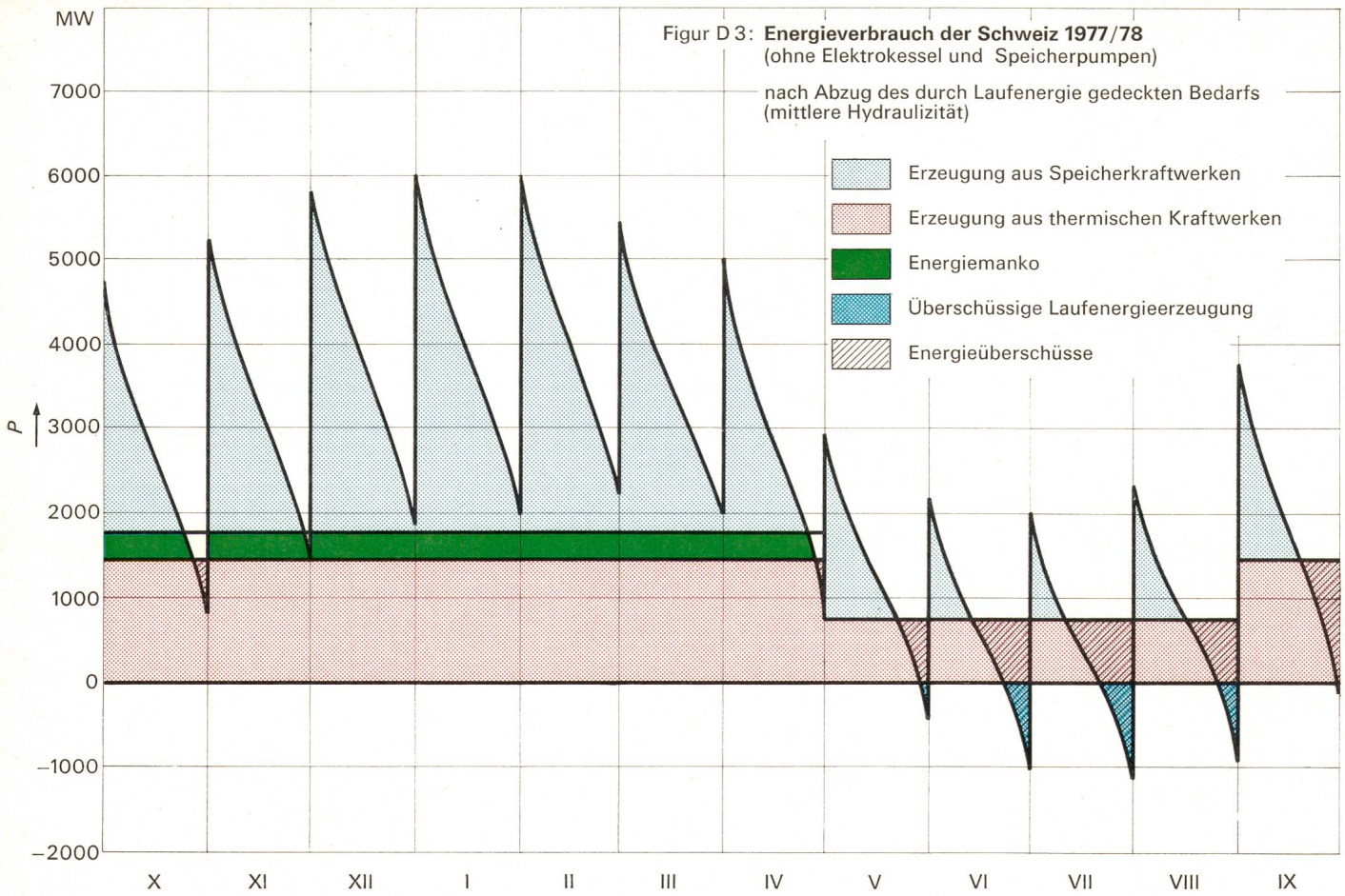
## Schweizerische Energiebilanz für das Jahr 1980/81 bei schwacher Hydraulizität

Zahlen in GWh

Tabelle F

	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
Nettoverbrauch	4122	4161	4488	4501	4097	4255	3751	3527	3477	3402	3402	3603	46 786
Laufzuflüsse	1103	844	712	640	542	751	1115	1940	2453	2446	2076	1507	16 129
Thermische Produktion	1279	1238	1279	1279	1160	1279	1212	715	693	715	715	1213	12 777
Speicherzuflüsse	398	266	201	176	137	188	270	861	1857	2090	1670	879	8 993
Veränderung der gespeicherten Energie	- 436	- 935	- 1390	- 1500	- 1441	- 1131	- 250	+ 807	+ 1802	+ 2035	+ 1615	+ 824	-
Überschuss	-	-	-	-	-	-	-	5	70	70	20	10	175
Manko	906	878	906	906	817	906	904	823	346	256	576	838	8 762







## Das hydrologische Jahr 1971/72

Da bei der Redaktion des Berichtes «Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972–1980» (sog. 4. Zehnerbericht) die Produktions- und Verbrauchszahlen für die elektrische Energie im hydrologischen Jahr 1971/72 noch nicht vorlagen, konnten sie nicht berücksichtigt werden. Es ist jedoch festzuhalten, dass bei einer Integrierung dieser neuesten Zahlen die Berechnungen, Prognosen und Schlussfolgerungen des Berichtes *keine* Änderungen erfahren würden.

### *Produktion und Landesverbrauch elektrischer Energie 1971/72*

	Gesamte Schweiz in GWh		
	Winter	Sommer	Hydr. Jahr
<i>1. Energiebeschaffung</i>			
Wasserkraftwerke . . . . .	11 031	14 334	25 365
Thermische Kraftwerke . . . . .	3 130	2 805	5 935
Landeseigene Erzeugung . . . . .	14 161	17 139	31 300
Einfuhr . . . . .	5 750	2 260	8 010
Erzeugung + Einfuhr . . . . .	19 911	19 399	39 310
<i>2. Energieverwendung</i>			
Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen . . . . .	15 480	14 248	29 728
Elektrokessel . . . . .	13	47	60
Speicherpumpen . . . . .	480	1 058	1 538
Gesamter Landesverbrauch . . . . .	15 973	15 353	31 326
Ausfuhr . . . . .	3 938	4 046	7 984
Landesverbrauch + Ausfuhr . . . . .	19 911	19 399	39 310

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1;  
Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telephon 01 / 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

**Redaktor:** Dr. E. Bucher

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

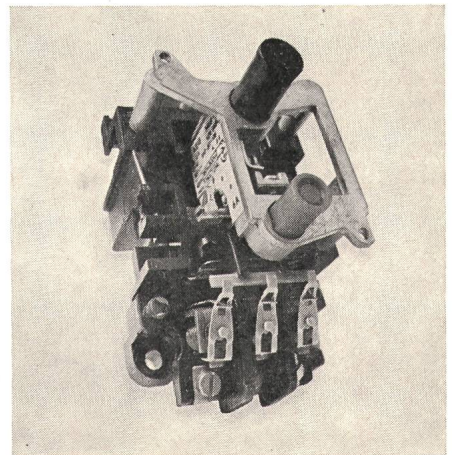


## Der Einsatzrichtige mit magnetischen Kurzschlussauslösern.

Der **AEG-Motorschutzschalter Mbs 6/10** hat einstellbare thermische Überstromauslöser und fest eingestellte magnetische Kurzschlussauslöser, bei einem Ansprechwert von etwa  $10 \times I_N$ . Einsatzrichtig ist die Handbetätigung durch Druckknöpfe, die zuverlässige Auslösung auch bei Gegenbetätigung, die mechanische Lebensdauer von über 100 000 Schaltspielen und die maximal zulässige Vorsicherung über 25 A trägt für alle Bereiche. AEG-Fachleute haben den **Motor-schutzschalter Mbs 6/10** funk-

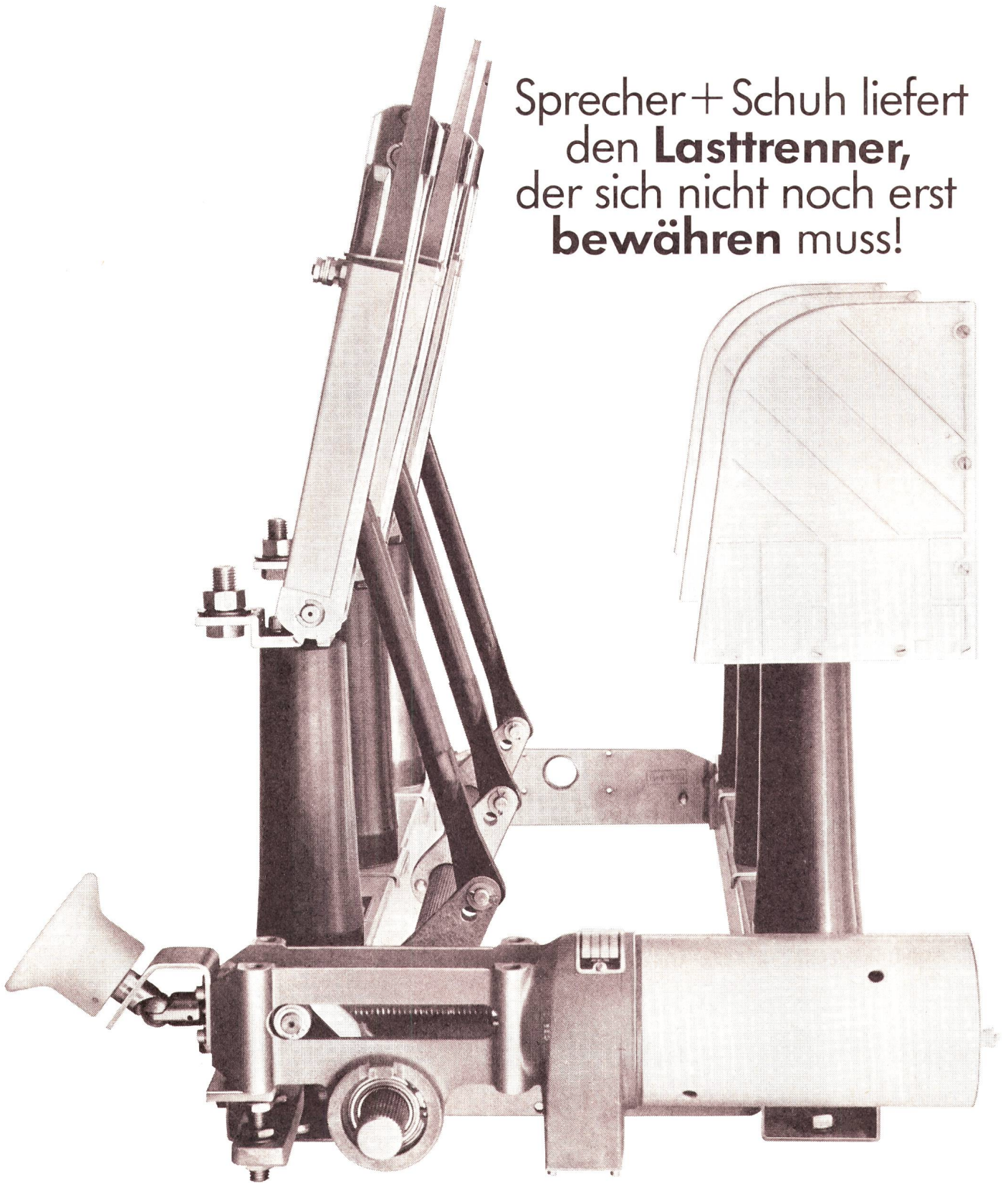
tionsgerecht gemacht. Mit einfachen Montage- und Anschlussmöglichkeiten, mit den Approbationen für die Schweiz, Deutschland, Dänemark, Norwegen, Finnland und Schweden. AEG ist für einsatzrichtige Lösungen zu vernünftigen Preisen. Fordern Sie unsere ausführliche Dokumentation an oder telefonieren Sie uns. Unser Spezialistenteam hilft Ihnen gerne weiter. Einsatzrichtig.

**Elektron AG**, Generalvertretung  
AEG-TELEFUNKEN,  
8027 Zürich, Telefon 01/25 59 10



**AEG**

Sprecher + Schuh liefert  
den **Lasttrenner**,  
der sich nicht noch erst  
**bewähren** muss!



Typ THGL 6–36 kV

- Sicherheitsabschaltvermögen  $\geq 1000$  A
- Einschaltstrom mit Schnelleinschaltvorrichtung 75 kA (SW)
- Druckluft- und Motorantrieb direkt am Trennerahmen oder separat frontseitig befestigt

**sprecher+**  
**schuh**

Sprecher + Schuh AG  
5001 Aarau/Schweiz  
Telefon 064 22 33 23