Energie-Erzeugung und Verteilung : die Seiten des VSE

Objekttyp: **Group**

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

Band (Jahr): **62 (1971)**

Heft 9

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie in der Schweiz im hydrographischen Jahr 1969/70

Mitgeteilt vom *Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft*, Bern

Der erste Abschnitt dieses Berichtes behandelt den gesamten Verbrauch der Schweiz an elektrischer Energie, der zweite befasst sich mit der Erzeugung und der dritte mit der voraussichtlichen Entwicklung in den nächsten Jahren. Der letzte Abschnitt gibt einen Überblick über die finanzielle Lage der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung. Die übliche Aufteilung der Energieerzeugung und -abgabe auf die Werke der Allgemeinversorgung und die Bahn- und Industriekraftwerke ist in zwei Tabellen wiedergegeben.

Le premier chapitre a trait à la consommation totale suisse d'énergie électrique, le second à la production, le troisième aux développements prévisibles pour les prochaines années. Le dernier chapitre donne un aperçu de la situation financière des entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers. La répartition usuelle entre production et fournitures des entreprises livrant à des tiers et production et fournitures des entreprises ferroviaires et industrielles fait l'objet de deux tableaux.

A. Verbrauch

1. Jährlicher und halbjährlicher Verbrauch

Der *Verbrauch elektrischer Energie* erreichte im hydrographischen Berichtsjahr, umfassend die Zeit vom 1. Oktober 1969 bis 30. September 1970, 27425 (Vorjahr 25768) GWh.[1]) In diesen Zahlen sind die Übertragungs- und Verteilungsverluste enthalten, jedoch nicht die *Produktionsüberschüsse, die in Elektrokesseln mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage verwertet wurden, ferner auch nicht der Verbrauch der Speicherpumpen.* Verglichen mit dem Vorjahr hat der so definierte Landesverbrauch um 1657 (1276) GWh oder 6,4 (5,2) % zugenommen; die Zunahme ist also noch grösser als im Vorjahr. Vom Jahresverbrauch entfielen 14088 (13233) GWh oder 51,4 (51,4) % auf das Winterhalbjahr und 13337 (12535) GWh oder 48,6 (48,6) % auf das Sommerhalbjahr. Gegenüber den entsprechenden Semestern des Vorjahres betrugen die Zunahmen im Winter 855 (614) GWh oder 6,5 (4,9) % und im Sommer 802 (662) GWh oder 6,4 (5,6) %.

Die Entwicklung des Verbrauches seit dem Jahre 1930/31 zeigt folgendes Bild:

Gesamter Verbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen

Hydrographisches Jahr	Jahresverbrauch GWh	Mittlere jährliche Zunahme in den vorangegangenen 5 Jahren GWh	%
1930/31	3 856	—	—
1935/36	4 063	41	1,1
1940/41	5 910	369	7,8
1945/46	8 014	421	6,3
1950/51	10 429	483	5,4
1955/56	13 720	658	5,6
1960/61	18 141	884	5,7
1965/66	22 691	910	4,6
		Zunahme im Vergleich zum Vorjahr	
1966/67	23 587	896	3,9
1967/68	24 492	905	3,8
1968/69	25 768	1276	5,2
1969/70	27 425	1657	6,4

In gleicher Weise gilt für die einzelnen Verbrauchergruppen:

Zunahme nach Verbrauchergruppen

Hydrographisches Jahr	Haushalt Gewerbe Landwirtschaft GWh	%	Industrie ohne Elektrokessel GWh	%	Bahnen GWh	%
	Mittlere jährliche Zunahme in den vorangegangenen 5 Jahren					
1935/36	29	2,5	—7	—0,5	12	2,1
1940/41	81	5,8	205	10,7	45	6,2
1945/46	267	12,6	70	2,6	10	1,2
1950/51	157	4,8	249	7,4	31	3,2
1955/56	367	8,2	197	4,3	36	3,2
1960/61	428	6,7	344	5,9	51	3,8
1965/66	472	5,5	324	4,3	38	2,4
	Zunahme im Vergleich zum Vorjahr					
1966/67	395	3,9	331	3,9	58	3,4
1967/68	592	5,6	304	3,4	58	3,3
1968/69	685	6,2	349	3,8	97	5,4
1969/70	793	6,7	616	6,5	96	5,0

Weil die Zunahme bei den einzelnen Verbrauchergruppen verschieden war, haben sich deren Anteile am gesamten Landesverbrauch im Laufe der Jahre ebenfalls verschoben, wie aus nachstehender Aufstellung ersichtlich wird:

Anteil am Landesverbrauch in Prozenten

Hydrographisches Jahr	Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Industrie ohne Elektrokessel	Bahnen
1930/31	34	48	18
1935/36	36	45	19
1940/41	32	51	17
1945/46	44	43	13
1950/51	42	46	12
1955/56	47	43	10
1960/61	48	43	9
1965/66	50	42	8
1969/70	51	41	8

Die an *Elektrokessel* mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage abgegebenen Produktionsüberschüsse erreichten im Winterhalbjahr nur 15 (15) GWh, im Sommerhalbjahr 104 (138) GWh und im ganzen Berichtsjahre 119 (123) GWh.

Der *Elektrizitätsverbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen,* und somit für eine spätere, weitere Erzeugung, hat im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 50 % zugenommen. Dies

[1]) 1 GWh = 1 Gigawattstunde = 1 Million kWh
1 TWh = 1 Terawattstunde = 1 Milliarde kWh

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz Tabelle I

Jahr	Energieerzeugung: Wasserkraftwerke	Energieerzeugung: Wärmekraftwerke	Energieerzeugung: Energieeinfuhr	Total Erzeugung u. Einfuhr	Verwendung der Energie im Inland: Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allg. Industrie [1]	Elektro-chemie, -metallurg. u.-thermie [2]	Elektrokessel	Verbrauch der Speicherpumpen	Verluste [3]	Total einschliesslich Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	Total einschliesslich Verluste mit Elektrokessel und Speicherpumpen	Energieausfuhr
	in GWh (Millionen kWh)				in GWh (Millionen kWh)									
Winter														
1930/31	2 555	15	8	2 578	597	297	377	429	54	15	315	2 015	2 084	494
1940/41	3 839	14	71	3 924	894	431	477	671	213	17	412	2 885	3 115	809
1950/51	5 161	45	333	5 539	1 994	544	908	908	172	26	693	5 047	5 245	294
1960/61	10 037	74	663	10 774	4 074	759	1 667	1 593	109	27	1 018	9 111	9 247	1 527
1964/65	10 094	303	2 751	13 148	5 259	853	2 236	1 813	18	30	1 135	11 296	11 344	1 804
1965/66	11 709	378	1 528	13 615	5 411	872	2 303	1 852	31	35	1 184	11 622	11 688	1 927
1966/67	12 400	677	1 261	14 338	5 580	894	2 428	1 892	34	43	1 242	12 036	12 113	2 225
1967/68	12 603	974	2 000	15 577	5 915	938	2 590	1 913	28	38	1 263	12 619	12 685	2 892
1968/69	12 658	1 170	2 581	16 409	6 242	963	2 766	1 921	15	48	1 341	13 233	13 296	3 113
1969/70	11 443	2 583	4 002	18 028	6 684	1 034	2 920	2 059	15	51	1 391	14 088	14 154	3 874
Sommer														
1931	2 471	8	—	2 479	501	281	368	409	101	19	282	1 841	1 961	518
1941	4 428	8	20	4 456	754	433	467	955	460	54	416	3 025	3 539	917
1951	7 030	11	73	7 114	1 776	528	889	1 456	852	75	733	5 382	6 309	805
1961	12 140	51	263	12 454	3 669	750	1 625	1 978	378	169	1 008	9 030	9 577	2 877
1965	13 921	144	662	14 727	4 616	818	2 087	2 210	138	469	1 130	10 861	11 468	3 259
1966	15 735	140	276	16 151	4 691	825	2 148	2 182	221	547	1 223	11 069	11 837	4 314
1967	17 330	146	271	17 747	4 917	861	2 323	2 173	232	542	1 277	11 551	12 325	5 422
1968	16 799	176	372	17 347	5 174	875	2 417	2 200	125	527	1 207	11 873	12 525	4 822
1969	15 487	351	1 544	17 382	5 532	947	2 623	2 159	123	516	1 274	12 535	13 174	4 208
1970	17 887	1 260	481	19 628	5 883	972	2 790	2 316	104	818	1 376	13 337	14 259	5 369
Jahr														
1930/31	5 026	23	8	5 057	1 098	578	745	838	155	34	597	3 856	4 045	1 012
1940/41	8 267	22	91	8 380	1 648	864	944	1 626	673	71	828	5 910	6 654	1 726
1950/51	12 191	56	406	12 653	3 770	1 072	1 797	2 364	1 024	101	1 426	10 429	11 554	1 099
1960/61	22 177	125	926	23 228	7 743	1 509	3 292	3 571	487	196	2 026	18 141	18 824	4 404
1964/65	24 015	447	3 413	27 875	9 875	1 671	4 323	4 023	156	499	2 265	22 157	22 812	5 063
1965/66	27 444	518	1 804	29 766	10 102	1 697	4 451	4 034	252	582	2 407	22 691	23 525	6 241
1966/67	29 730	823	1 532	32 085	10 497	1 755	4 751	4 065	266	585	2 519	23 587	24 438	7 647
1967/68	29 402	1 150	2 372	32 924	11 089	1 813	5 007	4 113	153	565	2 470	24 492	25 210	7 714
1968/69	28 145	1 521	4 125	33 791	11 774	1 910	5 389	4 080	138	564	2 615	25 768	26 470	7 321
1969/70	29 330	3 843	4 483	37 656	12 567	2 006	5 710	4 375	119	869	2 767	27 425	28 413	9 243

[1]) Industrielle Betriebe im Sinne des Arbeitsgesetzes mit mehr als 20 Arbeitern und mehr als 60 000 kWh Jahresverbrauch.
[2]) Betriebe der unter [1]) erwähnten Art mit mehr als 200 000 kWh Energieverbrauch pro Jahr für solche Anwendungen.
[3]) Die Verluste verstehen sich vom Kraftwerk bis zum Abnehmer bzw. bei Bahnen im allgemeinen bis zum Fahrdraht.

liegt hauptsächlich an der Inbetriebnahme neuer Pumpengruppen, aber auch an der stärkeren Benutzung bestehender Pumpenanlagen. Im Winterhalbjahr belief sich der Pumpenverbrauch auf 51 (48) GWh, im Sommerhalbjahr auf 818 (516) GWh und im ganzen Jahr auf 869 (564) GWh.

Der *gesamte Landesverbrauch,* d. h. einschliesslich Elektrokessel und Speicherpumpen, ist im hydrographischen Jahr 1969/70 auf 28413 (26470) GWh angestiegen. Davon entfallen 14154 (13296) GWh oder 49,8 (50,2) % auf das Winterhalbjahr und 14259 (13174) GWh oder 50,2 (49,8) % auf das Sommerhalbjahr.

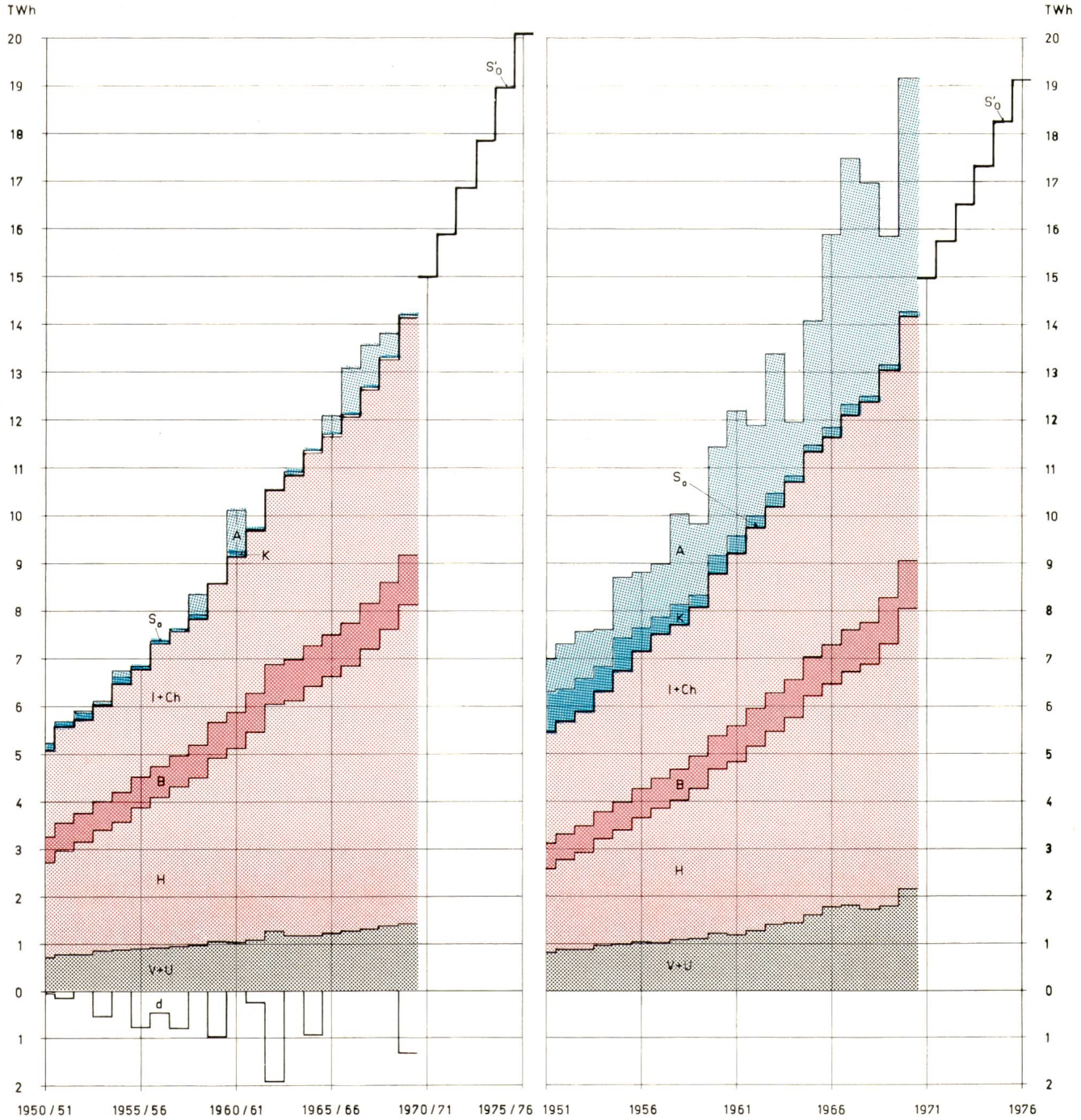
Der *Energieverkehr mit dem Ausland* war auch im Berichtsjahr weitgehend durch die hydrologischen Verhältnisse bestimmt. Im Winterhalbjahr, das sehr ungünstig war, ergab sich ein Einfuhrüberschuss von 128 GWh gegenüber einem Ausfuhrüberschuss von 532 GWh im Winter des Vorjahres. Die sehr guten Wasserverhältnisse liessen dagegen im Sommerhalbjahr den Ausfuhrüberschuss fast auf das Doppelte des Vorjahreswertes ansteigen. Für das ganze Jahr ergab sich ein Ausfuhrsaldo von 4760 (3196) GWh. Tabelle II vermittelt einen Überblick über die im hydrographischen Jahr 1969/70 aus- und eingeführten Energiemengen, geordnet nach Ländern und Jahreszeiten (Winter, Sommer).

Die Fig. 1 gibt eine Übersicht über die Entwicklung des Verbrauches elektrischer Energie seit 1950/51.

Um die langfristige Entwicklung bei den einzelnen Verbrauchergruppen unter Ausschaltung der Saisonschwankungen zu charakterisieren, ist in Fig. 2 für jede Gruppe eine Folge von Jahreswerten des Verbrauchs wiedergegeben. Diese sind unter sich jeweils nur um einen Monat verschieden, d. h. es handelt sich um eine Folge von 12 summierten, aufeinanderfolgenden Monatswerten, wovon jedesmal 11 Monatswerte in jeder Summe gleich sind wie in der vorangegangenen Summe und nur der zwölfte Monat neu hinzukommt. Um ein Bild von der relativen Zunahme, d. h. von der Geschwindigkeit des Verbrauchsanstiegs bei den einzelnen Verbrauchergruppen im

Aus- und Einfuhr elektrischer Energie im hydrographischen Jahr 1969/70 Tabelle II

Land	Winter: Ausfuhr	Winter: Einfuhr	Sommer: Ausfuhr	Sommer: Einfuhr	Jahr: Ausfuhr	Jahr: Einfuhr
	GWh		GWh		GWh	
Deutschland	1 331	1 946	3 178	185	4 509	2 131
Frankreich	499	1 982	978	249	1 477	2 231
Italien	1 820	27	1 141	31	2 961	58
Österreich	194	—	64	—	258	—
Diverse	30	47	8	16	38	63
Total	3 874	4 002	5 369	481	9 243	4 483



(1. Oktober...31. März) Fig. 1 (1. April...30. September)

Gesamte Verwendung elektrischer Energie

S_0	Landesverbrauch einschliesslich Verbrauch der Speicherpumpen, aber ohne Abgabe an Elektrokessel	$V + U$	Übertragungsverluste und Speicherpumpen
S'_0	Voraussichtlicher Energiebedarf unter Zugrundelegung der mittleren prozentualen Zunahme gemäss Abschnitt C, Ziffer 2	H	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft
d	Zur Bedarfsdeckung notwendig gewesener Einfuhrüberschuss	B	Bahnen
		$I + Ch$	Industrie (ohne Elektrokesselenergie)
		K	Elektrokessel
		A	Ausfuhrüberschuss

Laufe der Jahre zu erhalten, sind die Jahreswerte logarithmisch wiedergegeben. Da es sich um relative Zunahmen handelt, ist der Kurvenabstand ohne Bedeutung, und die Kurven sind im Diagramm derart eingetragen, dass Kreuzungen und optische Täuschungen vermieden werden. Auf der Ordinatenachse entsprechen die Bezugslinien Potenzen von 1,1, d. h. jeder Linienabstand bedeutet eine Zunahme von 10 %. Unterschiede von 20 %, 30 %, 40 %, 50 % und 100 % entsprechen jeweils 1,9, 2,75, 3,5, 4,25 und 7,25 Linienabständen. Die im Diagramm eingetragenen Werte sind mittlere prozentuale Jahresraten für die angegebenen Zeitspannen.

Der Verlauf der Kurve H zeigt, dass die Zunahme bei der Gruppe Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft am regelmässigsten ist. Die Kurve I der allgemeinen Industrie lässt Zeiten besonderen wirtschaftlichen Aufschwungs und Rezessionsperioden erkennen. Der Verbrauch für elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen,

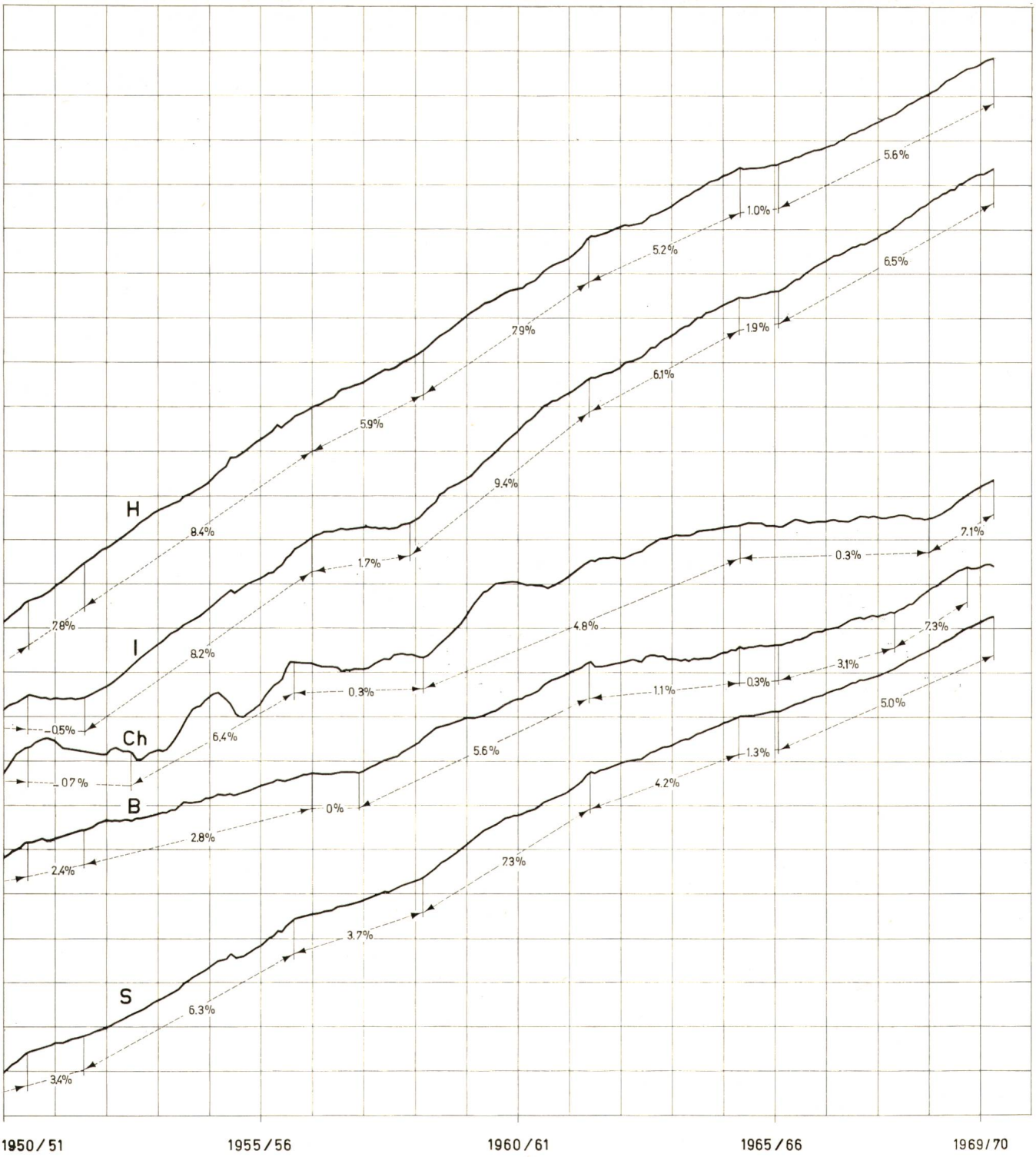


Fig. 2
Gleitende 12 Monats-Werte des Verbrauches
Ordinaten: Nullpunkte verschoben, logarithmische Werte
Bezugslinien: Potenzen von 1,1 oder Zunahme von 10 %
Zahlenangaben im Diagramm: mittlere jährliche Zuwachsraten im Zeitabschnitt

H Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft
B Bahnen
I Allgemeine Industrie
Ch Elektrochemie, Elektrometallurgie und Elektrothermie
S Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen

Kurve *Ch,* war bis 1960 stark vom Angebot an hydraulischer Energie abhängig. Die übrigen Faktoren der wirtschaftlichen Tätigkeit, wie Arbeitskräfte und Kapital, sind nun für die industrielle Produktion auch auf diesem Gebiet bestimmend geworden, und dem Energieangebot kommt nicht mehr — wie früher — entscheidende Bedeutung zu. Im Laufe des hydrographischen Jahres 1969/70 ist der Verbrauch für elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen stark angestiegen im Gegensatz zur Stagnation während mehrerer Vorjahre. Die Kurve *B,* Verbrauch von Bahnen und andern elektrisch betriebenen Transportmitteln, ist nur teilweise ein Spiegelbild der Entwicklung des Verkehrsvolumens; technische Verbesserungen, z. B. beschleunigtes Anfahren der Züge, wirken sich hier ebenfalls aus.

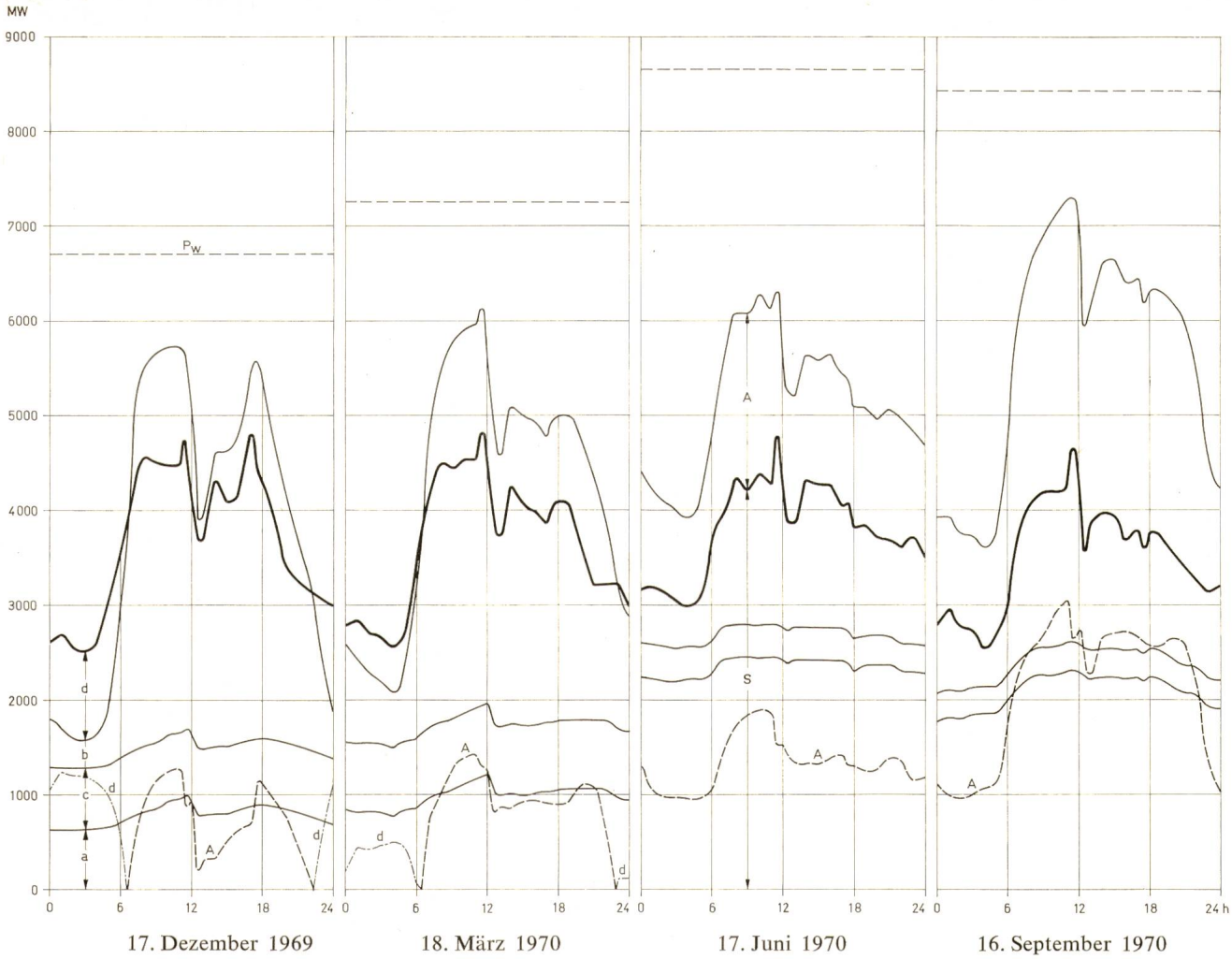


Fig. 3
Belastungsverlauf der Energieerzeugung und des Energieverbrauches an Mittwochen

a Erzeugung der Laufwerke *S* Landesverbrauch *c* Erzeugung der thermischen Werke
b Erzeugung der Speicherwerke *A* Ausfuhrüberschuss *d* Einfuhrüberschuss
P_W In den Wasserkraftwerken verfügbar gewesene Leistung

Der gesamte Landesverbrauch, ohne die Abgabe an Elektrokessel und Speicherpumpen, d. h. die Summe des Verbrauches aller vier vorstehend behandelten Verbrauchergruppen zusätzlich die Verluste, ist durch die Kurve *S* dargestellt, deren allgemeiner Verlauf recht regelmässiger ist.

2. Höchstlast

Nach den für jeden dritten Mittwoch des Monats erstellten Belastungsdiagrammen erreichte die *Höchslast des gesamten Landesverbrauches* inkl. Elektrokessel und Speicherpumpen im Wintersemester 1969/70 4830 (4370) MW[2]) im Monat März (Februar) und im Sommersemester 4780 (4350) MW im Monat Juni (August). Die *virtuelle Benützungsdauer* dieser Höchstlasten belief sich im Wintersemester auf 2930 (3040) Stunden und im Sommersemester auf 2980 (3030) Stunden.

Die *Höchstlast der gesamten Abgabe* (d. h. des Inlandverbrauches zuzüglich des Ausfuhrüberschusses) trat im September (Juli) auf; sie erreichte 7280 (5 970)MW.

Die *Höchstlast des Ausfuhrüberschusses* war mit 3040 (1880) MW im September (Juni), diejenige des Einfuhrüberschusses mit 1290 (1060) MW im November (Februar), und zwar letztere in der Nacht, zu verzeichnen.

[2]) 1 MW = 1 Megawatt = 1000 Kilowatt

3. Belastungsdiagramme

Von den Belastungsdiagrammen, die für jeden dritten Mittwoch des Monates erhoben werden, sind in der Fig.3 diejenigen für die Monate Dezember 1969, März, Juni und September 1970 wiedergegeben.

Jährliche Maximalleistungen

Hydrographisches Jahr	Landesverbrauch MW	Gesamte Abgabe MW
1951/52	2 050 (Juni)	2 330 (Juni)
1959/60	3 110 (September)	4 100 (September)
1960/61	3 210 (August)	4 100 (August)
1961/62	3 400 (September)	4 260 (Juni)
1962/63	3 590 (August)	4 910 (August)
1963/64	3 780 (März)	4 980 (Mai)
1964/65	3 940 (Mai)	5 620 (September)
1965/66	4 060 (September)	5 810 (Juli)
1966/67	4 090 (Februar)	5 960 (August)
1967/68	4 250 (Dezember)	6 300 (Juli)
1968/69	4 370 (Februar)	5 970 (Juli)
1969/70	4 830 (März)	7 280 (September)

Die virtuelle Benutzungsdauer der Höchstlast des Landesverbrauches, d. h. der Quotient aus der verbrauchten Energie und der Höchstlast, erreichte am dritten Mittwoch der Monate Dezember, März, Juni und September der letzten hydrographischen Jahre folgende Werte:

Virtuelle Benutzungsdauer der Höchstlast des Landesverbrauches am 3. Mittwoch

Hydrographisches Jahr	Dezember	März	Juni	September
		Stunden		
1959/60	18,6	17,4	19,0	18,8
1960/61	18,6	17,9	18,9	17,3
1961/62	19,3	18,2	19,0	18,5
1962/63	18,8	17,7	18,3	17,5
1963/64	19,0	17,6	17,8	17,9
1964/65	18,4	18,0	18,3	17,9
1965/66	18,7	18,9	19,0	17,6
1966/67	19,1	18,1	18,0	18,2
1967/68	19,0	18,6	18,8	18,2
1968/69	19,2	18,5	19,6	18,4
1969/70	18,5	18,2	19,1	18,4

Ebensowenig wie bei den halbjährlichen Maximalleistungen sind bei der Höchstlast am Mittwoch beteudende Änderungen in der Benutzungsdauer festzustellen. Die Beziehung zwischen dem Energieverbrauch und der Höchstlast weist nur zufällige Schwankungen auf und deutet auf keine stetige Entwicklung in einer bestimmten Richtung hin.

4. Monatlicher Energieverbrauch und Saisonschwankungen

Der monatliche Energieverbrauch ist aus Fig. 4 und Tabelle III sowie aus den Tabellen XII und XIII, wo auch die Erzeugung angegeben ist, ersichtlich. In Fig. 4 sind die Werte in Tagesdurchschnitten und monatlichen Durchschnittsleistungen wiedergegeben. Es geht daraus hervor, dass der Verbrauch jeder Gruppe mehr oder weniger starken Saisonschwankungen unterworfen ist. Tabelle III gibt einen Überblick über diese Schwankungen; sie enthält die Indizes des mittleren täglichen Verbrauches für jeden Monat im Vergleich zum täglichen Durchschnittsverbrauch, bezogen auf das ganze Jahr. In diesen Indizes sind der fortlaufende Zuwachs (Trend) wie auch die Zufallsschwankungen ausgeschaltet.

Bei der Gruppe Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft, bei den Bahnen und bei der allgemeinen Industrie haben die Indizes der jahreszeitlich bedingten Verbrauchsschwankungen gegenüber den entsprechenden Indizes zu Beginn der Fünfzigerjahre nur sehr wenig geändert. Eine starke Änderung dieser Indizes im Sinne eines Ausgleiches zwischen Winter- und Sommerverbrauch ist dagegen bei der Gruppe elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen zu verzeichnen. Für diese Verbrauchergruppe war gemäss den Indizes der Verbrauch im Winterhalbjahr zu Beginn der Fünfzigerjahre über 30 % geringer als im Sommerhalbjahr. Für die der Tabelle III zugrunde gelegte Berechnungsperiode beträgt der Unterschied weniger als 15 %. Aus der Tabelle I geht hervor, dass der Unterschied zwischen dem Verbrauch im Sommer und dem Verbrauch im Winter im abgelaufenen hydrographischen Jahr auf 11 % zurückging, wobei allerdings die Auswirkung der laufenden Verbrauchssteigerung von Halbjahr zu Halbjahr nicht eliminiert ist. Der Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen, zu Beginn der Fünfzigerjahre im Sommer beinahe gleich hoch wie im Winter, ist nun im Winter für die nebenstehend aufgeführten Indexjahre im Mittel um 7,5 % höher als im Sommer. Der Unterschied erreicht sogar etwa 9 % für das letzte hydrographische Jahr, wenn man die laufende Verbrauchssteigerung aus der Rechnung ausklammert.

Grund dafür ist die Zunahme des Anteils der Gruppe Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft am Gesamtverbrauch, der, wie in Kapitel 1 erwähnt, zwischen den Jahren 1950/51 und 1969/70 von 42 auf 51 % zugenommen hat. Mit ein Grund ist auch die relative Verbrauchszunahme im Winter bei der Gruppe elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen.

Indizes der saisonbedingten Schwankungen des Verbrauches, ermittelt auf Grund des Verbrauches im Zeitraum 1963/64 bis 1969/70

Tabelle III

	Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allgemeine Industrie	Elektro-chemie, -metallurgie u. -thermie	Landesverbrauch[1]
Oktober	100,3	97,2	104,9	102,5	100,9
November	107,2	99,9	108,3	98,5	104,8
Dezember	111,4	108,4	101,9	90,5	105,0
Januar	112,4	106,0	102,9	85,7	104,6
Februar	110,7	106,3	107,2	88,6	105,4
März	105,6	102,4	102,2	91,2	101,4
April	97,8	97,0	99,9	101,6	98,2
Mai	92,0	91,6	94,0	106,2	95,2
Juni	91,2	97,3	99,1	111,3	98,0
Juli	86,9	99,5	90,3	108,8	93,8
August	89,5	96,7	89,6	106,6	94,0
September	95,3	98,9	100,7	110,2	99,4
Winter	107,9	103,3	104,5	92,7	103,6
Sommer	92,1	96,7	95,5	107,3	96,4
Jahr	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

[1]) ohne Elektrokessel und Speicherpumpen, aber einschliesslich Verluste.

Die blauen Flächen der monatlichen Verbraucherdiagramme in Fig. 4 veranschaulichen die Energieüberschüsse, welche z. T. in den Elektrokesseln verbraucht (dunkelblaue Flächen), z. T. exportiert wurden (hellblaue Fläche). Unter der Abszissenachse sind die Einfuhrüberschüsse aufgetragen.

Die Punkte *Ps* in Fig. 4 geben die am dritten Mittwoch jedes Monats aufgetretene Höchstlast des gesamten Landesverbrauches (einschliesslich Elektrokessel), die Punkte *Pt* die monatliche Höchstlast der gesamten Energieabgabe einschliesslich Ausfuhrüberschuss wieder. Die tatsächlichen Höchstleistungen können etwas höher liegen, da pro Monat nur an einem Tag eine Belastungskurve erstellt wird.

5. Energieverbrauch am Mittwoch, Samstag und Sonntag

Der Energieverbrauch an den Samstagen und Sonntagen wird nur für einen Samstag und Sonntag im Monat ermittelt. Errechnet man Halbjahresdurchschnitte, so ergeben sich für das Verhältnis zwischen dem Verbrauch an den Mittwochen und jenem an den Samstagen und Sonntagen folgende Werte:

Hydrographisches Halbjahr	Landesverbrauch in GWh			Landesverbrauch in Prozenten des Mittwochverbrauches		
Winter	Mi	Sa	So	Mi	Sa	So
1959/60	51,5	44,7	34,9	100	87	68
1960/61	54,6	46,5	36,4	100	85	67
1961/62	58,4	50,2	38,9	100	86	67
1962/63	62,0	54,5	43,8	100	88	71
1963/64	65,6	55,9	43,8	100	85	67
1964/65	67,5	57,4	45,1	100	85	67
1965/66	71,2	58,8	46,4	100	83	65
1966/67	75,6	60,3	47,9	100	80	63
1967/68	75,6	62,4	49,2	100	83	65
1968/69	79,5	66,6	52,6	100	84	66
1969/70	86,2	71,4	56,9	100	83	66
Sommer						
1960	55,1	48,0	37,9	100	87	69
1961	56,8	49,2	38,6	100	87	68
1962	58,5	51,0	40,5	100	87	69
1963	62,4	53,0	42,8	100	85	69
1964	64,5	54,7	44,0	100	85	68
1965	68,6	58,3	47,9	100	85	70
1966	70,5	59,7	48,3	100	85	69
1967	72,8	62,7	50,3	100	86	69
1968	73,7	62,0	50,4	100	84	68
1969	79,1	66,0	53.2	100	83	67
1970	85,4	69,9	57,7	100	82	68

Diese Zahlen beziehen sich auf den gesamten Landesverbrauch einschliesslich Abgabe an Elektrokessel und Verbrauch der Speicherpumpen.

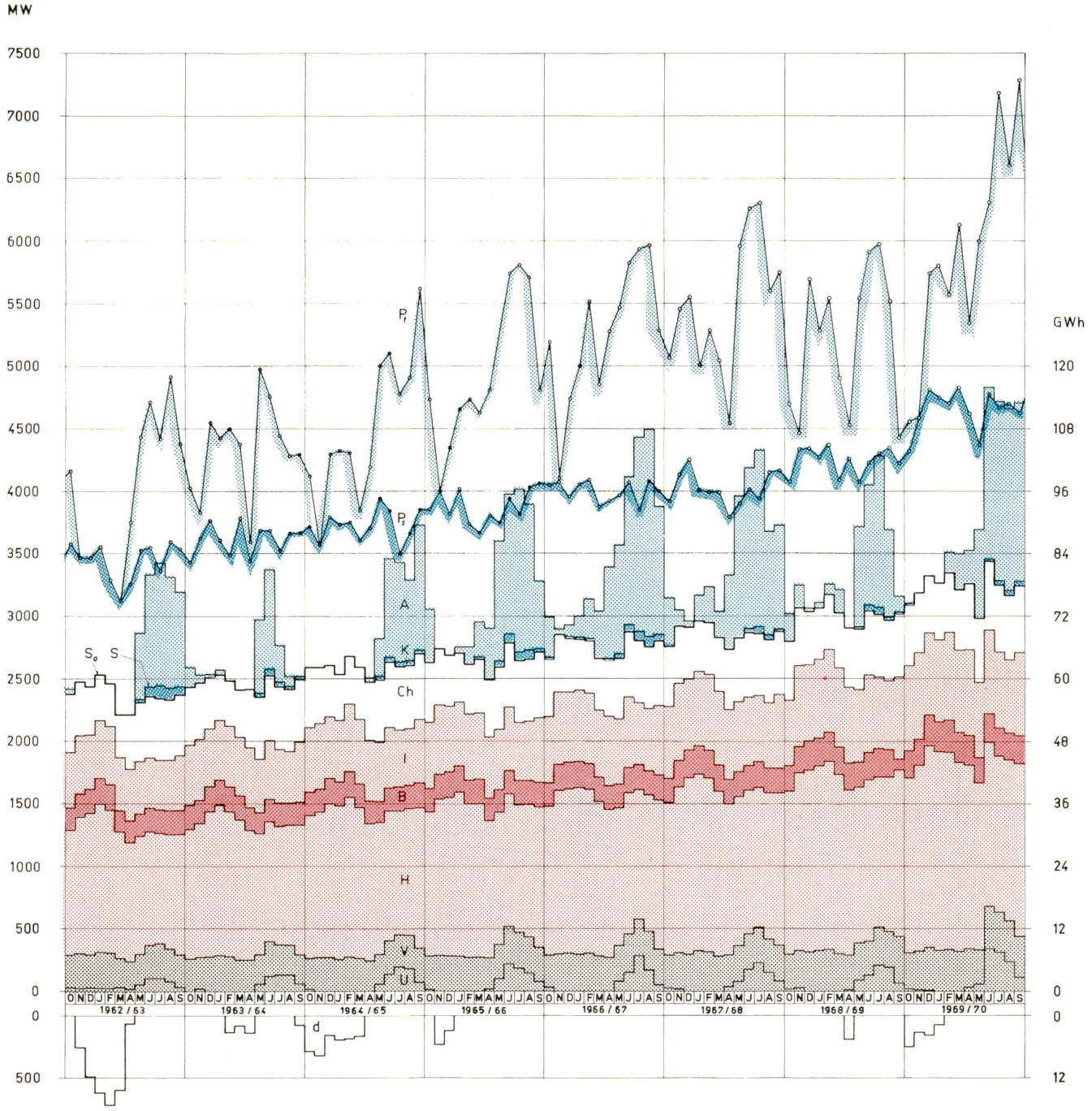


Fig. 4
Monatlicher Energieverbrauch und monatliche Höchstleistung
Energieverbrauch:
(Linksseitiger Maßstab: Durchschnittliche Leistung; rechtsseitiger Maßstab: Durchschnittliche tägliche Energiemenge)

U Speicherpumpen
V Verluste
H Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft
B Bahnen
I Allgemeine Industrie
Ch Elektrochemie, Elektrometallurgie und Elektrothermie
S_0 Landesverbrauch ohne Elektrokessel
K Elektrokessel
S Landesverbrauch mit Elektrokessel
A Ausfuhrüberschuss

Die von der Nullinie nach unten aufgetragenen Ordinaten *d* entsprechen dem neben der Erzeugung der Wasserkraftwerke und der thermischen Werke zur Bedarfsdeckung notwendig gewesenen Einfuhrüberschuss.

Höchstleistung:
P_s Höchstleistung des gesamten Landesverbrauches (einschliesslich Elektrokessel)
P_t Höchstleistung des gesamten Landesverbrauches + Ausfuhrüberschuss

B. Erzeugung

1. Hydrologische Verhältnisse

Die zur Elektrizitätsproduktion verwendeten natürlichen Zuflüsse, ausgedrückt in erzeugbarer Energie, werden zu 24 % im Winterhalbjahr und zu 76 % im Sommerhalbjahr gefasst. Dank den zahlreichen Speicherbecken kann dieses Verhältnis für die tatsächliche Erzeugung im Durchschnitt auf 44 % im Wintersemester und 56 % im Sommersemester verschoben werden.

Indizes der Erzeugungsmöglichkeit

Tabelle IV

Hydrographisches Jahr	Winter	Sommer	Jahr
1950/51	0,97	1,12	1,08
1951/52	1,06	1,03	1,04
1952/53	1,12	1,0	1,03
1953/54	0,99	0,97	0,98
1954/55	1,11	0,97	1,01
1955/56	0,82	1,01	0,96
1956/57	0,97	0,92	0,93
1957/58	0,90	1,06	1,02
1958/59	1,17	0,90	0,97
1959/60	0,86	1,04	0,99
1960/61	1,29	0,99	1,06
1961/62	1,0	0,95	0,96
1962/63	0,69	1,04	0,95
1963/64	0,97	0,89	0,91
1964/65	0,87	0,99	0,96
1965/66	1,13	1,01	1,04
1966/67	1,15	1,05	1,07
1967/68	1,03	1,03	1,03
1968/69	1,04	0,96	0,98
1969/70	0,86	1,07	1,02

Die mittleren natürlichen Zuflüsse zu den bestehenden Produktionsanlagen sind für den im hydrographischen Jahr 1969/70 vorhanden gewesenen Produktionsapparat auf Grund der in den letzten 20 Jahren aufgetretenen Zuflüsse ermittelt worden. Für die Werke, die nach dem 1. Oktober 1950 in Betrieb kamen, wurde die Erzeugungsmöglichkeit bis zur Betriebsaufnahme für jedes einzelne Werk gestützt auf die Abflussmenge vergleichbarer Wasserläufe oder die Erzeugbarkeit von Werken mit analogen Betriebsbedingungen ermittelt. Der *Energieverbrauch für den Antrieb der Speicherpumpen ist abgezogen worden.*

Die Tabelle IV gibt die aus diesen Berechnungen hervorgehenden Indizes der halbjährlichen und jährlichen *Erzeugungsmöglichkeit* auf Grund der natürlichen Zuflüsse in den Jahren 1950/51 bis 1969/70 und auf Grund der im Jahre 1969/70 vorhanden gewesenen Anlagen wieder. In der Tabelle V sind die monatlichen Indizes für das Jahr 1969/70 nicht nur für die ganze Schweiz, sondern auch für jede in hydrologischer Beziehung charakteristische Region angegeben.

Die Wasserverhältnisse waren in den Wintermonaten, vor allem infolge der geringen Niederschlagsmengen im Tessin und in Graubünden, sehr schlecht. Eine Ausnahme machte der Monat Februar im Wallis und mehr noch auf der Alpennordseite, im Mittelland und im Jura. Von diesen beiden letzten Regionen abgesehen, blieb die Erzeugungsmöglichkeit der Wasserkraftwerke bis Ende Mai weit unter dem langjährigen Mittelwert. Vom Monat Juni an dagegen sind sehr reichliche Zuflüsse aufgetreten. Der Index der Erzeugungsmöglichkeit für die vier letzten Monate des hydrographischen Jahres beläuft sich im Mittel auf 113 %. Für die sechs Monate des Winterhalbjahres erreichte die Erzeugungsmöglichkeit, berechnet in Prozenten eines durchschnittlichen Winterhalbjahres, nur 86 %, für die sechs Monate des Sommerhalbjahres dagegen 107 % eines mittleren Sommerhalbjahres.

Die natürlichen Zuflüsse der letzten drei Jahre und ihre Aufteilung in «Laufenergie» und in «Speicherenergie» sind Gegenstand der Fig. 5. Unter «Laufenergie» verstehen wir hier jenen Teil der natürlichen Zuflüsse, der nicht durch ein Saisonspeicherbecken reguliert werden kann. Grundsätzlich handelt es sich um die in Laufwerken erzeugte Energie und um die unterhalb der Speicherbecken gefassten Zuflüsse, die in den unteren Stufen der Speicherwerke verarbeitet werden. Die «Speicherenergie» ist jener Teil der natürlichen Zuflüsse zu den Speicherwerken, der durch das Saisonspeicherbecken reguliert werden kann.

Die gestrichelten Linien geben die langjährigen Mittelwerte wieder. Das Diagramm zeigt deutlich die verminderte Erzeugungsmöglichkeit bis Ende Mai und die Erzeugungsüberschüsse der vier letzten Monate. Die Linie *W* gibt die tatsächliche Erzeugung an und die zwischen ihr und den natürlichen

Indizes der Erzeugungsmöglichkeit und tatsächliche Erzeugungsmöglichkeit des hydrographischen Jahres 1969/70

Tabelle V

	Wallis	Graubünden	Tessin	Alpennordseite	Mittelland	Jura	Gesamte Schweiz
	Indizes der Erzeugungsmöglichkeit						
Oktober	0,98	0,56	0,46	0,73	0,71	0,31	0,70
November	0,93	0,84	0,66	0,77	0,83	0,80	0,81
Dezember	0,88	0,84	0,68	0,73	0,83	0,65	0,81
Januar	1,06	0,91	0,98	0,84	0,84	1,10	0,91
Februar	1,01	0,97	0,90	1,16	1,34	1,69	1,21
März	0,79	0,81	0,75	0,67	1,09	0,81	0,92
April	0,73	0,82	0,92	0,78	1,13	1,35	0,94
Mai	0,69	0,77	0,69	0,82	1,12	1,87	0,84
Juni	1,20	1,26	1,11	1,20	1,10	1,49	1,19
Juli	1,15	1,0	1,02	1,11	1,08	1,41	1,09
August	1,15	1,08	0,93	1,11	1,10	1,02	1,10
September	1,25	1,08	1,11	1,09	1,0	0,87	1,12
Winter	0,95	0,76	0,67	0,79	0,94	0,91	0,86
Sommer	1,11	1,04	0,98	1,06	1,09	1,38	1,07
Jahr	1,08	0,99	0,91	1,01	1,03	1,13	1,02
	Erzeugungsmöglichkeit in GWh						
Winter	1213	862	566	718	2574	194	6 127
Sommer	6915	5033	2683	4492	4230	265	23 618
Jahr	8128	5895	3249	5210	6804	459	29 745

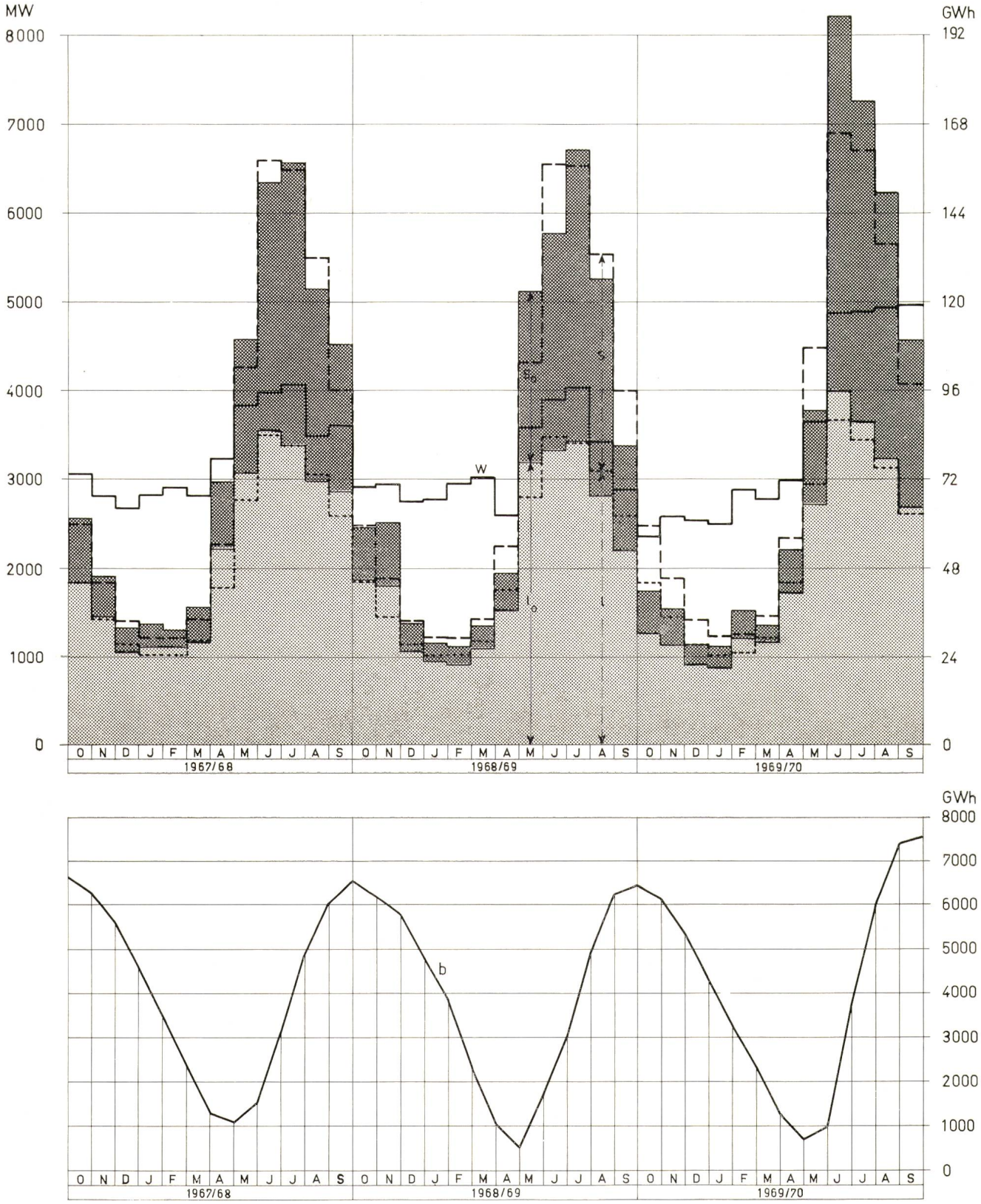


Fig. 5
Natürliche Zuflüsse
(Die Pumpenenergie ist abgezogen worden)

(Oberes Diagramm: linksseitiger Maßstab: Durchschnittliche Leistung; rechtsseitiger Maßstab: Durchschnittliche tägliche Energiemenge)

s_0 tatsächliche, speicherbare Zuflüsse
s Durchschnittswert der speicherbaren Zuflüsse
l_0 tatsächliche Laufenergie
l Durchschnittswert der Laufenergie
W tatsächliche Wasserkraftwerkproduktion nach Abzug der Pumpenenergie
b Verlauf des Speicherinhaltes

Zuflüssen gebildete Fläche zeigt die im Winter durch Entnahme aus den Speichern erzeugte Energie und die Speicherung von natürlichen Zuflüssen im Sommer in den Becken. Die monatlichen Schwankungen des Inhaltes der Speicherbecken sind im unteren Teil der Fig. 5 wiedergegeben. Man sieht, dass die Füllung der Becken praktisch in drei Monaten erfolgte, und zwar von Juni bis August.

Die Indizes der Erzeugungsmöglichkeit beziehen sich auf die natürlichen, nicht regulierten Zuflüsse. Um «*Indizes der möglichen Erzeugung*» zu ermitteln, die dem regulierenden Einfluss der Saisonspeicherbecken Rechnung tragen, muss eine bestimmte Annahme betreffend Entleerung und Auffüllung der Speicherbecken getroffen werden. Rechnet man in beiden Fällen mit 80 % des Speichervermögens, so erreicht der «Index der möglichen Erzeugung» für das Winterhalbjahr 1969/70 92 (Vorjahr 102) % und für das Sommerhalbjahr 1970 110 (95) %.

2. Jährliche und halbjährliche Erzeugung

Die *tatsächliche Erzeugung der Wasserkraftwerke* stand, verglichen mit dem Vorjahr, ganz im Zeichen gegensätzlicher Wasserverhältnisse. Im Winterhalbjahr war die Erzeugung um 1215 GWh geringer als im Winter des Vorjahres und im Sommerhalbjahr um 2400 GWh höher als im Sommer des Vorjahres. Insgesamt haben die Wasserkraftwerke 11443 (12658) GWh im Winterhalbjahr, 17887 (15487) GWh im Sommerhalbjahr und 29330 (28145) GWh im hydrographischen Jahr erzeugt.

Die an einem dritten Mittwoch registrierte maximale Leistung der Wasserkraftwerke erreichte im Winterhalbjahr 5370 (5330) MW und im Sommerhalbjahr 6980 (5930) MW. Aus der Division der in den Halbjahren erzeugten Energiemengen durch diese maximalen Leistungen ergibt sich eine virtuelle Benutzungsdauer dieser Leistungen von 2130 (2370) Stunden im Winter und 2560 (2610) Stunden im Sommer. Die Benutzungsdauer der im Jahre aufgetretenen Höchstleistung erreichte 4200 (4750) Stunden. Zur Zeit der Winterspitze stand darüber hinaus noch eine Leistungsreserve von ca. 1900 MW zur Verfügung, zur Zeit der Sommerspitze eine solche von ca. 1400 MW. Die virtuelle Benutzungsdauer der gesamten zur Zeit der Halbjahresspitze verfügbaren Leistung erreichte also im Jahre 1969/70 nur etwa 1600 Stunden im Winter und ca. 2100 Stunden im Sommer. Für das ganze Jahr waren es ungefähr 3500 Stunden.

Die *Erzeugung der konventionell-thermischen Kraftwerke und der Kernkraftwerke* ist sehr stark angestiegen als Folge eines fast ununterbrochenen Betriebes des Atomkraftwerkes Beznau I. Die Erzeugung dieser Kraftwerke erreichte im Winterhalbjahr 2583 (1170) GWh und im Sommerhalbjahr 1260 (351) GWh, insgesamt 3843 (1521) GWh im hydrographischen Jahr, was einen Anteil an der gesamten Landeserzeugung von 11,6 % ausmacht.

Die an einem dritten Mittwoch des Monats verzeichnete Höchstleistung der konventionell-thermischen und nuklearen Erzeugung belief sich auf 750 MW während des Winterhalbjahres und auf 570 MW im Sommerhalbjahr. Die virtuelle Benutzungsdauer dieser Höchstleistungen beträgt 3440 Stunden im Winterhalbjahr und 2210 Stunden im Sommerhalbjahr. Für das ganze Jahr sind es 5120 Stunden gegenüber 4000 Stunden im Vorjahr. Rechnet man mit der gesamten installierten konventionell-thermischen und nuklearen Leistung, statt mit der wirklich erreichten Höchstleistung, so fällt diese Benutzungsdauer für das Jahr 1969/70 auf 4220 Stunden. Der Unterschied ist vor allem den thermischen Reservegruppen zuzuschreiben, die nur selten in Betrieb stehen.

3. Monatliche Erzeugung

Fig. 6 gibt für jeden Monat der drei letzten Jahre den Anteil der verschiedenen Produktionskategorien an der gesamten Produktion. Die Werte sind in Durchschnittsleistungen und Tagesmitteln angegeben.

Die höchste monatliche Erzeugung der Wasserkraftwerke trat im Monat Juni (Juli) mit einem Tagesmittel von 109,2 (101,8) GWh und die niedrigste im Oktober (Dezember) mit einem Tagesmittel von 57,3 (66,1) GWh auf. Im Januar deckten die natürlichen Zuflüsse 43 % der mittleren Tageserzeugung, die übrigen 57 % wurden den Speicherbecken entnommen.

In Fig. 6 ist die «Laufenergie», d. h. der aus natürlichen, nicht durch Saisonspeicherbecken regulierten Zuflüssen erzeugte Anteil, ersichtlich. Im Monat Juni 1970 betrug dieser Anteil 86 % der gesamten Wasserkrafterzeugung des Monates.

Die grösste monatliche Erzeugung der thermischen Kraftwerke trat mit einem Tagesmittel von 17,0 (8,0) GWh im März (Januar) auf.

Fig. 6 zeigt überdies die Höchstlast der gesamten Abgabe am dritten Mittwoch des Monats (Punkte *Pt*), die gesamte verfügbar gewesene Leistung (Punkte *Po*) sowie die in den Wasserkraftwerken verfügbar gewesene Leistung (Punkte *Pw*).

4. Speicherhaushalt

Die monatlichen Veränderungen des Energieinhaltes der Speicherbecken sind in der Fig. 5 durch eine Kurve, welche den gesamten Speicherinhalt am Ende jedes Monats zeigt, wiedergegeben. Tabelle VI gibt Auskunft über die Entnahmen seit dem 1. Oktober. Die monatlichen Werte berücksichtigen nicht eine allfällige teilweise Wiederauffüllung des einen oder andern Speicherbeckens durch Zuflüsse im Winterhalbjahr und deren spätere Entnahme. Die totale Entnahme in Tabelle VI ent-

Entnahme von Saison-Speicherwasser

Tabelle VI

	Hydrographisches Jahr					
	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70
	GWh					
Speichervermögen [1])	5970	6200	6720	6950	7260	7590
Speicherinhalt [1]) .	5490	6087	6406	6663	6560	6649
	Entnahme von Saison-Speicherwasser					
Oktober	299	405	231	391	382	508
November	494	621	626	688	436	814
Dezember	859	642	811	1004	938	1034
Januar	930	961	1016	1091	1226	1056
Februar	979	735	1089	1150	1236	934
März	907	1033	862	1101	1281	1036
April	530	532	908	451	686	727
Mai	54	46	109	129	8	119
Total Entnahme . .	5052	4975	5652	6005	6243	6228
	Entnahme in % des Speichervermögens					
1. Okt. bis 31. März .	75	71	69	78	76	71
1. Okt. bis 31. Mai .	85	80	84	86	86	82

[1]) Am 1. Oktober.

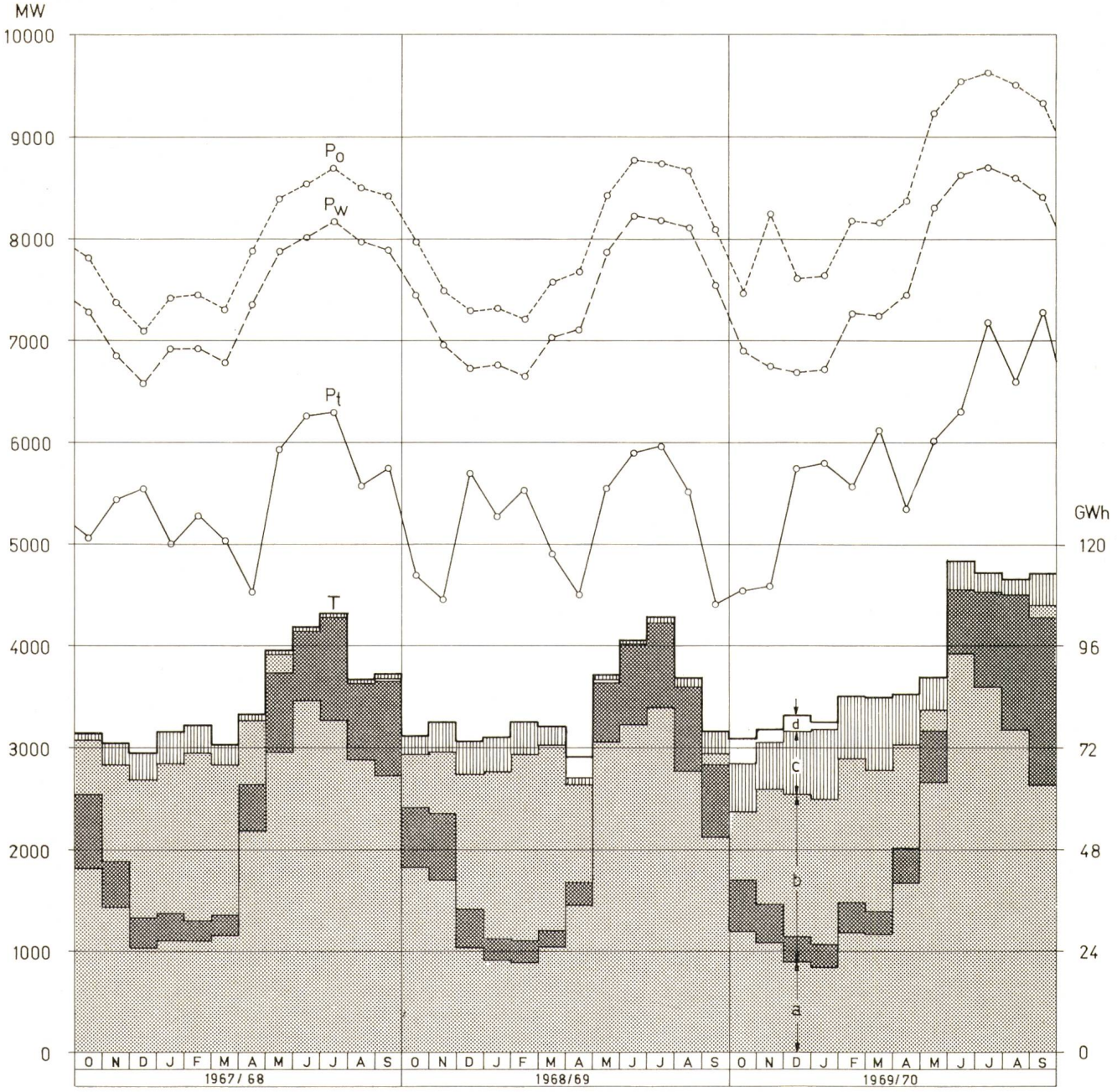


Fig. 6

Monatliche Energieerzeugung und monatliche Höchstleistung

Energieerzeugung:

(Linksseitiger Maßstab: Durchschnittliche Leistung; rechtsseitiger Massstab: Durchschnittliche tägliche Energiemenge)

a Erzeugung aus Laufenergie
b Erzeugung aus speicherbaren Zuflüssen, wovon heller Teil Entnahme von Saison-Speicherwasser
c Thermische Erzeugung
d Einfuhrüberschuss
T Gesamte Abgabe

Höchstleistung:

P_t Höchstlast des gesamten Landesverbrauches + Ausfuhrüberschuss
P_W In den Wasserkraftwerken verfügbar gewesene Leistung
P_0 Gesamte verfügbar gewesene Leistung (24stündige Laufwerkleistung + 95 % der Ausbauleistung der Speicherwerke + installierte Leistung der thermischen Kraftwerke + Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstlast)

spricht der Differenz zwischen dem Speicherinhalt am 1. Oktober und der Summe der seit diesem Datum erreichten Minimalinhalte jedes einzelnen Speicherbeckens. Grössere Abweichungen gegenüber den Werten, die sich aus dem Unterschied zwischen dem gesamten Inhalt am Anfang und am Ende eines Monates ergeben, sind besonders für die Monate April und Mai zu verzeichnen.

Im Mittel der letzten 6 Jahre betrug die Entnahme von Saisonspeicherwasser während des Wintersemesters 73 % des Speichervemögens.

C. Vorausschau auf die Entwicklung

1. Ausbau der Produktionsanlagen

Das Ergebnis der Ende 1970 bei den Bauherren durchgeführten Erhebungen über ihre Bauprogramme ist in Tabelle VII wiedergegeben. Vom 1. Oktober 1969 bis 30. September 1970 wurden folgende Wasserkraftanlagen oder Werkerweiterungen mit mehr als 10 GWh jährlicher Erzeugungsmöglichkeit in Betrieb genommen:

Campocologno I, Neubau (Kraftwerke Brusio AG), im Dezember 1969

Produktionsmöglichkeit der sich im Betrieb und im Bau befindlichen schweizerischen Kraftwerke Tabelle VII

	Wasserkraftwerke					Thermische und Atomkraftwerke				Gesamte Produktionsmöglichkeit im mittleren Jahr		
	Ausbauleistung (am 31. Dez.)	Speichervermögen (am 1. Okt.)	Mittlere Produktionsmöglichkeit [1]			Installierte Leistung (am 31. Dez.)	Produktionsmöglichkeit [4]					
			Winter	Sommer	Jahr		Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
	MW	GWh	GWh			MW	GWh			GWh		
Stand 1969/70	8 970	7 590	13 250	16 420	29 670	910	2 700	1 820	4 520	15 950	18 240	34 190
Zunahme												
1970/71	650	320	570	510	1 080	—	400	50	450	970	560	1 530
1971/72	80	—	10	20	30	650	1 800	1 900	3 700	1 810	1 920	3 730
1972/73	150	160	140	70	210	—	800	—	800	940	70	1 010
1973/74	180	160	150	30	180	—	—	—	—	150	30	180
1974/75	20	10	10	40	50	—	—	—	—	10	40	50
1975/76	20	—	30	30	60	—	—	—	—	30	30	60
1976/77	90	10	20	80	100					20	80	100
Stand 1976/77	10 160[2]	8 250	14 180	17 200	31 380	1 560	5 700	3 770	9 470	19 880	20 970	40 850
Zunahme gegenüber 1969/70	1 190[3]	660	930	780	1 710	650	3 000	1 950	4 950	3 930	2 730	6 660
do. in Prozent	13 %	9 %	7 %	5 %	6 %	71 %	111 %	107 %	110 %	12 %	15 %	16 %

[1]) Unter Annahme, dass die Speicherentnahme im Winter 80 % des Speichervermögens vom 1. Oktober beträgt.
[2]) Wovon 7280 MW Speicherwerk- und 2880 MW Laufwerkleistung.
[3]) Wovon 1050 MW Speicherwerk- und 140 MW Laufwerkleistung.
[4]) Vor Ende 1963 bestehende thermische Kraftwerke: Grösste registrierte Halbjahrserzeugung. Neue thermische und Atomkraftwerke: 4000 Stunden Benutzungsdauer im Winter; thermische Kraftwerke 2000 Stunden, Atomkraftwerke 3000 Stunden Benutzungsdauer im Sommer.

Bannwil, Neubau (Bernische Kraftwerke AG), im Februar 1970
Veytaux-Chillon (Forces Motrices Hongrin-Léman S.A.), im Februar 1970
Livigno-Ova Spin und S-chanf-Pradella, mit Speicherbecken Livigno (Engadiner Kraftwerke AG), im Mai 1970
Rhone-Chippis, Umbau (Rhonewerke AG), im Mai 1970
Morobbia, Neubau (Azienda Elettrica Communale, Bellinzona), im Juni 1970
Tiefencastel-Ost (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich), im Juli 1970

Im Bau oder in Erweiterung befanden sich am 1. Oktober 1970 die nachfolgend genannten Wasserkraftwerke mit mehr als 10 GWh jährlicher Erzeugungsmöglichkeit:

Bremgarten-Zufikon (Aargauisches Elektrizitätswerk)
Châtelard und La Bâtiaz, mit Speicherbecken Emosson (Electricité d'Emosson S.A.)
Glattalp (Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz AG), Inbetriebsetzung im November 1970
Längtal (Gommerwerke AG)
Lessoc (Freiburger Elektrizitätswerke)
Löntschwerk, Erneuerung (Nordostschweiz. Kraftwerke AG)
Montbovon, Umbau (Freiburger Elektrizitätswerke)
Rathausen, Umbau (Centralschweiz. Kraftwerke AG)
Sarganserland (Kraftwerke Sarganserland AG)
Tinzen, Nandrò-Zuleitung (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich)

Ferner waren folgende Kernkraftwerke im Bau:

Beznau II, 350 MW (Nordostschweiz. Kraftwerke AG)
Mühleberg, 306 MW (Bernische Kraftwerke AG)

Am Ende des kommenden hydrographischen Jahres, also nach dem 30. September 1971, wird, gemessen an der Erzeugungsmöglichkeit, mehr als die Hälfte der im Bau befindlichen Wasserkraftwerke in Betrieb stehen. Die Fertigstellung der andern Hälfte wird gegen Ende des laufenden Jahrzehnts abgeschlossen sein. Der Bau der Anlagen im Längtal und im Sarganserland wird erst nach 1977 beendet sein. Die gesamte mittlere Erzeugungsmöglichkeit aller schweizerischen Wasserkraftwerke wird dannzumal ungefähr 31 600 GWh erreichen, wenn man von der aus dem Umwälzbetrieb resultierenden Erzeugungsmöglichkeit absieht. Es ist wahrscheinlich, dass der Bau weiterer Kernkraftwerke bis zu diesem Zeitpunkt beschlossen sein wird, oder dass neue Werke dannzumal bereits für den Betrieb verfügbar sein werden. Beznau II und Mühleberg werden ab 1972 mit Vollast arbeiten. Sofern die in Tabelle VII angenommene Benutzungsdauer erreicht wird, können diese Atomkraftwerke — zusammen mit Beznau I — jährlich 7 Milliarden kWh liefern. Bei jeder Voraussage über die mögliche Erzeugung von nuklear-thermischen und konventionell-thermischen Kraftwerken ist allerdings eine gewisse Vorsicht geboten, da ja solche Anlagen gegenüber Wasserkraftwerken weit störungsanfälliger sind; bei Ausfall einer nuklear-thermischen Einheit wird die Produktionseinbusse rasch sehr bedeutend.

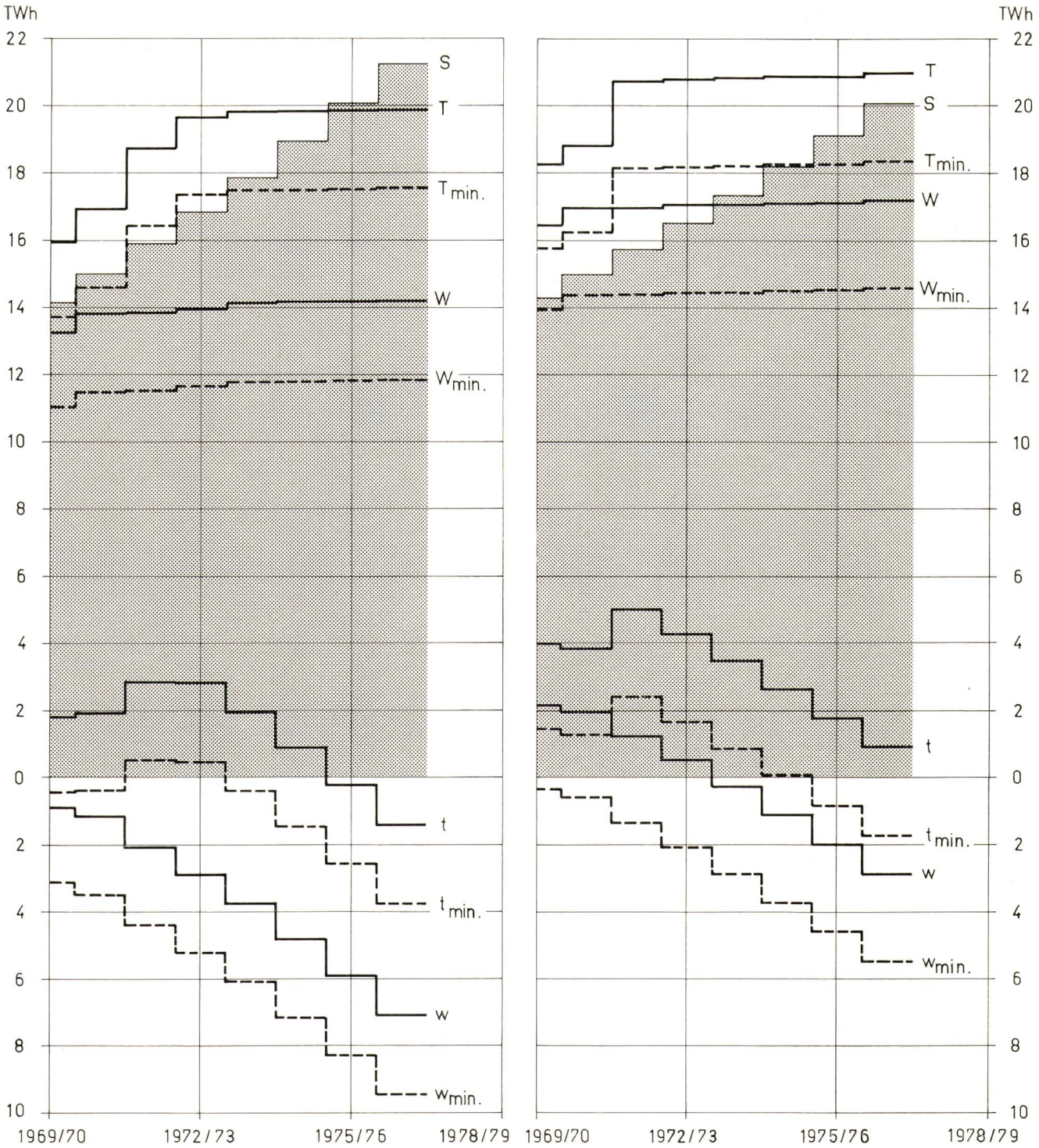
2. Zunahme des Verbrauches

Es ist schwierig, für jedes der nächsten sieben Jahre den Verbrauch vorauszuschätzen. Man muss zu diesem Zweck eine Wachstumsrate annehmen, die einerseits von der wirtschaftlichen Tätigkeit, anderseits vom Energiemarkt ganz allgemein, sowie vom Markt elektrischer Apparate und Verbrauchsgeräte abhängt.

Der Verbrauch hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten wie folgt entwickelt:

	Zunahme in Prozent im Vergleich zum Vorjahr		
	Winter	Sommer	Hydr. Jahr
Mittlere Prozentsätze			
1950/51 bis 1960/61	6,1	5,3	5,6
1960/61 bis 1964/65	5,5	4,7	5,1
Effektive Prozentsätze			
1965/66	2,9	1,9	2,4
1966/67	3,6	4,4	3,9
1967/68	4,8	2,8	3,8
1968/69	4,9	5,6	5,2
1969/70	6,5	6,4	6,4

Im Winter 1970/71 dürfte die Zunahme ebenfalls etwa 6 % betragen. In ihrem im Jahre 1968 veröffentlichten Bericht über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung haben die «zehn grossen Elektrizitätswerke» mit durchschnittlichen Zuwachsraten von 5 % für das Winterhalbjahr und von 4 % für das Sommerhalbjahr gerechnet. Ohne die Richtigkeit dieser Prognosen als langfristige Mittelwerte in Zweifel ziehen zu



Winterhalbjahr
(1. Oktober...31. März)

Sommerhalbjahr
(1. April...30. September)

Fig. 7
Zukünftige Entwicklung der Erzeugung und des Bedarfs

S Voraussichtlicher Bedarf inklusive Elektrokessel und Speicherpumpen
T Gesamte Produktionsmöglichkeit in mittleren Jahren
W Mittlere Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke
T_{min} Gesamte Produktionsmöglichkeit bei extremer Trockenheit
W_{min} Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke bei extremer Trockenheit
t, *w*, t_{min} und w_{min} Abstand zwischen *S* und *T*, *W*, T_{min} und W_{min}

wollen, scheint es für die Beurteilung der Frage, ob und inwieweit die im Bau befindlichen Anlagen genügen werden, um den Energiebedarf der kommenden Jahre zu decken, doch zweckmässig zu sein, eine etwas höhere Zuwachsrate in Rechnung zu stellen. Die Vorausschätzungen gemäss Fig. 7 basieren auf Zuwachsraten von 6 % im Winter und 5 % im Sommer. Die wahrscheinlichsten Werte, d. h. jene, die auf lange Sicht mit 50 % Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werden, liegen vermutlich etwas darunter. Die in Fig. 7 angenommenen Prozentsätze für den Verbrauchszuwachs haben dagegen eine ca. 70...80 %ige Wahrscheinlichkeit, nicht überschritten zu werden.

Bei mittleren Zuwachsraten von nur 5 % statt 6 % im Winter und von 4 % statt 5 % im Sommer ergäbe sich nach drei Jahren pro Semester ein Minderverbrauch von ungefähr 470 GWh und nach sieben Jahren ein solcher von ca. 1300 GWh.

Jahr	Energieerzeugung und Bezug				Total Erzeugung und Bezug	Abgabe der Energie im Inland								Energieausfuhr
	Wasserkraftwerke	Wärmekraftwerke	Bezug von Bahn- und Industriewerken	Energieeinfuhr		Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allg. Industrie [1]	Elektro-chemie, -metallurg. u. thermie [2]	Elektrokessel	Verluste und Verbrauch der Speicherpump. [3]	Inlandabgabe einschliesslich Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	Inlandabgabe einschliesslich Verluste mit Elektrokessel und Speicherpumpen	
	in GWh (Millionen kWh)					in GWh (Millionen kWh)								
Winter														
1930/31	1 880	3	50	8	1 941	589	105	311	113	39	290	1 393	1 447	494
1940/41	3 085	2	30	71	3 188	887	218	407	335	159	373	2 203	2 379	809
1950/51	4 261	29	117	333	4 740	1 968	332	807	575	137	627	4 288	4 446	294
1960/61	8 652	12	228	633	9 525	3 985	432	1 468	1 233	77	936	8 029	8 131	1 394
1964/65	9 005	151	267	2 707	12 130	5 141	596	1 995	1 638	8	1 044	10 388	10 422	1 708
1965/66	10 370	208	324	1 527	12 429	5 299	637	2 019	1 595	23	1 093	10 613	10 666	1 763
1966/67	11 061	483	453	1 261	13 258	5 471	671	2 172	1 700	29	1 154	11 130	11 197	2 061
1967/68	11 308	772	332	2 000	14 412	5 803	685	2 370	1 735	22	1 172	11 728	11 787	2 625
1968/69	11 403	951	192	2 574	15 120	6 120	733	2 544	1 733	12	1 219	12 308	12 361	2 759
1969/70	10 301	2 363	68	3 971	16 703	6 551	812	2 703	1 875	9	1 273	13 163	13 223	3 480
Sommer														
1931	1 789	2	55	—	1 846	495	93	301	126	50	263	1 261	1 328	518
1941	3 327	1	53	20	3 401	749	143	392	388	403	409	2 027	2 484	917
1951	5 455	8	262	73	5 798	1 753	269	788	743	742	698	4 189	4 993	805
1961	9 905	11	391	260	10 567	3 579	376	1 426	1 245	304	1 041	7 511	7 971	2 596
1965	11 744	30	346	662	12 782	4 513	550	1 827	1 533	82	1 454	9 421	9 959	2 823
1966	13 331	8	440	275	14 054	4 600	540	1 870	1 484	173	1 617	9 574	10 284	3 770
1967	15 026	8	485	270	15 789	4 823	622	2 125	1 508	191	1 667	10 215	10 936	4 853
1968	14 574	22	516	327	15 439	5 077	645	2 205	1 696	108	1 587	10 694	11 318	4 121
1969	13 238	188	455	1 528	15 409	5 434	705	2 401	1 635	77	1 605	11 277	11 857	3 552
1970	15 583	1 066	683	471	17 803	5 771	779	2 564	1 730	80	1 999	12 036	12 923	4 880
Jahr														
1930/31	3 669	5	105	8	3 787	1 084	198	612	239	89	553	2 654	2 775	1 012
1940/41	6 412	3	83	91	6 589	1 636	361	799	723	562	782	6 471	4 863	1 726
1950/51	9 716	37	379	406	10 538	3 721	601	1 595	1 318	879	1 325	8 477	9 439	1 099
1960/61	18 557	23	619	893	20 092	7 564	808	2 894	2 478	381	1 977	15 540	16 102	3 990
1964/65	20 749	181	613	3 369	24 912	9 654	1 146	3 822	3 171	90	2 498	19 809	20 381	4 531
1965/66	23 701	216	764	1 802	26 483	9 899	1 177	3 889	3 079	196	2 710	20 187	20 950	5 533
1966/67	26 087	491	938	1 531	29 047	10 294	1 293	4 297	3 208	220	2 821	21 345	22 133	6 914
1967/68	25 882	794	848	2 327	29 851	10 880	1 330	4 575	3 431	130	2 759	22 422	23 105	6 746
1968/69	24 641	1 139	647	4 102	30 529	11 554	1 438	4 945	3 368	89	2 824	23 585	24 218	6 311
1969/70	25 884	3 429	751	4 442	34 506	12 322	1 591	5 267	3 605	89	3 272	25 201	26 146	8 360

[1]) Industrielle Betriebe im Sinne des Arbeitsgesetzes mit mehr als 20 Arbeitern und mehr als 60 000 kWh Jahresverbrauch.
[2]) Betriebe der unter [1]) erwähnten Art mit mehr als 200 000 kWh Energiebezug pro Jahr für solche Anwendungen.
[3]) Die Verluste verstehen sich vom Kraftwerk bis zum Abnehmer.

3. Gegenüberstellung von Bedarf und Produktionsmöglichkeit

Fig. 7 gibt einen Überblick über die Produktionsmöglichkeit, die sich bis 1976/77 aus der vorgesehenen Inbetriebnahme neuer Anlagen ergibt, und den bei Zugrundelegung der oben angeführten Zuwachsraten errechneten künftigen Bedarf. Positive und negative Differenzen zwischen möglicher Erzeugung und Bedarf sind unten in den Diagrammen eingetragen.

In einem *Winterhalbjahr* mit mittleren Wasserverhältnissen wird die Differenz t zwischen der gesamten Erzeugungsmöglichkeit T und dem gesamten Energiebedarf S positiv, d. h. es ergibt sich bis zum Jahre 1974/75 ein von den Wasserverhältnissen abhängiger Produktionsüberschuss in der Grössenordnung von 0,9...2,8 TWh pro Halbjahr. Von da an dürfte t negativ werden, und der Fehlbetrag wird pro Jahr rasch 1,2 TWh oder mehr zunehmen, wenn nicht rechtzeitig neue Werke gebaut werden. Im Falle extrem ungünstiger Wasserverhältnisse hätte der Abstand $t\ min$ schon zu Ende des Winters 1970/71 negativ werden können. Die Inbetriebnahme der Atomkraftwerke Mühleberg und Beznau II wird zwar während den darauffolgenden zwei Jahren einen gewissen Spielraum für eine sichere Versorgung wiederherstellen, aber ab 1974/75 kann der Bedarf bei sehr ungünstigen Wasserverhältnissen nicht mehr ganz durch die landeseigene Erzeugung gedeckt werden. Im Winter 1976/77 könnte der Fehlbetrag bis ungefähr 4 TWh steigen, wenn der Beschluss für den Bau neuer Werke nicht so frühzeitig erfolgt, dass die Anlagen bis zu jenem Zeitpunkt für den Betrieb verfügbar sein werden. Wie im Kapitel C. 1 müssen auch hier einige Vorbehalte hinsichtlich der Benutzungsdauer der in konventionell-thermischen und nuklearen Kraftwerken verfügbaren Leistung gemacht werden. Die übliche Hypothese – 4000 Betriebsstunden – muss durch die praktische Erfahrung erst noch bestätigt werden, und man kann sich in dieser Hinsicht sehr wohl auf Überraschungen gefasst machen. Wenn die Benutzungsdauer der konventionell-thermischen und nuklearen Kraftwerke insgesamt im Mittel nur 3500 Stunden im Halbjahr erreichen sollte, wären im Jahre 1976/77 ausser Beznau I und II und Mühleberg zusätzlich noch weitere 600 MW in Atomkraftwerken installierter Leistung nötig, um im Winter die Nachfrage ohne Fehlbetrag noch Überschuss decken zu können. Im selben Zeitpunkt wären, bei zugleich äusserst ungünstigen Wasserverhältnissen, für die Deckung des gesamten Bedarfes gar 700 MW zusätzlicher, in konventionell-thermischen oder nuklearen Kraftwerken installierter Leistung erforderlich.

In einem *Sommerhalbjahr* wird der Überschuss t der möglichen Erzeugung über den Bedarf bei mittleren Wasserverhältnissen im Laufe der sieben nächsten Jahre je nach der Verbrauchshöhe und der Inbetriebnahme neuer Kraftwerke zwischen 5 und 0,9 TWh schwanken. Bei äusserst ungünstigen

Wasserverhältnissen genügt die landeseigene Erzeugung unter den getroffenen Annahmen nicht mehr, um ab Sommer 1976 den Bedarf zu decken; dieser Fall träte schon ein oder zwei Jahre früher ein, wenn sich die Annahme hinsichtlich der Benutzungsdauer für das Sommersemester – 3000 Stunden – als zu optimistisch erweisen sollte. Legt man den Prognosen eine Benutzungsdauer der nuklear-thermischen Werke von 2500 Stunden im Sommer zugrunde und berücksichtigt man zudem die für den Winter zusätzlich erforderlichen 600 MW, so ergibt sich im durchschnittlichen Sommerhalbjahr 1977 ein Ausfuhrüberschuss von 1,8 TWh. Unter den gleichen Annahmen wäre bei äusserst ungünstigen Wasserverhältnissen im Sommersemester 1977 ein Fehlbetrag von 0,8 TWh zu erwarten.

Die verfügbare Gesamtleistung aller Kraftwerke erreichte am dritten Mittwoch des Monats Dezember 1969 7600 MW, wovon ca. 6700 MW auf die hydraulischen Kraftwerke und ca. 900 MW auf die konventionell-thermischen und nuklearen Kraftwerke entfielen. An diesem Tag erreichte die Höchstleistung des Landesverbrauches 4800 MW. Es verblieb somit eine im Inland nicht benutzte Leistung von 2800 MW, und davon wurden 1000 MW exportiert.

Im Zeitpunkt, da der Landesverbrauch sich verdoppelt haben wird, d. h. in 12...15 Jahren, müssen, sofern die konventionell-thermischen und nuklearen Kraftwerke im Winter mit voller Leistung 4000 Stunden im Betrieb sind, mindestens 3500 MW thermischer Leistung zur Verfügung stehen, um den Landesverbrauch aus eigener Erzeugung decken zu können. Die verfügbare Leistung der Wasserkraftwerke wird dannzumal Mitte Dezember etwa 8500 MW betragen, so dass zu jenem Zeitpunkt mit einer disponiblen Gesamtleistung von wenigstens 12000 MW gerechnet werden kann. Es ist anzunehmen, dass sich die Höchstlast des Landesverbrauches wie die verbrauchten Energiemengen verdoppeln und auf ca. 9600 MW ansteigen wird. Die Leistungsreserve wird rund 2400 MW betragen, d. h. kaum geringer als im Dezember 1969 sein.

Der Leistungsbedarf zur Zeit des nächtlichen Minimums erreicht etwa 55 % der Leistungsspitze. Nach Verdoppelung des Verbrauchs dürfte die Leistung in der Nacht im Minimum etwa 5200 MW erreichen. Zieht man 3500 MW konventionell-thermische und nukleare Konstantleistung ab, ebenso ca. 1200 MW Laufwerksleistung, so bleiben für regulierende Speicherwerkleistung nur noch 500 MW und praktisch kein Raum mehr für Einfuhr von Nachtenergie.

Zur Niederwasserzeit in den Wintermonaten wird auch nach sieben Jahren nachts selten Überschussenergie aus thermischen Kraftwerken oder aus Laufwerken, die vorteilhaft als Pumpenergie zur Gewinnung wertvoller Spitzenenergie dienen könnte, anfallen. Zudem wäre eine solche Verschiebung zur Zeit wirtschaftlich nicht interessant, da Spitzenenergie noch in reichlichen Mengen zur Verfügung stehen wird. Bis zum Zeitpunkt, da die Belastungsverhältnisse den Einsatz von Umwälz-Speicherwerken in der Schweiz zweckmässig erscheinen lassen, wird es vielleicht von Vorteil sein, die Wirtschaftlichkeit allfälliger Werke dieser Art dadurch zu verbessern, dass in der Nacht Energie eingeführt und am Tag Spitzenenergie ausgeführt wird.

D. Finanzwirtschaft der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung

Die neue Finanzstatistik, die wir in Zusammenarbeit mit dem Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke entworfen hatten, muss auf Grund der Umfrage für das Jahr 1968 und der zum Teil unzulänglichen Antworten nochmals überprüft werden. Die vorliegende Statistik ist gegenüber den bis jetzt veröffentlichten nicht geändert worden.

1. Allgemeines

Die Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung, das heisst die Elektrizitätsunternehmen für Stromabgabe an Dritte, deckten im Berichtsjahr 92 (92) % des Landesverbrauches.

Die nachfolgende Finanzstatistik wird auf Grund der Geschäftsberichte und von Rückfragen bei den Elektrizitätswerken geführt. Die nachstehend angegebenen Statistikjahre beziehen sich auf die Ergebnisse der Geschäftsjahre, die zwischen dem 1. Juli des betreffenden und dem 30. Juni des folgenden Jahres endigen. Das letzte Statistikjahr 1969 enthält die Ergebnisse der Geschäftsberichte, die zwischen dem 1. Juli 1969 und dem 30. Juni 1970 abschlossen.

2. Gesamte Bauaufwendungen

In den nachstehenden Ausführungen bedeutet der Begriff «Bauaufwendungen» sämtliche dem Baukonto belasteten Ausgaben einschliesslich Studien, Projekte, Landerwerb, Konzessionsgebühren vor Betriebsaufnahme, Geldbeschaffungskosten für neue Kraftwerke, Bauzinse, Maschinen und Apparate. Die Bauaufwendungen waren im Jahre 1969 um 100 Millionen Franken höher als im Vorjahr und erreichten 1050 (950) Millionen Franken. Davon entfielen 550 (610) Millionen Franken oder 52 (64) % auf den Bau von Kraftwerken und 500 (340) Millionen Franken wurden für Übertragungs- und Verteilanlagen, Messapparate sowie für Verwaltungsgebäude und Dienstwohnhäuser aufgewendet. Die jährlichen Bauaufwendungen seit 1930 sind in Fig. 8 ersichtlich. Die Verringerung der Investitionsausgaben für Elektrizitätswerke ist darauf zurückzuführen, dass die Ära des Baues von Wasserkraftwerken zu Ende geht, und dass die spezifischen Ausgaben für konventionell-thermische und Kernkraftwerke niedriger sind als jene für Wasserkraftwerke. Die Zunahme der übrigen Investitionsausgaben ist zur Hauptsache auf den Ausbau der städtischen Verteilnetze, zum Teil aber auch auf die Teuerung zurückzuführen.

Fig. 9 zeigt den Verlauf der gesamten Anlagekosten sowie der Anlageschuld, worunter die Anlagekosten abzüglich Abschreibungen, Rückstellungen, Reservefonds und Saldovorträge zu verstehen sind. Der Anteil der durch Selbstfinanzierung gedeckten Neuinvestitionen betrug 46 (47) % im Jahre 1969.

3. Gesamt-Netto-Bilanz

Die Gesamt-Netto-Bilanz der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung ist aus der Tabelle X ersichtlich.

Auf der *Aktivseite* erreichten die gesamten Erstellungskosten – nach Abzug derjenigen der untergegangenen Anlagen – bis Ende 1969 den Betrag von 19770 (18750) Millionen Franken und die Erstellungskosten der im Betrieb befindlichen Anlagen 17680 (16860) Millionen Franken. Nach Abzug der

bisherigen Abschreibungen und Rückstellungen von 7134 (6688) Millionen Franken ergibt sich für die im Betrieb befindlichen Anlagen ein Bilanzwert von 10546 (10172) Millionen Franken.

Die Anlageschuld der in Betrieb befindlichen Anlagen erreichte, bezogen auf deren Erstellungskosten, die nachstehend angegebene Höhe:

1950	1960	1967	1968	1969
36 %	50 %	60 %	59 %	58 %

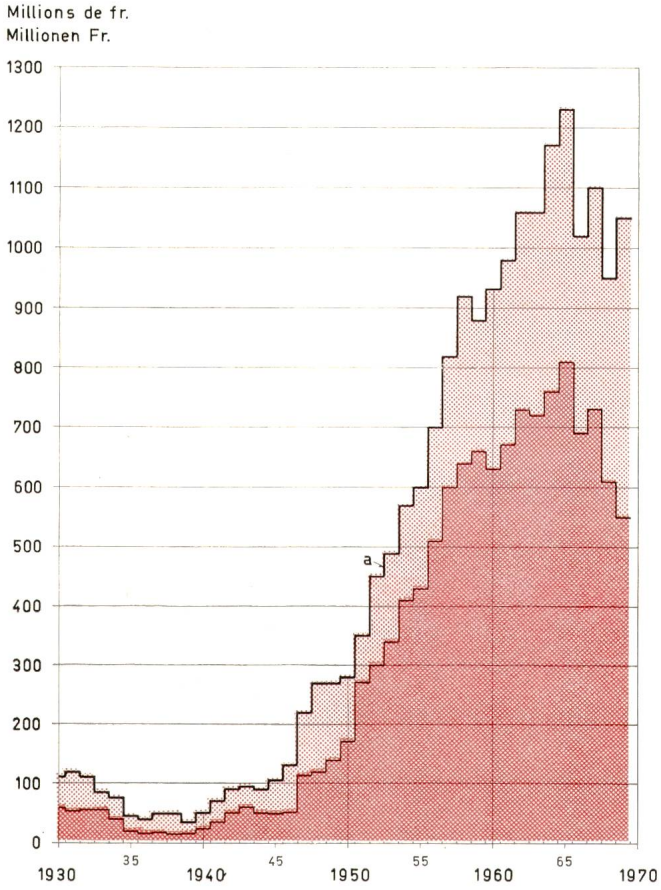


Fig. 8
Jährliche Bauausgaben
a Gesamte jährliche Bauausgaben
Dunkelrot: Jährliche Bauausgaben für Kraftwerke
Hellrot: Jährliche Bauausgaben für Übertragungs- und Verteilanlagen

Unter den Wertschriften sind, da es sich um eine Gesamt-Netto-Bilanz der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung (wie wenn diese in einer Hand wären) handelt, die Aktienbeteiligung an anderen solchen Unternehmungen nicht enthalten. Im Jahre 1969 bezifferten sich diese Beteiligungen an anderen Elektrizitätsunternehmungen auf 1540 (1500) Millionen Franken, so dass der gesamte Wertschriftenbesitz der Werke der allgemeinen Versorgung 290, zuzüglich 1540, somit 1830 (1789) Millionen Franken betrug.

Auf der *Passivseite* weist die grösste Zunahme wiederum der Posten Obligationenkapital und andere langfristige Anleihen auf, der um 467 (347) auf 9657 (9190) Millionen Franken anstieg. Das Dotationskapital der kantonalen und kommunalen Elektrizitätswerke nahm um 62 (52) Millionen Franken zu und erreichte 1446 (1384) Millionen Franken, während sich das im Besitze von Dritten befindliche Aktienkapital um 68 (28) auf 1100 (1032) Millionen Franken erhöhte.

Der Anteil der verschiedenen Passivposten hat sich seit 1950 wie folgt verändert:

	1950	1960	1967	1968	1969
	in Prozenten				
Aktienkapital im Besitz von Dritten	18,3	9,3	8,4	8,3	8,4
Dotationskapital	29,0	14,5	11,2	11,1	11,0
Genossenschaftskapital	0,1	0,1	—	—	—
Obligationenkapital	46,0	68,5	74,4	73,7	73,7
Übrige Posten	6,6	7,6	6,0	6,9	6,9
Total	100	100	100	100	100

Rechnet man das im Besitze der SBB, der Kantone und Gemeinden befindliche Aktienkapital sowie das Dotationskapital, weil in erster Hand mit Obligationen finanziert, zum Obligationenkapital, so erhöht sich dessen Anteil im Jahre 1969

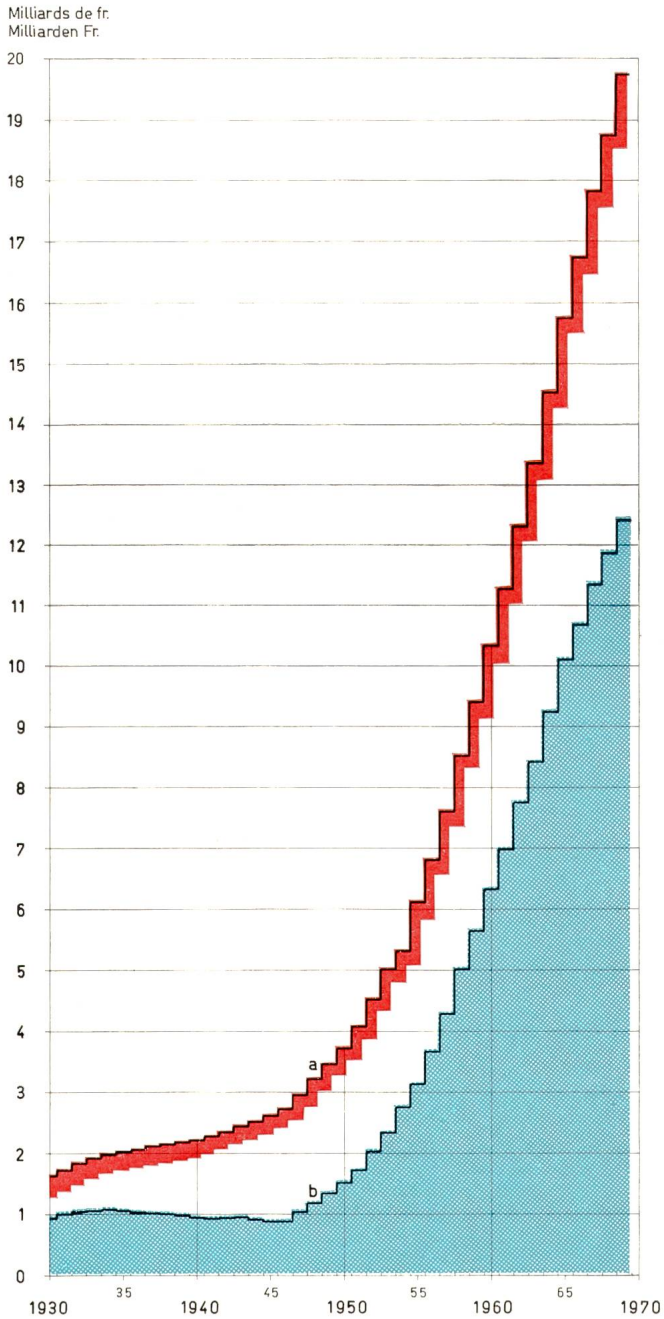


Fig. 9
Verlauf der Anlagekosten und der Anlageschuld
a Anlagekosten } einschliesslich der im
b Anlageschuld } Bau befindlichen Werke

Jahr	Energieerzeugung: Wasserkraftwerke	Energieerzeugung: Wärmekraftwerke	Energieerzeugung: Energieeinfuhr	Total Erzeugung u. Einfuhr	Verwendung der Energie im Inland: Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allg. Industrie [1]	Elektrochemie, -metallurg. u. -thermie [2]	Elektrokessel	Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen [3]	Total einschliesslich Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	Total einschliesslich Verluste mit Elektrokessel und Speicherpumpen	Abgabe an EW der allg. Versorgung	Energieausfuhr
	in GWh (Millionen kWh)				in GWh (Millionen kWh)									
Winter														
1930/31	675	12	—	687	8	192	66	316	15	40	622	637	50	—
1940/41	754	12	—	766	7	213	70	336	54	56	682	736	30	—
1950/51	900	16	—	916	26	212	101	333	35	92	759	799	117	—
1960/61	1 385	62	30	1 477	89	327	199	360	32	109	1 082	1 116	228	133
1964/65	1 089	152	44	1 285	118	257	241	175	10	121	908	922	267	96
1965/66	1 339	170	1	1 510	112	235	284	257	8	126	1 009	1 022	324	164
1966/67	1 339	194	—	1 533	109	223	256	192	5	131	906	916	453	164
1967/68	1 295	202	—	1 497	112	253	220	178	6	129	891	898	332	267
1968/69	1 255	219	7	1 481	122	230	222	188	3	170	925	935	192	354
1969/70	1 142	220	31	1 393	133	222	217	184	6	169	923	931	68	394
Sommer														
1931	682	6	—	688	6	188	67	283	51	38	580	633	55	—
1941	1 101	7	—	1 108	5	290	75	567	57	61	998	1 055	53	—
1951	1 575	3	—	1 578	23	259	101	713	110	110	1 193	1 316	262	—
1961	2 235	40	3	2 278	90	374	199	733	74	136	1 519	1 606	391	281
1965	2 177	114	—	2 291	103	268	260	677	56	145	1 440	1 509	346	436
1966	2 404	132	1	2 537	91	285	278	698	48	153	1 495	1 553	440	544
1967	2 304	138	1	2 443	94	239	198	665	41	152	1 336	1 389	485	569
1968	2 225	154	45	2 424	97	230	212	504	17	147	1 179	1 207	516	701
1969	2 249	163	16	2 428	98	242	222	524	46	185	1 258	1 317	455	656
1970	2 304	194	10	2 508	112	193	226	586	24	195	1 301	1 336	683	489
Jahr														
1930/31	1 357	18	—	1 375	14	380	133	599	66	78	1 202	1 270	105	—
1940/41	1 855	19	—	1 874	12	503	145	903	111	117	1 680	1 791	83	—
1950/51	2 475	19	—	2 494	49	471	202	1 046	145	202	1 952	2 115	379	—
1960/61	3 620	102	33	3 755	179	701	398	1 093	106	245	2 601	2 722	619	414
1964/65	3 266	266	44	3 576	221	525	501	852	66	266	2 348	2 431	613	532
1965/66	3 743	302	2	4 047	203	520	562	955	56	279	2 504	2 575	764	708
1966/67	3 643	332	1	3 976	203	462	454	857	46	283	2 242	2 305	938	733
1967/68	3 520	356	45	3 921	209	483	432	682	23	276	2 070	2 105	848	968
1968/69	3 504	382	23	3 909	220	472	444	712	49	355	2 183	2 252	647	1 010
1969/70	3 446	414	41	3 901	245	415	443	770	30	364	2 224	2 267	751	883

[1]) Industrielle Betriebe im Sinne des Arbeitsgesetzes mit mehr als 20 Arbeitern und mehr als 60 000 kWh Jahresverbrauch.
[2]) Betriebe der unter [1]) erwähnten Art mit mehr als 200 000 kWh Energieverbrauch pro Jahr für solche Anwendungen.
[3]) Die Verluste verstehen sich bei Bahnen im allgemeinen vom Kraftwerk bis zur Abgabe an den Fahrdraht.

auf 88 %. Das im Besitze von Finanzgesellschaften, Banken und Privaten befindliche Aktienkapital ist an der Finanzierung der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung nur mit 4,6 % beteiligt.

4. Gesamte Gewinn- und Verlustrechnung

Die Entwicklung der Einnahmen und der Ausgaben der Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung geht aus Fig. 10 und Tabelle XI hervor. Die gegenseitigen Verrechnungen der Elektrizitätswerke für Energiekäufe und die Dividendenzahlung auf ihren Beteiligungen (in der Gesamt-Netto-Bilanz auch nicht enthalten) sind eliminiert, ebenso die den ausländischen Anteilen entsprechenden Einnahmen und Ausgaben bei Grenzkraftwerken.

Die *Einnahmen* aus Energieverkauf erhöhten sich im Statistikjahr 1969 um 93 (104) Millionen Franken oder 5,3 (6,3) % auf 1853 (1760) Millionen Franken. Bezogen auf die Erstellungskosten der im Betrieb befindlichen Anlagen erreichten die Einnahmen folgende Werte:

1950	1960	1967	1968	1969
13 %	11,2 %	10,3 %	10,4 %	10,5 %

Infolge der ungleichzeitigen Abschlussdaten der Geschäftsberichte deckt sich die Finanzstatistik nicht mit der Energiestatistik, so dass die Einnahmen pro kWh nicht genau, sondern nur approximativ festgestellt werden können, aber, über weite Zeiträume verglichen, doch ein brauchbares Bild der Entwicklung geben.

	1930/31	1940/41	1950/51	1968/69
Inlandabgabe [1]) ohne Elektrokesselenergie in Mio kWh .	2 133	3 519	7 235	21 305
Einnahmen ohne Elektrokesselenergie in Mio Fr. . . .	206	254	472	1 742
Durchschnittserlös [1]) pro kWh Normalabgabe in Rp. . .	9,7	7,2	6,5	8,2

[1]) Beim Abnehmer.

Im Laufe der letzten 10 Jahre hat die Energieabgabe im Inland, ohne die Abgabe an Elektrokessel, um 81 % zugenommen. Die Einnahmen erhöhten sich um 119 %. Die Durchschnittspreise pro kWh haben demnach im Mittel um 21 % zugenommen.

Die Exporte erbrachten während des statistischen Jahres 1969 Einnahmen in der Höhe von 206 (169) Millionen Franken, und die Importe verursachten Ausgaben in der Höhe von 97 (35) Millionen Franken. Aus dem Energieverkehr mit dem Ausland resultiert somit ein Netto-Erlös von 109 (134) Millionen Franken.

Auf der *Ausgabenseite* der Gewinn- und Verlustrechnung weisen die Zinsen und Dividenden gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme von 4,1 (5,6) % auf. Zu bemerken ist, dass diese Gewinn- und Verlustrechnung nur die Zinsen und Dividenden der in Betrieb befindlichen Kraftwerke enthält, während die Bauzinsen der im Bau befindlichen Werke dem Baukonto belastet werden. Die Steuern und Wasserzinse haben um 7,1 (2,8) % zugenommen. Die Abschreibungen, Rückstellungen und Fondseinlagen sind um 8,7 (0,7) % gestiegen. Die Erstellungskosten der in Betrieb befindlichen Anlagen haben um 4,9 (5,2) % zugenommen.

In Prozenten der Erstellungskosten der in Betrieb befindlichen Anlagen betrugen die Abschreibungen und Rückstellungen:

1950	1960	1967	1968	1969
3,5 %	3,4 %	2,8 %	2,7 %	2,8 %

Die Abgaben an öffentliche Kassen weisen einen Betrag von 181 (167) Millionen Franken auf. Sie enthalten nebst Ausgleichsbeträgen von kantonalen und Überlandwerken an Detailgemeinden ebenfalls Naturalabgaben wie Gratisstrom für öffentliche Beleuchtung und in einzelnen Fällen auch die Übernahme von Defiziten der Gaswerke, die aus der Rechnung des Elektrizitätswerkes gedeckt werden.

Die nachstehenden Zahlen zeigen den Anteil der verschiedenen Ausgabenposten an den Gesamtausgaben:

Jahr	Betrieb und Unterhalt %	Steuern und Wasserzinse %	Abschreibungen und Fondseinlagen %	Zinsen und Dividenden %	Abgaben an öffentliche Kassen %
1950	38,0	5,7	26,5	13,7	16,1
1960	32,7	6,6	30,0	18,4	12,3
1966	32,4	6,1	28,3	23,0	10,2
1967	32,3	6,6	26,9	24,9	9,3
1968	33,8	6,4	25,5	24,8	9,5
1969	32,9	6,5	26,3	24,5	9,8

Der durchschnittliche Zinsfuss sämtlicher jeweils ausgewiesener Obligationen-Anleihen einschliesslich der Anleihen für die im Bau befindlichen Werke betrug:

1950	1960	1967	1968	1969
3,3 %	3,5 %	4,1 %	4,1 %	4,2 %

Die durchschnittliche Brutto-Dividende der in Betrieb befindlichen Werke an das in dritten Händen befindliche Aktienkapital erreichte:

1950	1960	1967	1968	1969
5,6 %	5,9 %	5,9 %	6,1 %	6,1 %

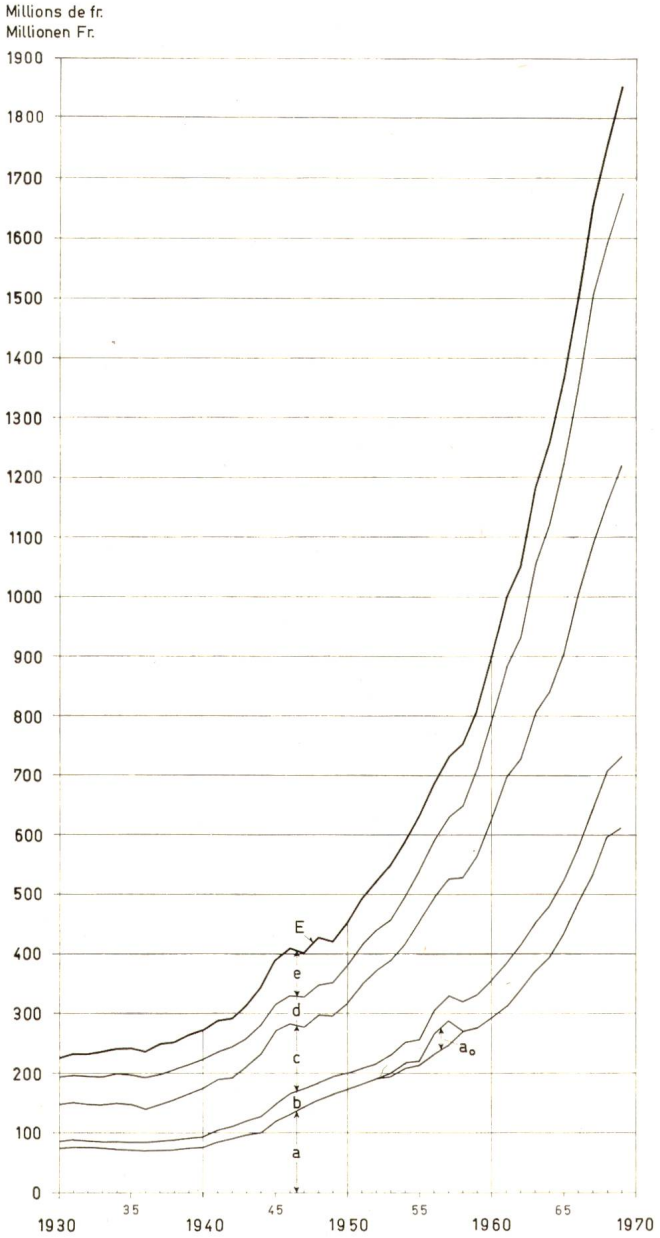


Fig. 10

Jährliche Einnahmen (E) und Ausgaben (a...e)

a Verwaltung, Betrieb, Unterhalt
a_0 Ausgabensaldo im Energieverkehr mit dem Ausland
b Steuern und Wasserzinse
c Abschreibungen und Fondseinlagen
d Zinsen und Dividenden
e Abgaben an öffentlichen Kassen

Gesamt-Netto-Bilanz

aller Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung Tabelle X

	1930	1940	1950	1960	1967	1968	1969
	in Millionen Franken						
I. Aktiven							
Anlagen inkl. Liegenschaften, Mobiliar, Zähler und Werkzeuge:							
a) Erstellungskosten bis Anfang des Jahres	1 580	2 300	3 690	9 750	17 200	18 300	19 250
b) Zugang im Berichtsjahr	110	50	280	930	1 100	950	1 050
c) Erstellungskosten auf Ende des Jahres	1 690	2 350	3 970	10 680	18 300	19 250	20 300
d) Untergegangene, entfernte, abgeschriebene Anlagen [1]	50	125	230	360	480	500	530
e) Erstellungskosten der bestehenden Anlagen	1 640	2 225	3 740	10 320	17 820	18 750	19 770
f) Hievon Anlagen im Bau	140	45	300	2 320	1 790	1 890	2 090
g) Erstellungskosten der in Betrieb befindlichen Anlagen	1 500	2 180	3 440	8 000	16 030	16 860	17 680
h) Bisherige Abschreibungen, Rückstellungen und Tilgungen	659	1 215	2 110	3 852	6 274	6 688	7 134
1. Anlagen im Betrieb (g—h)	841	965	1 330	4 148	9 756	10 172	10 546
2. Anlagen im Bau	140	45	300	2 320	1 790	1 890	2 090
3. Material- und Warenvorräte	20	30	60	78	113	113	185
4. Wertschriften [2]	21	54	98	129	233	289	290
5. Saldo von Debitoren und Kreditoren, Banken, Diverses	71	70	29	—	—	—	—
Total	1 093	1 164	1 817	6 675	11 892	12 464	13 111
II. Passiven							
1. Aktienkapital im Besitze von Dritten [3]	234	265	333	620	1 004	1 032	1 100
a) im Besitze der Schweizerischen Bundesbahnen	—	*11*	*20*	*28*	*55*	*56*	*57*
b) im Besitze von Kantonen	*92*	*98*	*100*	*163*	*255*	*273*	*311*
c) im Besitze von Gemeinden	*5*	*9*	*16*	*44*	*122*	*127*	*127*
d) im Besitze von Finanzgesellschaften, Banken und Privaten	*137*	*147*	*197*	*385*	*572*	*576*	*605*
2. Dotationskapital	295	285	525	970	1 332	1 384	1 446
a) der kantonalen Elektrizitätswerke	*85*	*50*	*60*	*80*	*194*	*194*	*194*
b) der kommunalen Elektrizitätswerke	*210*	*235*	*465*	*890*	*1 138*	*1 190*	*1252*
3. Genossenschaftskapital	3	3	3	3	1	1	1
4. Obligationenkapital und andere langfristige Anleihen	507	538	836	4 573	8 843	9 190	9 657
a) der kantonalen Elektrizitätswerke	*195*	*138*	*190*	*560*	*2 059*	*2 200*	*2346*
b) der kommunalen Elektrizitätswerke	*30*	*28*	*44*	*91*	*157*	*154*	*167*
c) der staatlichen, kant. und kommun. Gemeinschaftswerke	*71*	*125*	*227*	*420*	*646*	*652*	*651*
d) der gemischtwirtschaftlichen Werke	*105*	*127*	*206*	*3 048*	*5 272*	*5 467*	*5732*
e) der genossenschaftlichen Elektrizitätswerke	—	—	—	*29*	*61*	*60*	*59*
f) der privaten Elektrizitätswerke	*106*	*120*	*169*	*425*	*648*	*657*	*702*
5. Dividende an Dritte	15	14	19	33	49	57	62
6. Reservefonds und Saldovorträge	39	59	101	150	204	214	231
7. Saldo von Kreditoren und Debitoren, Banken, Diverses	—	—	—	326	459	586	614
Total	1 093	1 164	1 817	6 675	11 892	12 464	13 111

[1]) Soweit hierüber Angaben vorliegen.
[2]) Ohne Beteiligung bei Elektrizitätswerken von 1540 Millionen Franken per Ende 1969.
[3]) d. h. ohne das im Besitze von Elektrizitätswerken befindliche Aktienkapital von 1540 Millionen Franken per Ende 1969.

Gesamte Gewinn- und Verlustrechnung

aller Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung Tabelle XI

	1930	1940	1950	1960	1967	1968	1969
	in Millionen Franken						
I. Einnahmen							
1. Energieabgabe an die Verbraucher im Inland	205	244	440	880	1 524	1 626	1 744
2. Saldo des Energieverkehrs mit dem Ausland	20	26	8	17	132	134	109
Ausfuhr	*(20)*	*(26)*	*(16)*	*(72)*	*(161)*	*(169)*	*(206)*
Einfuhr	—	—	*(8)*	*(55)*	*(29)*	*(35)*	*(97)*
3. Ausserordentliche Einnahmen	1,3	3	5	5	—	—	—
Total	226,3	273	453	902	1 656	1 760	1 853
II. Ausgaben							
1. Verwaltung, Betrieb und Unterhalt	76,5	77	172	295	534	596	610
2. Saldo des Energieverkehrs mit dem Ausland	—	—	—	—	—	—	—
3. Steuern und Wasserzinse	9,5	19	26	60	109	112	120
4. Abschreibungen, Rückstellungen und Fondseinlagen	61	79	120	270	446	449	488
5. Zinsen nach Abzug der Aktivzinsen	32,3	35	43	133	364	379	392
6. Dividende an Dritte	15	14	19	33	49	57	62
7. Abgaben an öffentliche Kassen	32	49	73	111	154	167	181
Total	226,3	273	453	902	1 656	1 760	1 853

Monatliche gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Tabelle XII

Jahr	Energieerzeugung: Wasserkraftwerke	Energieerzeugung: Wärmekraftwerke	Energieerzeugung: Energieeinfuhr	Total Erzeugung u. Einfuhr	Verwendung der Energie im Inland: Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allg. Industrie	Elektrochemie, -metallurg. u. -thermie	Elektrokessel	Verbrauch der Speicherpumpen	Verluste	Total einschliesslich Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	Total einschliesslich Verluste mit Elektrokessel und Speicherpumpen	Energieausfuhr
	in GWh (Millionen kWh)				in GWh (Millionen kWh)									
Oktober														
1961	1 601	28	280	1 909	682	125	308	314	5	19	172	1 601	1 625	284
1962	1 760	38	354	2 152	740	135	331	341	3	20	194	1 741	1 764	388
1963	1 912	14	206	2 132	773	140	359	345	8	5	186	1 803	1 816	316
1964	1 670	44	511	2 225	844	143	380	355	5	11	186	1 908	1 924	301
1965	2 229	42	152	2 423	856	141	390	355	6	11	198	1 940	1 957	466
1966	2 185	41	172	2 398	880	140	395	345	5	23	193	1 953	1 981	417
1967	2 290	47	266	2 603	906	145	425	359	5	12	199	2 034	2 051	552
1968	2 186	136	314	2 636	969	149	469	349	4	12	210	2 146	2 162	474
1969	1 775	349	794	2 918	1 038	161	504	365	3	16	219	2 287	2 306	612
November														
1961	1 495	33	331	1 859	716	128	313	276	2	10	178	1 611	1 623	236
1962	1 544	52	499	2 095	787	133	337	306	2	15	201	1 764	1 781	314
1963	1 805	14	260	2 079	771	135	347	326	9	11	183	1 762	1 782	297
1964	1 586	48	508	2 142	840	131	378	320	3	7	186	1 855	1 865	277
1965	1 708	104	401	2 213	903	142	399	324	3	5	200	1 968	1 976	237
1966	1 986	98	254	2 338	941	148	418	329	4	3	211	2 047	2 054	284
1967	2 039	152	432	2 623	960	149	444	330	4	7	210	2 093	2 104	519
1968	2 133	207	356	2 696	1 025	125	464	332	3	19	214	2 187	2 209	487
1969	1 874	325	658	2 857	1 072	160	486	344	1	11	222	2 284	2 296	561
Dezember														
1961	1 585	20	246	1 851	753	139	299	260	8	5	179	1 630	1 643	208
1962	1 409	34	648	2 091	839	145	324	283	3	18	199	1 790	1 811	280
1963	1 867	15	318	2 200	863	150	342	301	11	3	202	1 858	1 872	328
1964	1 769	54	460	2 283	912	152	367	303	3	4	199	1 933	1 940	343
1965	1 870	44	356	2 270	943	155	386	303	3	7	203	1 990	2 000	270
1966	1 989	185	256	2 430	974	162	415	319	6	4	222	2 092	2 102	328
1967	1 999	199	487	2 685	1 047	166	421	310	3	4	214	2 158	2 165	520
1968	2 048	229	498	2 775	1 077	172	452	317	2	4	236	2 254	2 260	515
1969	1 900	461	752	3 113	1 199	185	484	339	3	11	254	2 461	2 475	638
Januar														
1962	1 633	17	202	1 852	757	141	311	239	6	4	177	1 625	1 635	217
1963	1 373	48	728	2 149	884	153	345	267	3	17	212	1 861	1 881	268
1964	1 891	21	362	2 274	894	149	355	271	3	3	210	1 879	1 885	389
1965	1 685	56	459	2 200	912	144	362	273	3	3	187	1 878	1 884	316
1966	1 974	71	278	2 323	976	155	382	286	4	3	206	2 005	2 012	311
1967	2 073	158	262	2 493	992	157	421	308	6	4	213	2 091	2 101	392
1968	2 115	236	364	2 715	1 052	169	439	303	6	6	230	2 193	2 205	510
1969	2 064	247	535	2 846	1 097	167	467	304	2	5	238	2 273	2 280	566
1970	1 866	510	781	3 157	1 185	179	485	333	2	5	238	2 420	2 427	730
Februar														
1962	1 478	16	216	1 710	702	129	295	214	4	4	165	1 505	1 513	197
1963	1 111	59	669	1 839	770	135	313	227	2	18	187	1 632	1 652	187
1964	1 614	21	466	2 101	810	137	339	250	3	1	188	1 724	1 728	373
1965	1 628	50	402	2 080	855	141	362	256	2	3	183	1 797	1 802	278
1966	1 775	75	184	2 034	823	131	353	264	5	3	179	1 750	1 758	276
1967	1 997	107	216	2 320	878	138	381	285	6	4	200	1 882	1 892	428
1968	2 055	191	226	2 472	971	152	424	291	6	6	208	2 046	2 058	414
1969	1 983	207	494	2 684	1 009	157	444	296	2	3	223	2 129	2 134	550
1970	1 950	412	550	2 912	1 062	170	475	319	2	3	224	2 250	2 255	657
März														
1962	1 546	20	304	1 870	763	145	319	258	7	5	174	1 659	1 671	199
1963	1 156	46	654	1 856	750	127	316	252	3	22	176	1 621	1 646	210
1964	1 722	16	375	2 113	834	145	346	281	3	2	183	1 789	1 794	319
1965	1 756	51	411	2 218	896	142	387	306	2	2	194	1 925	1 929	289
1966	2 153	42	157	2 352	910	148	393	320	10	6	198	1 969	1 985	367
1967	2 170	88	101	2 359	915	149	398	306	7	5	203	1 971	1 983	376
1968	2 105	149	225	2 479	979	157	437	320	4	3	202	2 095	2 102	377
1969	2 244	144	384	2 772	1 065	166	470	323	2	5	220	2 244	2 251	521
1970	2 078	526	467	3 071	1 128	179	486	359	4	5	234	2 386	2 395	676

Monatliche gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz Tabelle XIII

Jahr	Energieerzeugung: Wasserkraftwerke	Energieerzeugung: Wärmekraftwerke	Energieerzeugung: Energieeinfuhr	Total Erzeugung u. Einfuhr	Verwendung der Energie im Inland: Haushalt Gewerbe Landwirtschaft	Bahnen	Allg. Industrie	Elektrochemie, -metallurg. u. -thermie	Elektrokessel	Verbrauch der Speicherpumpen	Verluste	Total einschliesslich Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	Total einschliesslich Verluste mit Elektrokessel und Speicherpumpen	Energieausfuhr
	in GWh (Millionen kWh)				in GWh (Millionen kWh)									
April														
1962	1 551	12	265	1 828	657	128	280	288	14	15	150	1 503	1 532	296
1963	1 537	12	281	1 830	684	127	299	307	7	12	157	1 574	1 593	237
1964	1 627	14	348	1 989	748	132	345	334	5	7	170	1 729	1 741	248
1965	1 771	30	196	1 997	789	133	346	338	5	3	170	1 776	1 784	213
1966	2 060	29	63	2 152	786	132	352	329	10	12	180	1 779	1 801	351
1967	2 408	31	56	2 495	850	138	397	325	9	4	190	1 900	1 913	582
1968	2 352	38	94	2 484	871	142	400	346	6	21	183	1 942	1 969	515
1969	1 903	49	564	2 516	951	154	437	338	4	10	198	2 078	2 092	424
1970	2 183	360	263	2 806	1 059	167	495	380	3	28	219	2 320	2 351	455
Mai														
1962	1 965	12	98	2 075	678	128	302	348	37	26	168	2 174	1 687	388
1963	2 120	10	83	2 213	703	130	311	353	21	40	180	1 624	1 738	475
1964	2 199	10	104	2 313	720	128	314	370	22	41	176	1 677	1 771	542
1965	2 071	24	176	2 271	783	129	350	372	18	40	178	1 708	1 870	401
1966	2 654	23	38	2 715	784	132	359	371	34	78	203	1 812	1 961	754
1967	2 630	22	54	2 706	818	139	390	359	28	60	212	1 849	2 006	700
1968	2 915	31	57	3 003	888	145	417	378	12	53	215	1 918	2 108	895
1969	2 732	32	115	2 879	927	149	432	359	14	69	219	2 043	2 169	710
1970	2 516	237	88	2 841	991	154	447	377	7	45	205	2 174	2 226	615
Juni														
1962	2 206	7	62	2 275	627	131	284	352	65	68	174	1 568	1 701	574
1963	2 389	9	59	2 457	653	133	291	350	58	73	194	1 621	1 752	705
1964	2 417	9	134	2 560	692	130	337	372	38	85	200	1 731	1 854	706
1965	2 471	21	71	2 563	747	132	350	375	29	98	193	1 797	1 924	639
1966	2 840	23	43	2 906	762	136	366	372	48	158	215	1 851	2 057	849
1967	2 935	27	41	3 003	814	146	402	375	43	109	219	1 956	2 108	895
1968	2 987	22	40	3 049	829	143	394	372	23	124	200	1 938	2 085	964
1969	2 893	24	94	3 011	908	156	447	367	34	92	219	2 097	2 223	788
1970	3 275	205	37	3 517	949	162	482	395	13	247	242	2 230	2 490	1 027
Juli														
1962	2 146	8	99	2 253	631	137	282	357	64	62	174	1 581	1 707	546
1963	2 539	9	32	2 580	658	140	293	366	77	79	203	1 660	1 816	764
1964	2 038	15	31	2 284	705	138	319	373	27	96	180	1 715	1 838	446
1965	2 527	22	291	2 640	736	144	333	379	33	144	192	1 784	1 961	679
1966	2 964	22	21	3 007	759	143	346	367	53	135	214	1 829	2 017	990
1967	3 268	24	26	3 318	769	147	366	376	51	210	220	1 878	2 139	1 179
1968	3 192	25	45	3 262	835	153	392	369	43	165	211	1 960	2 168	1 094
1969	3 156	30	88	3 274	893	168	427	371	40	156	227	2 086	2 282	992
1970	3 378	134	25	3 537	930	166	452	399	26	234	237	2 184	2 444	1 093
August														
1962	2 139	7	173	2 319	635	136	280	362	51	64	176	1 589	1 704	615
1963	2 454	8	61	2 523	678	140	302	357	71	58	195	1 672	1 801	722
1964	1 844	23	319	2 186	716	131	309	366	18	96	173	1 695	1 809	377
1965	2 423	20	100	2 543	754	138	339	371	31	135	197	1 799	1 965	578
1966	2 878	20	39	2 937	790	142	351	367	56	108	215	1 865	2 029	908
1967	3 322	20	24	3 366	810	145	369	366	64	125	229	1 919	2 108	1 258
1968	2 706	26	53	2 785	873	148	392	371	27	109	194	1 978	2 114	671
1969	2 686	59	251	2 996	918	162	408	358	23	144	213	2 059	2 226	770
1970	3 358	109	28	3 495	959	161	436	380	30	179	241	2 177	2 386	1 109
September														
1962	1 809	8	264	2 081	663	132	297	356	15	26	163	1 611	1 652	429
1963	2 286	10	68	2 364	696	136	318	351	46	20	187	1 688	1 754	610
1964	1 727	29	395	2 151	747	134	346	361	13	40	169	1 757	1 810	341
1965	2 658	27	28	2 713	807	142	369	375	22	49	200	1 893	1 964	749
1966	2 339	23	72	2 434	810	140	374	376	20	56	196	1 896	1 972	462
1967	2 767	22	70	2 859	856	146	399	372	37	34	207	1 980	2 051	808
1968	2 647	34	83	2 764	878	144	422	364	14	55	204	2 012	2 081	683
1969	2 117	157	432	2 706	935	158	472	366	8	45	198	2 129	2 182	524
1970	3 177	215	40	3 432	995	162	478	385	25	85	232	2 252	2 362	1 070

Kleine energiewirtschaftliche Rundschau

Konfrontation von Umweltschutz und Stromversorgung; neue Akzente in den Geschäftsberichten; Personalpolitik in Bewegung

Von *F. Wanner*, Zürich

Es ist eine Tatsache: Die Verhandlungen mit den Öl-Herren im Nahen Osten und die bisher in einem einzigen Jahr erfolgten Preiserhöhungen für das Heizöl haben den Sinn für die Auslands-Abhängigkeit und die Risiken unserer Energieversorgung geschärft. Für ein Land, dessen Energieversorgung zu mehr als 75 % auf der Einfuhr flüssiger Brennstoffe beruht, ist es nicht gleichgültig, dass man die Mehrausgabe für die ausgehandelte fünfjährige Vertragsperiode auf 1,7 Milliarden Franken veranschlagt. Das Interesse für die elektrische Raumheizung verzeichnet in letzter Zeit schlagartig eine Zunahme und verstärkt den Zwang der Werke zu einem beschleunigten Ausbau ihrer Transport- und Verteilnetze. Daran vermag auch die Vision einer neuen Energiequelle, wie sie das Erdgas darstellt und die das besondere Wohlwollen unseres Energiewirtschaftsdepartementes zu besitzen scheint, nicht viel zu ändern. Bei kriegerischen Verwicklungen kann die Liefersicherheit dem Bezüger kaum gewährleistet werden und daran wird auch die jetzt zu bauende Erdgas-Transit-Leitung von Holland nach Italien nichts ändern.

*

Im Hinblick auf die erneut aufflammende Kühlwasserdiskussion, die Diskussion über Standortfragen für Atomkraftwerke und die Opposition gegen Hochspannungsleitungen ist wohl auch die Schaffung eines Bundesamtes für den Umweltschutz, in dem evtl. das bisherige Amt für Gewässerschutz aufgehen soll, eine Notwendigkeit. Dieses Amt wird allerdings seine Aufgabe ohne eine klare Abgrenzung seiner Kompetenzen und ohne die Verpflichtung zur Koordination und zur Interessenabwägung — in diesem Fall Sicherung der Stromversorgung gegen überspitzte Umweltschutz-Forderungen — nicht erfüllen können. Ebensosehr wird zu seinem Aufgabenkreis die Aufstellung von Prioritäten und einer gewissen Rangordnung gehören. Denn schliesslich geht es ja nicht darum, allein die Umwelt — ein Begriff und ein Schlagwort, das bis jetzt jeder Abgrenzung entbehrt — zu schützen und dafür beispielsweise durch die Verhinderung des Baues von Hochspannungsleitungen oder von Atomkraftwerken die Bevölkerung zum Verzicht auf die Zunahme des Stromverbrauches zu zwingen. Dazu müsste es aber kommen, wenn man nach dem Ausbau unserer Wasserkräfte den Bau von Atomkraftwerken entweder an der Kühlwasserfrage oder an den für die Luftkühlung notwendigen Kühltürmen scheitern lassen wollte. Der behördliche Umweltschutz wird also nicht darum herumkommen, der Bevölkerung Alternativen wie «Kein neuer Stromkonsum, Kühlwasser-Toleranzen oder Kühltürme, noch grössere Abhängigkeit vom Öl, Hochspannungsfreileitungen oder Verkabelung mit entsprechend grösserem Betriebsrisiko und höheren Kosten» anzubieten. Das bescheidene Echo, das die diese Gefahren erstmals deutlich signalisierende Pressekonferenz der NOK vom 5. März in der Öffentlichkeit bisher gefunden hat, zeigt allerdings, dass hier nur eine langfristige und systematische Aufklärungsarbeit das Verständnis des Bürgers für die auf dem Spiel stehenden Werte zu wecken vermag.

Um das Mass der Dinge voll zu machen, fordert seit dem 1. April ein Nordwestschweizer Aktionskomitee ein generelles Verbot von Atomkraftwerk-Bauten und droht auch bereits mit einer Volksinitiative. Eine Beurteilung der Ernsthaftigkeit dieses politischen Vorstosses ist zur Zeit noch kaum möglich. Ob dem Energiewirtschaftsdepartement damit der Rükken gestärkt werden soll oder ob damit im Zeichen der Nationalratswahlen ein besonderes Wahlsüppchen gekocht werden soll, muss daher vorläufig offen bleiben.

Der vom VSE beschlossenen und gemeinsam mit der Elektrowirtschaft und der Ofel in den nächsten drei Jahren durchzuführenden Informations-Kampagne fehlt es deshalb nicht an einer für unsere Elektrizitätswirtschaft lebenswichtigen Thematik. Es ist leider eine Tatsache, dass sich die Öffentlichkeit kaum eine Vorstellung von den für die Sicherheit der Stromversorgung geltenden Voraussetzungen, den Substituierungsmöglichkeiten bei Ausfall einzelner Energiequellen und der Rolle der Energiewirtschaft als Ganzes zu machen vermag. Man kann heute fast von einer eigentlichen Hysterie, zum mindesten von heillosen Begriffsverwirrungen des Bürgers sprechen. *Der Umweltschutz hat eine groteske Jagd nach Sündenböcken und nach Selbstanklagen eröffnet. Er schiesst aber dort weit übers Ziel hinaus, wo er uns die Rückkehr zum Primitiven predigt und eine absolute Herrschaft anstrebt.*

*

Noch immer gibt es auch in unserer Branche viele nichtssagende Geschäftsberichte. Mit einem Lippenbekenntnis für eine grössere Publizität ist es nicht getan. Angesichts der öffentlichen Aufgabe der Elektrizitätsversorgung stellt der Geschäftsbericht der Werke eine periodisch fliessende Informationsquelle dar, die für die Meinungsbildung des Bürgers wie des eigenen Personals von Bedeutung ist. Der Wettlauf nach möglichst kostspieliger grafischer Gestaltung und die Degradierung vieler Geschäftsberichte zu einem farbigen Bilderbuch ist allerdings keine Lösung. Informationen über den Jahresabschluss dürfen zwar schön verpackt sein, aber sie werden auch in unserem Zeitalter der Bildersprache nach ihrer wirklichen Aussagekraft beurteilt. Unterschätzt wird vielfach noch die Rolle des Geschäftsberichtes für die Personalwerbung. Im Zeichen einer richtig verstandenen Mitbestimmung und Identifizierung mit der gemeinsamen Aufgabe bietet sich hier Gelegenheit, die Leistungen, Anstrengungen und Erfolge der Mitarbeiter richtig ins Licht zu stellen und der Öffentlichkeit glaubhaft zu machen. Auch in dieser Beziehung lassen viele Geschäftsberichte heute noch viele Wünsche offen. Es gibt keine bessere Gelegenheit, dem Personal die gebührende Referenz zu erweisen und das Bewusstsein für die gemeinsame Zielsetzung zu vertiefen, als den Geschäftsbericht. Leider findet sich eine derartige personalpolitische Akzentsetzung erst in wenigen Geschäftsberichten. Es ist offenkundig, dass gerade im Bereich der Elektrizitätswerke der Jahresbericht noch allzu oft nach einem erstarrten Schema erstattet wird, und dass die Dürftig-

keit seiner Präsentation in keinem Verhältnis zu der lebenswichtigen Aufgabe der Stromversorgung und der Höhe der darin investierten öffentlichen und privaten Kapitalien steht. *Darum sei hier noch einmal auf die meinungsbildende Kraft der Geschäftsberichte hingewiesen, die durch eine moderne Gestaltung und eine Erläuterung der Geschäftspolitik ganz wesentlich gesteigert werden kann.*

*

Auch die Elektrizitätswerke haben trotz ihrer verhältnismässig kleinen Personalbestände Personalsorgen und werden von der Dynamik und der Unruhe auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt mitbetroffen. Abwerbungen mit oft recht fragwürdigen Methoden und höhere Lohnangebote gehören auch hier fast zum täglichen Brot der Personalchefs und Betriebsleitungen, obwohl Firmentreue und Berufsstolz in vielen Elektrizitätswerken durchaus keine leeren Worte sind. Lohnvergleiche und das Ausspielen aller übrigen Nebenleistungen sind aber eine ansteckende Zeitkrankheit, besonders wenn sie durch eine überdimensionierte Publizität auf dem Sektor der öffentlichen Arbeitgeber geradezu provoziert werden. So wird leider auch diesmal die, von Bern aus dem Bundespersonal ausgerechnet in der Zeit der grössten Personalknappheit vom 55. Altersjahr an versprochene fünfte Ferienwoche, genau wie der überforcierte Ausbau von Kinderzulagen, Wohnungszulagen, Wegzulagen und Versicherungsleistungen, wiederum den berüchtigten Schneeballen-Effekt auslösen.

Gewiss, auch in der Privatwirtschaft treibt die Personalnot oft merkwürdige Blüten, wobei die Titelflut und die Erteilung der Unterschrift als Lohnbestandteil und Honorierung des Sozialprestiges vielleicht noch zu den harmloseren Erscheinungen gehören. Während die Armee den «Herrn» abschafft und das Postulat der gleichen Uniform und der gleichen Küche für Soldat und Offizier verwirklichen will, macht sich im zivilen Bereich eine Gegenströmung breit, die Soziologen, Sprachgelehrte und Politiker gleichermassen in Erstaunen setzen muss. Die Stellen-Inserate unserer Zeitungen sind eine Fundgrube für das Prestige-Bedürfnis unserer Zeit. Sie zeigen, wie sehr der Zweck die Mittel heiligt. Wir befinden uns in einer Revolution der Titel und Berufsbezeichnungen, die jedes Mass zu verlieren droht und sich allzu oft als Jahrmarkt der Eitelkeit präsentiert.

Wohin uns eine immer mehr den Werbe- und Public-Relations-Wunderdoktoren ausgelieferte Personalpolitk schliesslich noch führen wird, ist kaum abzusehen. Auf jeden Fall sind wir schon jetzt an einem Punkt angelangt, der zu einer ernsthaften Inventar-Aufnahme zwingt und wo nicht mehr der Arbeitnehmer, sondern der Arbeitgeber vor Ausbeutung und Ausnützung einer offenkundigen Notlage geschützt werden muss.

Adresse des Autors:
Dr. *F. Wanner,* Direktor der EKZ, Dreikönigstr. 18, 8022 Zürich.

Erdschlussprobleme in Hochspannungsnetzen bis 30 kV

Von *J. Wild,* Arbon

(Fortsetzung aus Nr. 8/1970)

Fig. 12 zeigt die Verhältnisse für ein 16-kV-Netz mit 60 A Erdschlußstrom, bezogen auf den ungelöschten Zustand. Wird die Löschspule auf Resonanz abgestimmt, das heisst $\omega L = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\omega C}$, so ist unabhängig vom ohmschen Übergangswiderstand R an der Fehlerstelle die an der Löschspule wirksame EMK E gleich der EMK der erdschlussbehafteten Phase, in unserem Beispiel gleich der EMK E_T. Die fehlerhafte Phase weist gegen Erde keine Spannung auf, der resultierende Erdschlußstrom ist gleich Null. Die Ortskurve der neutralen Erde reduziert sich sozusagen auf einen Punkt, die Spitze der EMK E_T. Wird die Löschspule in positivem oder negativen Sinne verstimmt, so stellt der volle Kreis über der erdschlussbehafteten Phase die Ortskurve der Punkte neutraler Erde dar. Der obere Halbkreis — identisch mit dem Halbkreis im isolierten Netz — gilt für den Fall, wo der induktive Widerstand der Löschspule grösser als dem Resonanzfall entspricht, gewählt wird.

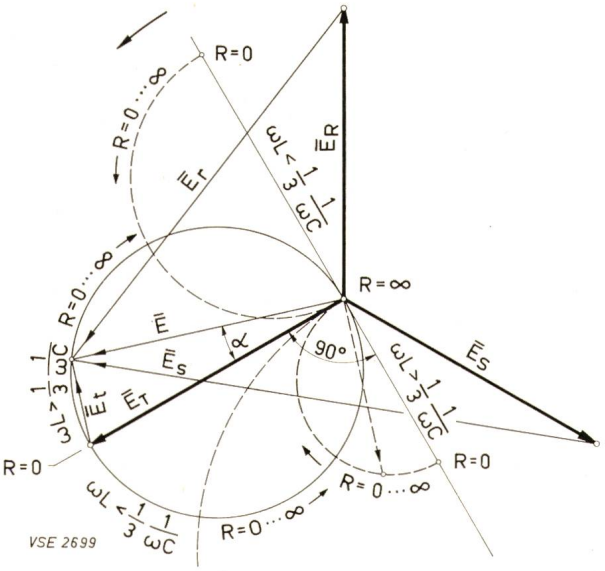


Fig. 12
Ortskurven für direkten Erdschluss im gelöschten Netz

U = 16 kV

$\frac{1}{\omega C} = 462\ \Omega$

0 1 2 3 4 5 6 kV
0 10 20 30 40 50 60 A

$$\operatorname{tg}\alpha = \left(\frac{1}{\omega L} - 3\,\omega C\right) R$$

Der untere Halbkreis gilt entsprechend für den umgekehrten Fall. Der Vektor E, als Differenz-EMK zwischen dem Systemnullpunkt des speisenden Hauptransformators und der neutralen Erde, stellt zugleich die an der Löschspule wirksame EMK E_L dar. Die EMK E_L-Ortskurve ist durch denselben Kreis dargestellt. Die Punkte neutraler Erde für einen bestimmten Erdübergangswiderstand liegen lediglich je nach dem kapazitiven Erdschlußstrom des Netzes und dem Verstimmungsgrad der Löschspule auf einem anderen Punkt des Kreises. Anders verhält es sich mit den Ortskurven des Erdschlußstromes. Hier ist bei der Wahl eines bestimmten Massstabes der Durchmesser des Halbkreises vom kapazitiven Erdschlußstrom des Netzes und der Verstimmung der Löschspule abhängig. Die in bezug auf die erdschlussbehaftete EMK E_T oberen Stromhalbkreise gelten für $\omega L < \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\omega C}$, die unteren Halbkreise entsprechend für $\omega L > \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\omega C}$ · EMK E und resultierender Erdschlußstrom J stehen in allen Fällen immer unter einem Winkel von 90°. Für tg α, den Winkel zwischen der erdschlussbehafteten Phasen-EMK E_T und der EMK E — identisch mit Löschspulen EMK — gilt im positiven wie im negativen Sinn die gleiche Beziehung

$$\operatorname{tg} \alpha = \left(\frac{1}{\omega L} - 3 \omega C \right) \cdot R$$

Die Kompensation des kapazitiven Erdschlußstromes bietet einige wesentliche Vorteile. Erstens wird ein grosser Teil der Erdschlusslichtbögen gelöscht, so dass die Zahl der eigentlichen Betriebsstörungen reduziert wird. Zweitens entstehen keine Überspannungen durch intermittierende Erdschlüsse. Ferner werden die an der Erdschlußstelle auftretenden Einwirkspannungen erheblich reduziert. Auch in Stadtnetzen ist die Kompensation des Erdschlußstromes vorteilhaft. Wegen des kleinen Erdschluss-Reststromes treten explosionsartige Zerstörungen von Muffen und Endverschlüssen nicht auf.

Nach diesem mehr theoretischen Exkurs kehren wir zu praktischen Problemen im Zusammenhang mit Erdschlüssen in Hochspannungsnetzen zurück.

Die Art und Weise, wie eine erdschlussbehaftete Leitung ermittelt wird, wird im allgemeinen heute noch in der Schweiz mit sehr einfachen Mitteln bewerkstelligt. Sehr häufig wird unter Inkaufnahme einer spannungslosen Pause von ca. 0,3 Sekunden die automatische Schnellwiedereinschaltung der Leitungen bewusst eingeleitet und so die fehlerhafte Leitung eruiert. Die automatische Anzeige der kranken Leitung durch Erdschluss-Richtungsrelais, die sich z. B. in Österreich schon seit längerer Zeit gut bewährt hat, wird auch in der Schweiz zur vermehrten Anwendung kommen. Ist die fehlerhafte Leitung gefunden und handelt es sich um einen bleibenden Erdschluss, z. B. eine zerrissene Freileitung, so ist das betreffende Linienfeld so rasch als möglich auf die zweite Sammelschiene zu schalten und damit separat zu speisen. Mit dieser Massnahme werden zwei Vorteile erreicht. Erstens beschränkt sich die erhöhte Spannung gegen Erde auf die beiden gesunden Phasen und damit die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines doppelpoligen Erdschlusses auf das Gebiet einer Leitung; zweitens reduziert sich der an der Fehlerstelle wirksame Erdschlußstrom und damit das Gefahrenmoment ganz bedeutend. Hier kommen die grossen Vorteile der stetig regulierbaren Löschspulen richtig zum Ausdruck, da auf dem Separatbetrieb die Reserve-Löschspule auf den Teilerdschlußstrom der betreffenden Leitung eingestellt werden kann.

Mit der stetig regulierbaren Löschspule sind aber noch andere, ganz bedeutende betriebliche Vorteile verbunden. Wir haben eingangs gesehen, dass im isoliert betriebenen Netz der Erdschlußstrom entweder berechnet oder unter Inkaufnahme eines gewissen Gefahrenmomentes gemessen werden muss. Mit der stetig regulierbaren Löschspule ist es möglich, den kapazitiven Gesamterdschlußstrom oder Teilerdschlußstrom einer einzelnen Leitung zu messen, ohne dass im Netz ein Erdschluss eingeleitet werden muss.

Unter anderem, wegen der Unsymmetrie der Kapazitäten der drei Phasen gegen Erde in Freileitungsnetzen, ist im gesunden Zustand des Netzes zwischen dem Systemnullpunkt des speisenden Hauptransformators und der neutralen Erde immer eine kleine Nullspannung vorhanden. Durch Verstimmen der Löschspule kann, wie in Fig. 13 dargestellt, eine Resonanzkurve aufgenommen werden. Die dem Spannungsmaximum entsprechende Spuleneinstellung entspricht nämlich dem kapazitiven Erdschlußstrom des zugeschalteten Netzteiles. Aus dem Kurvenblatt ersehen Sie die Messresultate einer solchen Messung in einem 8-kV-Netz. Schaltet man die Leitungen mit vorwiegend Freileitungscharakter zusammen, so erhält man der grösseren Unsymmetrie wegen eine gestrichelt eingezeichnete Resonanzkurve mit höherem Spannungsmaximum. Sie ergibt einen Erdschlußstromanteil von 13,5 A. Anderseits ergaben die parallel geschalteten Kabelleitungen desselben Unterwerkes einen Erdschlußstromanteil von 31,5 A, wie die strichpunktierte Kurve zeigt. Ausgezogen ist die Resonanzkurve des Gesamtbetriebes mit dem Summenerdschlußstrom von 13,5 + 31,5 = 45 A dargestellt.

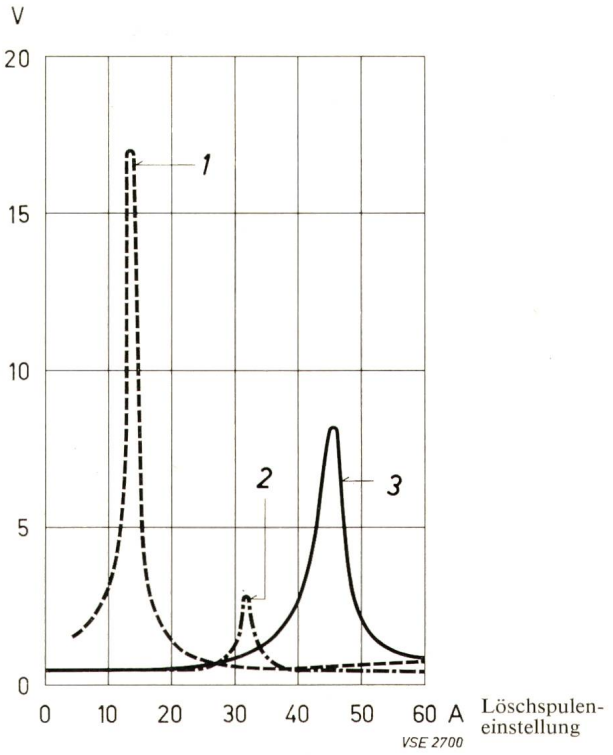


Fig. 13
Sekundäre Spannung an der Löschspule im 8 kV-Betrieb in Funktion der Einstellung der Löschspule U ≃ 8,75 kV
1 vorwiegend Freileitungen
2 Kabelleitungen
3 Kabel- und Freileitungen

Je nach den Netzverhältnissen, insbesondere bei einem grossen Anteil an Freileitungen, stellt man im erdschlussfreien Zustand des Netzes beim Abstimmen der Löschspule auf Resonanz fest, dass sich gewisse Verlagerungen der Spannungen der drei Phasen gegen Erde ergeben. Das Resultat solch einer Messung anhand der Anzeigen der Erdschlussprüfung eines mit 8 kV betriebenen Unterwerkes zeigt Ihnen Fig. 14. Den Resonanzpunkt, identisch mit dem kapazitiven Erdschlußstrom des Netzes, entnehmen Sie dem Diagramm zu 46 A. Bei genauer Abstimmung weichen die drei Spannungen gegen Erde bis ca. ± 10 % vom Normalwert ab. Diese Erscheinung steht mit der im Netz vorhandenen Nullspannung im Zusammenhang. Es wird somit ein Erdschluss über hochohmigen Widerstand an der Erdschlußstelle vorgetäuscht. Diese Erscheinung kann durch eine kleine Verstimmung der Löschspule im Bereich von etwa ± 10 % sehr stark unterdrückt werden.

Im Zusammenhang mit der vermehrt anfallenden Bandenergie aus Atomkraftwerken und der Preissituation auf dem Ölsektor, gewinnt der Betrieb von Hochspannungs-Elektrokesseln immer mehr an Bedeutung. Solche Elektrokessel haben in hohem Masse ihre Rückwirkungen bei einem Erdschluss irgendwo auf einer Leitung des speisenden Unterwerkes.

In der Fig. 15 sind die Verhältnisse vereinfacht dargestellt. Auf einer Leitung des Hochspannungsnetzes sei ein Hochspannungs-Elektrokessel, Pos. 5, ans Netz angeschlossen. Da bei solchen Kesseln die Hochspannung direkt ins Wasser geleitet wird und die Kesselwandung direkt mit der Erde in Verbindung steht, kann im Ersatzschema der Hochspannungs-Elektrokessel durch drei ohmsche Widerstände gegen Erde dargestellt werden.

Bei einem Erdschluss, irgendwo im gleichen Unterwerksgebiet, wo ein Hochspannungs-Elektrokessel in Betrieb steht, fliessen über die Erdschlußstelle, Pos. 4, zwei Erdschlußstromanteile. Einerseits der kapazitive Anteil, abhängig von der Netzausdehnung und anderseits ein ohmscher Anteil, geliefert vom Elektrokessel. Analog den Verhältnissen auf der kapazitiven Seite liefert der Elektrokessel einen ohmschen Erdschlußstromanteil der ungefähr das Dreifache des Kesselstromes vor Eintritt des Erdschlusses ist. Da solche Elektrokessel Nennleistungen in der Grössenordnung von einigen tausend kW bis ca. 10000 kW aufweisen, liefern solche Kessel den grössten Anteil am resultierenden Erdschlußstrom. Nehmen wir z. B. an, ein an einem 16-kV-Netz angeschlossener Hochspannungs-Elektrokessel stehe mit einer Leistung von 5000 kW in Betrieb. Ohne Erdschluss im Netz nimmt der Elektrokessel einen Strom von 180 A auf. Beim Auftreten des Erdschlusses im Netz, niederohmiger Übergangswiderstand R_E an der Erdschlußstelle vorausgesetzt, steigt der Kesselstrom in den beiden fehlerfreien Phasen auf $\sqrt{3} \cdot 180 = 310$ A an, so dass ein ohmscher Anteil im Erdschlußstrom von $\sqrt{3} \cdot 310 = 540$ A auftritt. Selbstverständlich wird wegen den Spannungsabfällen auf den Übertragungsanlagen der effektive Stromanteil vom Elektrokessel etwas kleiner ausfallen. Ich wollte Ihnen aber immerhin zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass der ohmsche Anteil im Erdschlußstrom das Vielfache des kapazitiven Stromes betragen kann, sehr gross ist.

Da naturgemäss auch im gelöschten Netz ein ohmscher Erdschlußstrom nicht kompensiert werden kann, muss bei den Hochspannungs-Elektrokesselanlagen ein Erdschluss-Relais installiert werden, das den Summenstrom der drei Kesselphasen überwacht. Sobald dieser Summenstrom von Null abweicht, was im Falle eines Erdschlusses im Netz der Fall ist, muss der Elektrokessel sofort ausgeschaltet werden.

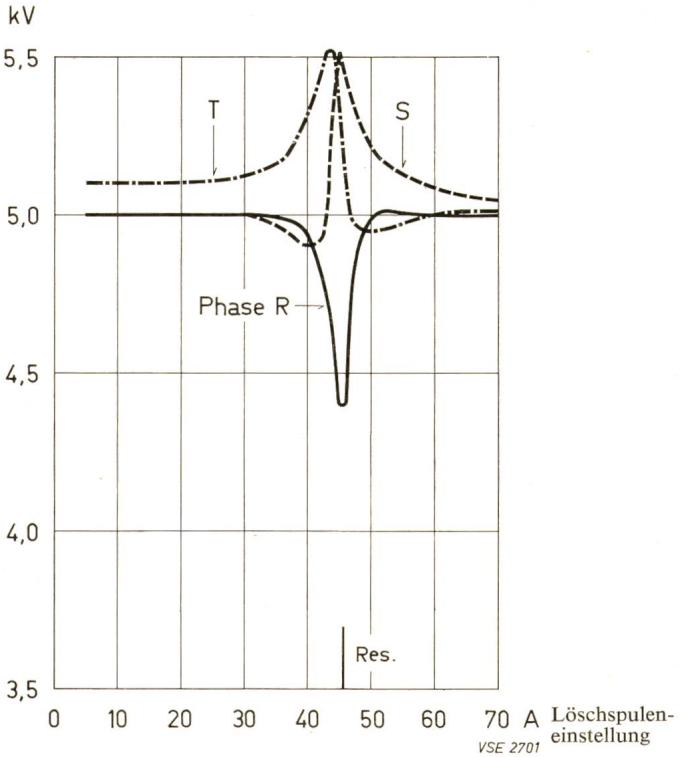


Fig. 14
Spannungen der 8 kV Erdschlussprüfung in Funktion der Einstellung der Löschspule U ≅ 8,75 kV
Alle Leitungen parallel geschaltet (Normalzustand)
60,9 km Freileitung
27,7 km Gürtelkabel
19,8 km Höchstädterkabel

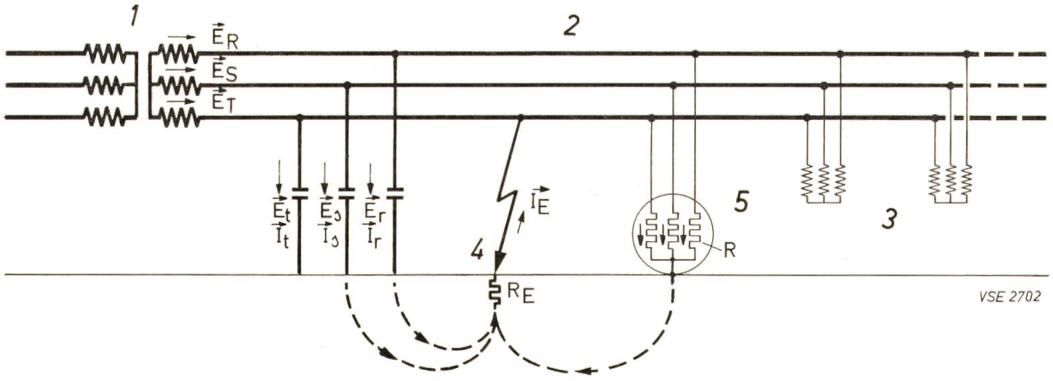


Fig. 15
Isoliertes Netz mit Hochspannungs-Elektrokessel
1 Haupttrafo im UW
2 Hochspannungsnetz
3 Ortstrafo
4 Erdschluss-Stelle
5 Hochspannungs-Elektrokessel

Sie ersehen daraus, dass das Prinzip der Objektabschaltung beim Abweichen des Summenstromes vom Wert Null, wie es in neuerer Zeit bei den Fehlerstromschutzschaltern für Niederspannungsnetze propagiert wird, nicht neu ist. Bereits seit ca. 35 Jahren haben sich die beschriebenen Erdschlussrelais für Hochspannungs-Elektrokessel bestens bewährt.

Meine Ausführungen über Erdschlussprobleme in Hochspannungsanlagen wären unvollständig, wenn ich nicht noch auf den Einfluss der höheren Harmonischen auf den Erdschlußstrom zu sprechen käme.

In einem isoliert betriebenen Hochspannungsnetz bestimmen die kapazitiven Widerstände der einzelnen Phasen gegen Erde den kapazitiven Erdschlußstrom. Da die kapazitiven Widerstände mit steigender Frequenz proportional abnehmen, kann unter Umständen der Oberwellengehalt in der 50-Hertz-Netzsinuskurve zur Folge haben, dass zusätzlich zum 50-Hz-Erdschlußstrom ein ganz beträchtlicher, von den Oberwellen herrührender Erdschlußstrom fliesst. Eine auf 50 Hz abgestimmte Löschspule kompensiert naturgemäss kapazitive Erdschlußströme von höherer Frequenz nicht.

Im allgemeinen sticht in der 50-Hz-Sinuskurve der Netzspannung die 5. Oberwelle, d.h. eine überlagerte Frequenz von 250 Hz hervor. Ihr Anteil ist aufgrund von Messungen während den Niederbelastungsstunden des Netzes etwas grösser als während den Hochtarifstunden. Nehmen wir z.B. an, ein Netz mit einem kapazitiven 50-Hz-Erdschlußstrom von 150 A sei mit einer auf Resonanz abgestimmten Löschspule kompensiert. In der Netzspannungskurve sei eine 5. Harmonische von 4 % der Grundwelle enthalten. Trotz auf Resonanz abgestimmter Löschspule wird bei einem niederohmigen Erdschluss ein zusätzlicher 250-Hz-Erdschlußstrom von $150 \cdot \frac{250}{50} \cdot 0{,}04 = 30$ A fliessen. Im allgemeinen ist aber unter heutigen Verhältnissen wegen der besseren Konstruktion der Generatoren und anderer Umstände der Anteil der 5. Harmonischen wesentlich kleiner als 4 %. Messungen des Oberwellengehaltes in einzelnen 16 kV-Netzteilen der Kantonswerke der NOK ergaben, dass im Zeitraum der letzten 17 Jahre der Anteil der 5. Harmonischen an Werktagen von 2,3 auf 0,42 %, an Sonntagen von 3,4 auf 0,54 % zurückgegangen ist.

In Netzen mit wesentlich mehr als ca. 100 A 50-Hz-Erdschlußstrom empfiehlt es sich, die Verhältnisse in bezug auf den Einfluss der höheren Harmonischen speziell zu überprüfen. Es ist mir bewusst, dass ich mich in dem mir zur Verfügung stehenden Raum auf die Probleme des direkten Erdschlusses beschränken musste. Wenn es mir aber trotzdem gelungen ist, Ihnen die wesentlichen Probleme im Zusammenhang mit Erdschlüssen in isolierten und gelöschten Hochspannungsnetzen aufzuzeigen, so habe ich die mir gestellte Aufgabe erfüllt. Diejenigen Leser, welche sich noch mehr in die Probleme vertiefen wollen, darf ich auf meine beiden seinerzeit in den Bulletins des SEV Nr. 25/1937 und Nr. 2/1954 erschienenen Arbeiten verweisen. In Deutschland wie auch in Österreich werden Netze bis 30 kV Spannung viel häufiger als bei uns mit Löschspulen betrieben. Über Erfahrungen in Deutschland mit der Netzsternpunktbehandlung geben die entsprechenden Veröffentlichungen in den AEG-Mitteilungen 56 (1966) und in Nr. 21 der Zeitschrift «Elektrizitätswirtschaft» vom 12. Oktober 1970 sehr interessante Aufschlüsse.

Adresse des Autors:
J. Wild, Direktor des Elektrizitätswerkes des Kt. Thurgau, 9320 Arbon.

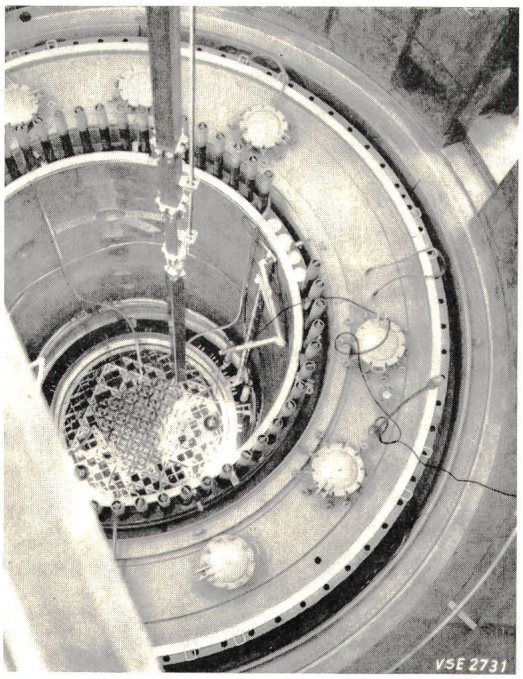
Aus dem Kraftwerkbau

Atomkraftwerk Mühleberg erstmals kritisch

Der Bau des Atomkraftwerkes Mühleberg der BKW ist in eine entscheidende Phase eingetreten: Beladen des Reaktors mit nuklearem Brennstoff und Erreichen des kritischen Zustandes.

Der Siedewasserreaktor (Typ General Electric) wurde in der Zeit vom 26. Februar bis 7. März 1971 *mit nuklearem Brennstoff geladen.* Die für eine volle Charge benötigten 228 Brennelementbündel (total 50 Tonnen) wurden im Dezember des vergangenen Jahres vom Herstellerwerk Wilmington (USA) auf die Baustelle transportiert und hierauf einer peinlich genauen Eingangsinspektion unterzogen. Jedes Brennelementbündel besteht aus 49 Zirkonröhrchen von 4,5 Meter Länge, welche den Brennstoff in Form von gesinterten Uranoxydpillen enthalten. Der Ladevorgang war ziemlich langwierig und fand jeweils zwischen 20.00 Uhr abends und 07.00 Uhr morgens statt, um nicht mit den noch in Gang befindlichen Montagearbeiten in Konflikt zu kommen. Pro Nacht wurden zwischen 15 und 25 Brennelementbündel geladen. Aus nebenstehender Abbildung ist der Ladevorgang gut ersichtlich. Mit Hilfe eines Spezialgreifers wird ein Brennelementbündel eingesetzt. In der Mitte des 16 Meter tiefen Reaktordruckgefässes sind die im Zeitpunkt der Aufnahme geladenen 120 Brennelementbündel, also etwas mehr als die Hälfte der Charge, erkennbar.

Am Sonntag, 7. März 1971, wurde im Atomkraftwerk Mühleberg nach Abschluss des Ladens des Reaktors mit nuklearem Brennstoff erstmals der sogenannte *kritische Zustand,* bei dem eine selbsterhal-



tende Kettenreaktion abläuft, erreicht. Noch am gleichen Tag wurde der Reaktor durch Herausziehen einzelner borhaltiger Kontrollstäbe etwa dreissigmal kritisch gefahren, wobei nachgewiesen wurde, dass die für den sicheren Betrieb notwendigen Margen vorhanden sind und der nukleare Brennstoff die spezifizierten Toleranzen erfüllt. Das weitere Programm sieht vor, während etwa drei Wochen bei offenem Druckgefäss zusätzliche kritische Experimente zur Eichung der Kontrollstäbe und der nuklearen Instrumentierung durchzuführen. Anschliessend wird das Druckgefäss geschlossen und zum ersten Mal nuklear aufgeheizt. *Me*

Erratum

Im Artikel «Rückwirkungen der Geräte mit Phasenanschnittsteuerung auf die Verteilnetze der Elektrizitätswerke», Seiten des VSE Nr. 21 vom 17. Oktober 1970 wurde gesagt, dass Geräte bis 1 kW Anschlussleistung im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1550 kHz radiostörschutzpflichtig sind.

Die am 27. April 1966 in Kraft getretene Neufassung der Verfügung des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes betreffend den Radiostörschutz erfasst jedoch alle elektrischen Apparate und Anlagen ohne Begrenzung der Leistung; sie erstreckt sich auf den Frequenzbereich von 150 kHz bis 1000 MHz.

Nach wie vor nicht unter diese Verfügung fallen die Störeinflüsse mit Frequenzen bis 150 kHz. Die vom VSE am 19. Juli 1969 veröffentlichten Empfehlungen über den Anschluss statischer Regler und Gleichrichter mit Phasenanschnittsteuerung werden mit dieser Berichtigung nicht berührt.

60 Jahre Elektrizitätsversorgung Spreitenbach

Letztes Jahr konnte die Elektrizitätsversorgung Spreitenbach (EVS) auf ihr sechzigjähriges Bestehen zurückblicken. Am 13. November 1970 fand eine Besichtigung der neu erstellten Anlagen mit anschliessender Feier statt. Die EVS hat anlässlich dieses Jubiläums eine Broschüre herausgegeben, welche die Entwicklung der Versorgung der Gemeinde mit elektrischer Energie ausführlich wiedergibt.

Der Grund des Feierns lag nicht nur im Jubiläum, sondern auch in der Tatsache, dass die Gemeinde sich in einem starken Umschwung befindet und das Jahr 1970 in der Entwicklung der Elektrizitätsversorgung der Gemeinde einen besonderen Markstein bildet.

Die Gemeinde war in den letzten Jahren starken Einflüssen unterworfen, welche strukturelle Änderungen in der Energieversorgung zur Folge hatten. Die Gemeinde liegt an der wichtigen Verkehrsader Baden–Zürich im Limmattal und weist eine Fläche von 788 ha auf, von denen 250 ha bewaldet sind. Der in den letzten Jahren stark angewachsene Wohnungsbau und die neu aufgebauten Industriewerke stellten die Gemeindebehörde vor bedeutende Aufgaben. Der Bau der Nationalstrasse N 1 sowie des Güterbahnhofes der SBB dürfen als wesentliche Belastungen in verschiedener Hinsicht erwähnt werden. Im Jahre 1970 erfolgte zudem die Eröffnung des Shopping Centers, welcher mit seinem Bedarf an elektrischer Energie zu den Grossbezügern zu zählen ist, und es ist wohl angebracht, darüber einige Daten bekanntzugeben:

Nutzflächen:

— Vermietbare Verkaufsfläche	ca. 25 000 m²	47,2 %
— Vermietbare Lagerfläche	ca. 10 000 m²	18,9 %
— Öffentliche Kundenzonen (Ladenstrassen usw.)	ca. 6 000 m²	11,3 %
— Nebenräume (Klimatisationsanlagen, Trafostationen, Hallenbad usw.)	ca. 12 000 m²	22,6 %
— Totale Nutzfläche	ca. 53 000 m²	100,0 %

Leistungs- und Energiebedarf:

— Installierte Leistung 10 Trafos zu 630 kVA	6300 kVA
— Notstromgruppe	400 kVA
— Energiebezug im 3. Quartal 1970, umgerechnet auf 1 Jahr	12 GWh
— Max. bezogene Leistung im 3. Quartal 1970	2800 kW
— Benützungsdauer im 3. Quartal 1970, umgerechnet auf 1 Jahr	4300 h

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Trafostationen des Einkaufszentrums ebenfalls das benachbarte 25stöckige Hochhaus mit 178 Wohnungen, 2300 m² Bürofläche (Bruttogeschossfläche) und 200 m² Ladenfläche speisen.

Für die Gesamtversorgung der Gemeinde mit elektrischer Energie ergibt sich folgendes Bild:

Hydrographisches Jahr	1968/69	1969/70	1970/71 (Prognose)
Max. bezogene Leistung	2440 kW	5500 kW	6600 kW
Jährlicher Energiebezug	10,1 GWh	28 GWh	35 GWh
Benützungsdauer	4140 h	5090 h	5300 h

(1 GWh = 1 Mio kWh)

Vom Jahr 68/69 auf das Jahr 69/70 ist somit ein Zuwachs von 125 % im Leistungs- und ein solcher von 177 % im Energiebezug zu verzeichnen.

Die installierte Transformatorleistung verteilt sich wie folgt:

— Shopping-Center	6300 kVA	35,1 %
— Industrie	6000 kVA	33,4 %
— Übriger Verbrauch	5650 kVA	31,5 %
— Total Gemeinde	17950 kVA	100,0 %

Das Einkaufszentrum stellt mit einem Anteil von 35,1 % an der gesamten installierten Leistung einen wesentlichen Verbraucher dar. *Rd*

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus

«Monatsbericht der Schweizerischen Nationalbank»)

Nr.		Jaunar 1970	Jaunar 1971
1.	Import . . . . . (Januar-) . . . . Export . . . . . (Januar-) . . . . — 10^6 Fr.	1 992,8 ( ) 1 490,3 ( )	2 089,8 ( ) 1 651,1 ( )
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	494	314
3.	Lebenskostenindex[1]) Sept. 1966 = 100 (Aug. 1939 = 100)	110,6 (249,8)	117,0 (264,3)
	Grosshandelsindex[1]) Jahresdurchschnitt 1963 = 100	110,2	112,4
	Grosshandelsindex ausgewählter Energieträger:		
	Feste Brennstoffe . . — 1963 = 100	130,2	160,8
	Gas (für Industriezwecke) — 1963 = 100	104,1	96,2
	Elektrische Energie. . — 1963 = 100	112,9	118,5
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 65 Städten	2 963	2 050
	(Januar-)	( )	( )
5.	Offizieller Diskontsatz . . . . %	3,75	3,75
6.	Nationalbank (Ultimo) Notenumlauf . . . . . 10^6 Fr.	11 608,3	12 332,0
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10^6 Fr.	3 293,1	4 542,0
	Goldbestand und Golddevisen . . . . . 10^6 Fr.	13 778,4	16 023,4
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold. . . . . %	77,23	70,05
7.	Börsenindex	30. 1. 70	29. 1.71
	Obligationen (eidg.)	93,12	93,90
	Aktien . . . . . — Durchschnitt 1966 = 100	162,2	155,0
	Industrieaktien — Durchschnitt 1966 = 100	167,7	157,2
8.	Zahl der Konkurse	60	53
	(Januar-)	( )	( )
	Zahl der Nachlassverträge	7	6
	(Januar-)	( )	( )
9.	Fremdenverkehr Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten	28	28
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein:*		
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr. . . (Januar-) . . . — 10^6 Fr.	114,6 ( )	(114,8[2]) ([2])
	Betriebsertrag . . . (Januar-) . . . — 10^6 Fr.	129,6 ( )	130,3[2]) ([2])

[1]) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Aug. 1939 = 100 fallen gelassen und durch die Basis Sept. 1966 = 100 ersetzt worden, für den Grosshandelsindex Jahr 1963 = 100.

[2]) Approximative Zahlen.

Nr.		Februar 1970	Februar 1971
1.	Import . . . . . (Januar-Februar) . . Export . . . . . (Januar-Februar) . . — 10^6 Fr.	2 166,9 (4 159,7) 1 703,9 (3 194,2)	2 362,1 (4 451,9) 1 806,3 (3 457,4)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	393	258
3.	Lebenskostenindex[1]) Sept. 1966 = 100 (Aug. 1939 = 100)	110,6 (249,8)	117,5 (265,4)
	Grosshandelsindex[1]) Jahresdurchschnitt 1963 = 100	110,7	112,9
	Grosshandelsindex ausgewählter Energieträger:		
	Feste Brennstoffe . . — 1963 = 100	130,7	161,1
	Gas (für Industriezwecke) — 1963 = 100	104,1	96,2
	Elektrische Energie. . — 1963 = 100	112,9	118,5
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 65 Städten	2 100	2 147
	(Januar-Februar)	(5 063)	(4 197)
5.	Offizieller Diskontsatz . . . . %	3,75	3,75
6.	Nationalbank (Ultimo) Notenumlauf . . . . . 10^6 Fr.	11 779,2	12 492,8
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10^6 Fr.	3 280,7	4 257,3
	Goldbestand und Golddevisen . . . . . 10^6 Fr.	13 719,9	15 962,5
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold. . . . . %	76,41	70,57
7.	Börsenindex	27. 2.70	26. 2.71
	Obligationen (eidg.)	91,41	94,43
	Aktien . . . . — Durchschnitt 1966 = 100	159,8	155,7
	Industrieaktien . — Durchschnitt 1966 = 100	163,7	157,4
8.	Zahl der Konkurse	54	53
	(Januar-Februar)	(114)	(106)
	Zahl der Nachlassverträge	12	7
	(Januar-Februar)	(19)	(13)
9.	Fremdenverkehr Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten	36	
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein:*		
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr. . . (Januar-Februar) . — 10^6 Fr.	118,1 (232,7)	(121,0[2]) (235,8[2])
	Betriebsertrag . . . (Januar-Februar) . — 10^6 Fr.	133,1 (262,7)	[2]) ([2])

[1]) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Aug. 1939 = 100 fallen gelassen und durch die Basis Sept. 1966 = 100 ersetzt worden, für den Grosshandelsindex Jahr 1963 = 100.

[2]) Approximative Zahlen.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1; Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telephon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80–4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.
Redaktor: Dr. *E. Bucher*

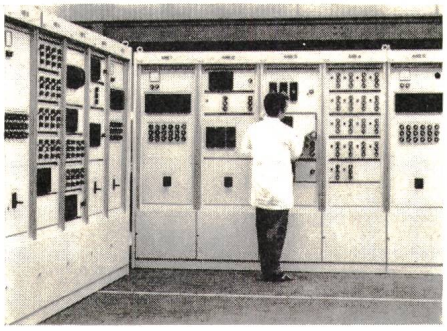
Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.

Bausteine als Grundelement einer wegweisenden Steuerungstechnik

Mit Bausteinen erleichtern wir Ihnen die Planung von Schaltschränken und Industriesteuerungen. Wir entwickelten für Sie ein System, dessen Einschübe sich einfach auswechseln lassen: ein ernsthaftes Spiel mit dem sicheren Einschubsystem NSE 2.

Die aus Einzelapparaten, Befehlsgeräten und Sicherungen zusammengesetzten Einschübe sind übersichtlich und raumsparend angeordnet. Somit entstehen Funktionseinheiten, die einzeln steckbar in Normschränke eingebaut werden. Ein Kodiersystem verhindert das Einfahren an falschen Stellen. Die Zuleitung verläuft senkrecht zu den einzelnen Etagen und Einschüben. Für das Anschliessen der ein- und abgehenden Kabel ist im Klemmenraum genügend Platz vorhanden.

Funktionseinheiten können schnell und sicher ohne Abschalten der gesamten Anlage ausgewechselt werden. Die Betriebsunterbrechungen werden dadurch kürzer. Die Verriegelung in der Betriebs- und Trennstellung ist in jeder Position abschliessbar und verhindert falsche Bedienung.



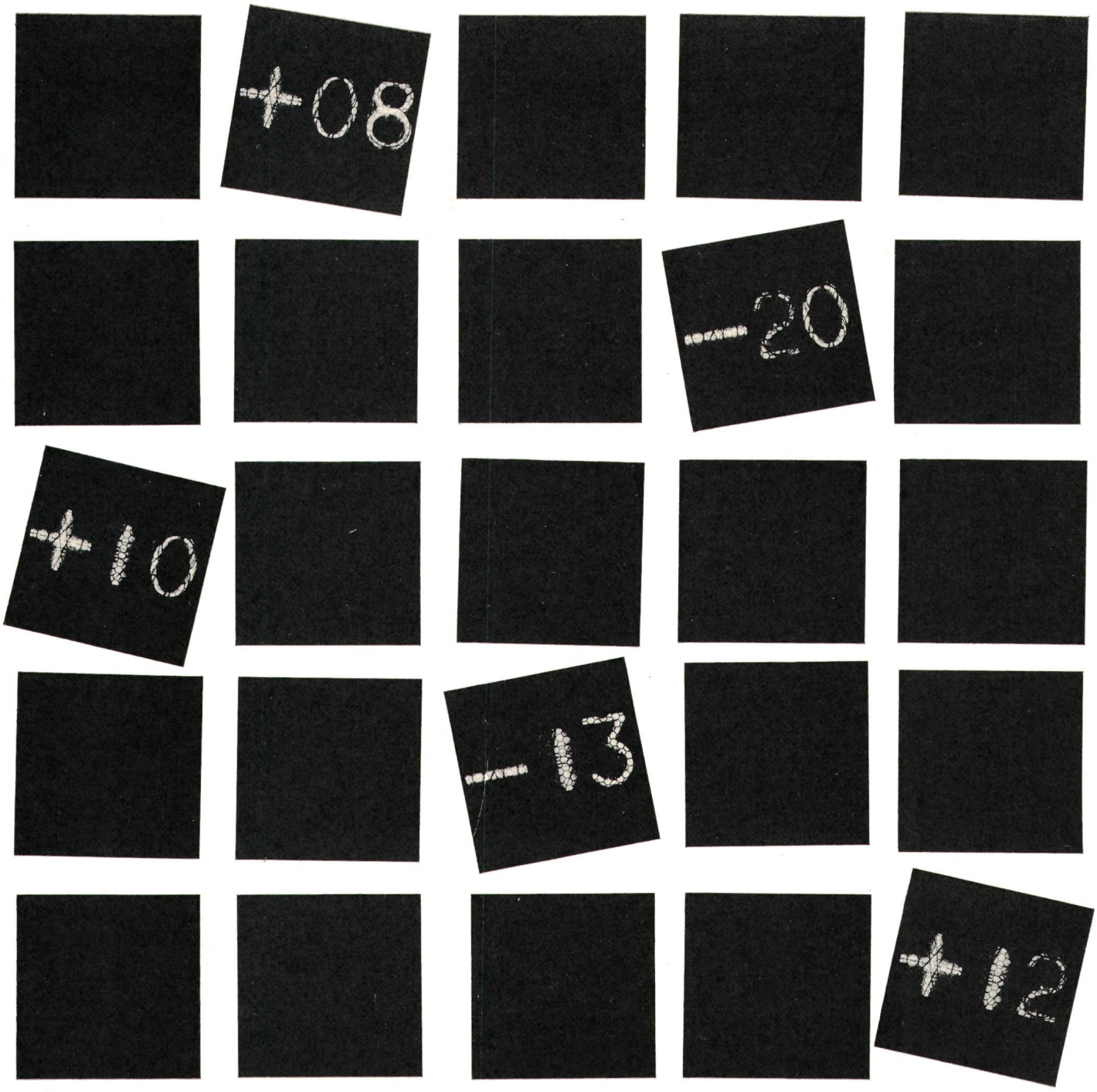
Nicht nur bei der Projektierung nützen Ihnen die Vorzüge des Einschubsystems NSE 2. Da Verdrahtung und Funktionsprüfung im Werk vorgenommen werden, liefern wir betriebsfertig. Das bedeutet kurze Montagezeit.

Diesmal liessen sich unsere Konstrukteure vom Baukasten anregen.
Vor lauter Freude am spielerischen Bauen. Der gemeinsame Nenner: Einschubsystem NSE 2. Spielend leicht zu handhaben in der Steuerungstechnik

S&S

Sprecher & Schuh AG
Aarau / Schweiz

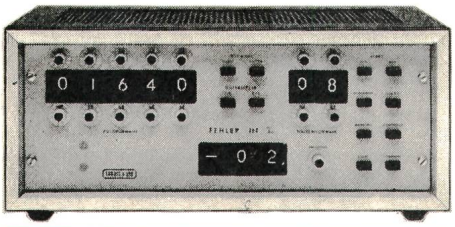
S 21.562.6.70



3485 K

Elektronik in der Zählereichung

Eichfehler-Rechner TVK1



Der Eichfehler-Rechner bestimmt den Zählerfehler automatisch und zeigt ihn sofort am Ende der Messung digital in ‰ mit Vorzeichen an.

Nach einfacher Vorwahl der Sollimpulszahl und der Anzahl abzuzählender Prüflingsumdrehungen genügt ein Druck der Starttaste, um den Meßvorgang einzuleiten. Der Eichfehler-Rechner ist speziell geeignet für Einzeleichung von Präzisions- und Spezialzählern sowie zur Reiheneinzeleichung von Normalzählern.

Er bietet folgende Vorteile:

- genaue, schnelle automatische Fehlerberechnung in Promille;
- digitale, direkte Fehleranzeige mit Nixie-Röhren;
- eingebauter Quarzoscillator für Zeit-Leistungs-Messungen;
- Untersetzer für Messungen bei $\cos\varphi = 0{,}5$ in derselben Zeit wie bei $\cos\varphi = 1$;
- doppelte Sollwertvorwahl und auf Wunsch Sollwerttabelle;
- verwendbar ohne Anpassung auf allen Wattmeterstationen und auf Eichzählerstationen mit speziellen impulsgebenden Eich- oder Präzisionszählern.

LANDIS & GYR

LANDIS & GYR AG
ZUG SCHWEIZ

Elektrizitätszähler
Fernwirktechnik
Wärmetechnik
Rundsteuerung
Kernphysik