

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 25 (1934)
Heft: 16

Rubrik: Einige zusammenfassende Angaben aus der auf Ende 1933 abgeschlossenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz und Vergleich mit den Ergebnissen früherer Ausgaben der Statistik

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.05.2025

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

VERLAG UND ADMINISTRATION:
A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich 4
Stauffacherquai 36/40

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXV. Jahrgang

N^o 16

Mittwoch, 1. August 1934

Einige zusammenfassende Angaben aus der auf Ende 1933 abgeschlossenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz und Vergleich mit den Ergebnissen früherer Ausgaben der Statistik.

(Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat.)

31(494):621.311

An Hand der soeben im Druck erschienenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, abgeschlossen Ende 1933, wird ein Ueberblick über den heutigen Stand der Elektrizitätsversorgung in der Schweiz gegeben und die errechneten Ergebnisse mit jenen früherer Statistiken verglichen.

L'article suivant donne un aperçu des résultats de la nouvelle statistique des entreprises électriques de la Suisse, arrêtée fin 1933, qui vient de paraître. Ces résultats sont ensuite comparés avec les indications des statistiques précédentes.

Seit einer Reihe von Jahren wird die Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz vom Starkstrominspektorat in einem zweijährigen Turnus bearbeitet. Anfangs dieses Jahres wurden wiederum die Angaben für eine kleine Ausgabe eingesammelt und zusammengestellt. Diese Statistik ist nun im Druck erschienen.

Die kleine Ausgabe der Statistik unterscheidet sich von der grossen Ausgabe dadurch, dass sie nur die grösseren Elektrizitätswerke umfasst, d. h. einerseits die Primärwerke mit eigenen Erzeugungsanlagen von wenigstens 300 kW Leistung und andererseits die Sekundärwerke (reine Wiederverkäuferwerke), die über eine Fremdleistung von 500 kW oder mehr verfügen.

Die letzte grosse Ausgabe der Statistik mit sämtlichen Elektrizitätswerken der Schweiz, die elektrische Energie an Dritte verkaufen, erschien Anfangs 1931 und enthält die Angaben auf Ende 1929. Schon in der Besprechung der letzten Statistikausgabe (siehe Bulletin SEV 1932, Nr. 15) wurde auf die verhältnismässig geringe Bedeutung der kleinen Primärwerke für die Gesamterzeugung der Schweiz hingewiesen, indem diese kleinen Werke in ihren eigenen Erzeugungsanlagen weniger als 1 % der Leistung der grossen, in der neuen Statistikausgabe erfassten Werke besitzen. Wird die Energieverteilung in Betracht gezogen, so zeigt sich, dass auf die kleinen Primär- und Sekundärwerke zusammen nur ca. 6 % des schweizerischen Gesamtverbrauches entfallen. Die nachfolgenden Statistikresultate geben also ein genügend genaues Bild über die Verhältnisse der schweizerischen Elektrizitätsversorgung, auch wenn sie sich nur auf die Ergebnisse der neuen kleinen Ausgabe stützen können. Da, wo die Tabellen die Gesamtergebnisse aller schweizerischen

Elektrizitätswerke erfassen, wurden sie unter Beizug der Ergebnisse der Statistik 1929 angenähert berechnet.

Im Zeitraum von 1929 bis 1931 war durch die letzte Statistik ein kleiner Rückgang des Energieverbrauches festgestellt worden. Diese rückläufige Bewegung war indessen nur vorübergehend und hat wieder einer kleinen Zunahme des Konsums Platz gemacht. Die *Energieabgabe in der Schweiz* (ohne den Export) betrug:

In den Jahren	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
10 ⁶ kWh	1510	1570	2070	2400	2780	2760	2905
Zunahme in %		4	32	16	16	-0,7	5

In dieser Zusammenstellung ist zu beachten, dass die Zahlen der Jahre 1919 bis 1925 zwei Zeiträume von je drei Jahren erfassen, während sich die späteren Zahlen auf je eine zweijährige Entwicklung beziehen.

Der Verlauf der *Energieausfuhr* ist aus den nachstehenden Zahlen der exportierten Kilowattstunden ersichtlich.

In den Jahren	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
wurden ausgeführt:							
10 ⁶ kWh	327	462	655	961	990	970	987
Zunahme in %		41,5	42	47	3	-2	2

In stärkerem Masse als die Energieabgabe im Inland nahm in den letzten Jahren der Anschluss neuer Stromverbraucher zu. Die *Gesamtleistung* (Anschlusswert) der an die Elektrizitätswerke angeschlossenen Stromverbraucher betrug:

Ende Jahr	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
10 ³ kW	1205	1455	1862	2102	2513	3000	3300
Zunahme in %		21	28	13	19	20	10

Nähere Angaben über die Verteilung des Anschlusswertes auf die verschiedenen Verbraucher-

kategorien finden sich in der später folgenden Tabelle III dieser Veröffentlichung.

Die Tabelle I gibt eine Zusammenstellung über die *Produktionsmöglichkeit der Primärwerke* wieder. Die Zahlen dieser Tabelle stellen die dem Ausbau der Kraftwerke und dem gewöhnlichen, d. h. dem alljährlich wiederkehrenden Wasserzufluss entsprechende Erzeugungsmöglichkeit dar.

Ausser den in der Statistik 1933 enthaltenen grösseren Elektrizitätswerken wurden darin auch die kleineren Unternehmungen mit eigenen Erzeugungsanlagen berücksichtigt. In der Statistik 1929 waren noch 168 solche kleine Primärwerke mit insgesamt ca. 10 550 kW hydraulischer Leistung aufgeführt. Inzwischen wurden sieben neue kleine Werke mit eigenen Erzeugungsanlagen zur Versor-

Anzahl der Elektrizitätswerke der Schweiz mit eigenen Erzeugungsanlagen
sowie Anzahl der zugehörigen Kraftwerke und deren Erzeugung.

Tabelle I.

Jahr	Anzahl		Erzeugungsmöglichkeit			
	Elektrizitäts- werke	Kraftwerke	hydraulisch		kalorisch	Akkum.-batterien
			kW	10 ⁶ kWh	kW	kW
1919	328	410	475 000	2630	59 800	8 300
1922	316	407	630 000	3425	58 000	10 800
1925	304	400	810 000	3680	63 400	14 900
1927	300	399	866 500	3825	61 400	14 800
1929	273	366	930 000	4150	61 500	15 500
1931	270	362	1 117 000	4920	73 500	12 300
1933	267	360	1 195 000	5490	96 000	14 600

Anzahl, Anlagekapital, mögliche und wirkliche Energieerzeugung der Kraftwerke mit mehr als 300 kW Leistung, im
Jahre 1933, unterteilt nach der Art der Kraftwerke.

(Die Zahlen in Klammern geben die entsprechenden Daten für das Jahr 1931.)

Tabelle II.

Art der Kraftwerke	Anzahl der Kraft- werke	Anlage- kapital 10 ⁶ Fr.	Produktionsmöglichkeit				Akku- mulier- fähig- keit 10 ⁶ kWh	B A · 100 %	Erzeugte elektr. Arbeit		Ausnützung der möglichen Arbeit			
			maximal kW	minimal kW	im Mittel				a) Sommer 10 ⁶ kWh	b) Winter 10 ⁶ kWh	a) Sommer 10 ⁶ kWh	b) Winter 10 ⁶ kWh	a) Sommer %	b) Winter %
					a) Sommer 10 ⁶ kWh	b) Winter 10 ⁶ kWh								
1. Wasserkraftwerke ohne Akkumulation	115 (115)	400 (360)	567 000 (483 000)	210 000 (194 000)	2096 (1710)	1514 (1367)	—	—	1266 (1157)	1187 (1139)	61 (67)	78 (83)		
2. Wasserkraftwerke mit Tagesakkumulation . .	29 (29)	64 (61)	97 000 (92 000)	30 000 (28 000)	293 (283)	210 (210)	0,35 (0,35)	0,1 (0,1)	212 (210)	185 (194)	72 (74)	88 (92)		
3. Wasserkraftwerke mit Wochenakkumulation .	7 (7)	70 (70)	70 000 (69 000)	13 000 (13 000)	191 (197)	74 (77)	2,65 (2,65)	1,0 (1,0)	142 (173)	72 (75)	74 (88)	97 (97)		
4. Wasserkraftwerke mit Monatsakkumulation . .	4 (4)	61 (61)	76 000 (76 000)	12 000 (12 000)	195 (205)	113 (118)	33,0 (33,0)	11,0 (10,0)	95 (75)	92 (98)	49 (36)	81 (83)		
5. Wasserkraftwerke mit Jahresakkumulation . .	15 (15)	265 (238)	382 000 (352 000)	273 000 (252 000)	288 (311)	456 (378)	406,0 (350,0)	55,0 (51,0)	192 (176)	368 (289)	67 (56)	81 (76)		
6. Kalorische Kraftwerke .	25 (25)	40 (40)	85 000 (65 000)	85 000 (65 000)	—	—	—	—	1 (2)	7 (4)	—	—		
7. Kalor. Reservegruppen in Wasserkraftwerken .	(21) (20)	—	10 000 (7 000)	10 000 (7 000)	—	—	—	—	0 (0)	1 (0)	—	—		
8. Energieaufnahme des allg. Verbrauchernetzes aus Einzelanlagen . . .	(9) (9)	—	47 000 (43 000)	30 000 (30 000)	107 (86)	86 (66)	—	—	40 (60)	27 (50)	37 (70)	32 (76)		
9. Energieeinfuhr	(2) (1)	—	36 000 (15 000)	14 000 (15 000)	90 (88)	67 (64)	—	—	0 (0)	5 (8)	0 (0)	7 (12)		
Total pro 1933	195	900	1 370 000	677 000	3260	2520	442,0	7,7	1948	1944	60	77		
» » 1931	195	830	1 202 000	616 000	2880	2280	386,0	7,5	1853	1857	64	82		
» » 1929	191	736	1 030 000	520 000	2430	1930	328,5	7,5	1956	1794	80	93		
» » 1927	192	684	960 600	524 700	2285	1865	303,7	7,3	1706	1628	75	87		
» » 1925	187	634	894 400	498 000	2110	1704	283,4	7,4	1364	1338	65	78		
» » 1922	173	473	652 000	312 200	3207		107,4	3,3	1970		61			
» » 1919	162	361	545 000	279 000	2707		84,4	3,2	1786		66			
» » 1916	144	273	495 000	258 000	2413		79,0	3,3	1539		64			

gung abgelegener Talschaften erstellt, während anderseits 16 kleine Werke durch grosse Unternehmungen stillgelegt und ihre Verteilnetze an die Anlagen dieser grossen Unternehmungen angeschlossen wurden. Ende 1933 bestehen demzufolge noch 159 kleine Primärwerke mit eigenen Erzeugungsanlagen von insgesamt ca. 10 000 kW Leistung.

Die Erhöhung der verfügbaren Leistung rührt hauptsächlich von der Erweiterung des Kraftwerkes Lungernsee der Centralschweizerischen Kraftwerke und von den neuen Kraftwerken Wettingen des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich und Isas der Gemeinde St. Moritz, sowie von verschiedenen Umbauten, wie z. B. Dietikon (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich) und Hagneck (Bernische Kraftwerke A.-G.) her. Eine wesentliche Leistungszunahme trat bei den kalorischen Reserveanlagen ein. Es sind insbesondere zu nennen die Aufstellung von drei Dieselmotorgruppen mit 15 000 kW Gesamtleistung im Kraftwerk Kubel der St. Gallisch-

Appenzellischen Kraftwerke und einer Gruppe von 7600 kW im Werk Maigrange der Freiburgi-schen Elektrizitätswerke.

Die Tabelle II über die *Energieerzeugung der einzelnen Kraftwerkskategorien* erfasst im Gegensatz zu Tabelle I nur die grösseren Kraftwerke mit mehr als 300 kW Leistung. Sie enthält die möglichen und wirklichen Energieerzeugungsverhältnisse, unterteilt nach Laufwerken, einzelnen Speicherwerkgruppen und kalorischen Anlagen. Ausserdem ist in dieser Zusammenstellung die Energielieferung einiger grösserer Selbstversorger (Schweizerische Bundesbahnen und verschiedene elektrochemische Werke) in das Verbrauchernetz der Allgemeinversorgung und in der Gruppe 9 auch noch die Energieeinfuhr berücksichtigt. Die Energieerzeugung zeigt zwischen Sommer- und Winterhalbjahr keinen nennenswerten Unterschied. Zieht man aber in Betracht, dass die Energieausfuhr im Sommer einen

Gesamtsumme der Anschlusswerte aller Elektrizitätswerke in kW.

Tabelle III.

Jahr	Motoren		Lampen		Wärmeapparate		Gross-abonnent. kW	Bahnen kW	Total kW	Total-erzeugung 10 ⁶ kWh	Gebrauchs-dauer Stunden
	Anzahl	kW	Anzahl	kW	Anzahl	kW					
1912	50 000	211 000	2 876 000	144 000	?	47 000	—	—	402 000	?	?
1916	82 000	302 000	5 710 000	206 500	145 000	82 000	107 000	40 900	738 400	1540	2090
1919	112 020	452 000	7 618 000	263 400	319 700	235 300	212 100	42 700	1 205 500	1837	1525
1922	141 440	488 700	8 480 300	297 000	493 300	376 600	226 900	66 200	1 455 400	2032	1390
1925	177 750	592 800	9 600 600	339 650	712 400	556 000	280 100	93 950	1 862 500	2738	1470
1927	205 000	638 000	10 350 000	372 000	827 000	681 000	306 500	104 500	2 102 000	3370	1600
1929	249 000	731 000	11 307 000	421 300	1 082 000	920 000	332 900	107 800	2 513 000	3770	1500
1931	296 000	850 000	12 350 000	475 000	1 300 000	1 150 000	400 000	125 000	3 000 000	3720	1240
1933	335 000	910 000	13 200 000	520 000	1 450 000	1 360 000	380 000	130 000	3 300 000	3892	1180

Ausdehnung der Leitungsnetze.

Tabelle IV.

Jahr	Hochspannungsleitungen					Niederspannungsleitungen		
	Anzahl der Leitungsträger aus			Stranglängen der		Anzahl der Leitungsträger	Stranglängen der	
	Holz	Eisen	Eisen-beton	Freileitungen km	Kabelleitungen km		Freileitungen km	Kabelleitungen km
1919	315 500	7 360	5 030	13 150	830	477 700	19 600	1970
1922	323 600	9 950	5 050	13 430	950	547 000	22 400	2030
1925	344 500	10 980	4 990	14 560	1100	601 000	25 900	2300
1927	355 400	12 700	4 980	15 100	1210	642 000	27 000	2530
1929	360 400	13 500	5 010	15 500	1535	673 000	28 400	3000
1931	370 000	14 930	4 550	16 150	1720	710 000	30 000	3650
1933	372 000	16 200	4 600	16 700	1900	720 000	31 000	4200

Anzahl der Transformatorstationen für die Umwandlung auf die Gebrauchsspannungen und Transformatorleistungen.

Tabelle V.

Jahr	Anzahl Transformatorstationen	Leistung der Transformatoren kVA
1919	9 080	499 800
1922	9 940	546 400
1925	10 660	669 900
1927	11 100	796 000
1929	11 500	838 000
1931	12 000	955 000
1933	12 250	1 075 000

höheren Wert erreicht (560 Millionen kWh) als im Winter (427 Millionen kWh), so ergibt sich im Winterhalbjahr ein um ca. 130 Millionen kWh grösserer Inlandverbrauch, nämlich 1517 Millionen kWh gegenüber 1388 Millionen kWh im Sommerhalbjahr.

Die Berechnung des *spezifischen Energieverbrauchs* in der Schweiz pro Einwohner (ohne Schweizerische Bundesbahnen, Elektrochemie und übrige Selbstversorgerindustrie) ergibt nachstehende Werte. Auch hier hat sich, gleich wie bei der Energieerzeugung, die Zunahme in den letzten Jahren verlangsamt. Es wurden in der Schweiz verbraucht:

In den Jahren	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
Ohne Export, kWh							
pro Einwohner	390	405	530	615	685	680	720
Einschl. Export,							
kWh pro							
Einwohner	475	525	695	860	930	915	960

Zum Schluss fügen wir die Tabellen III bis VI über die *Verteilung der Anschlusswerte* auf die verschiedenen Verbraucher-kategorien, über die *Aus-*

mente bei, welche die Verhältnisse des Energieab-satzes widerspiegeln. In allen diesen Tabellen sind die kleinen Werke entsprechend den Resultaten der Statistik 1929 mitberücksichtigt.

Die neue Statistik pro Ende 1933 bildet einen Band von ca. 120 Folioseiten und enthält ausser einer Anzahl weiterer Zusammenstellungen die Einzelangaben von 108 grössern Elektrizitätswerken mit eigenen Erzeugungsanlagen und von 75 grösse-

Anzahl der Abonnemente.

Tabelle VI.

Art der Abonnemente	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
1. Abonnemente nach Zählertarif .	530 200	682 900	837 000	927 000	1 068 000	1 210 000	1 315 000
2. Abonnemente nach Pauschaltarif	268 900	257 800	265 200	257 500	243 000	227 000	220 000
Total	799 100	940 700	1 102 200	1 184 500	1 311 000	1 437 000	1 535 000

dehnung der Leitungsnetze, über die Anzahl und Leistung der Transformatorenstationen (jedoch ohne die Unterwerke für die Zwischentransformation von einer Hochspannung auf eine andere Hochspannung) und über die *Anzahl der Abonne-*

ren Elektrizitätswerken, die lediglich von andern Werken bezogene Energie wieder verkaufen. Sie kann zum Preise von Fr. 5.— für Mitglieder und Fr. 10.— für Nichtmitglieder des SEV beim Generalsekretariat des SEV und VSE bezogen werden.

Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungsschaltern durch Kurzschlußströme.

Von Willi Wanger, Baden.

621.316.066.6

Beim Stromübergang von Kontakt zu Kontakt wird die höchste Temperatur an der Berührungsstelle erreicht, wo die Stromlinien auf einen engen Querschnitt zusammengedrängt sind. Der Wert dieser Temperatur hängt ab von der elektrischen und der Wärmeleitfähigkeit des Kontaktes, von der Grösse der Berührungsfläche und von der Stromstärke. Bei Wechselstrom von 50 Per./s folgt die Temperatur der Berührungsstelle den Schwankungen der Wärmeentwicklung fast trägheitslos; ihr höchster Wert ist daher nur vom grössten Scheitelwert, nicht aber vom Effektivwert des Stromes abhängig. Ist der Strom am Anfang asymmetrisch, so steigt die Temperatur im Moment des ersten grossen Scheitelwertes am höchsten; selbst wenn der Strom nachher noch einige Sekunden fliesst, wird jener Wert nicht mehr erreicht.

Die Grösse der eigentlichen Berührungsfläche ist bei den kalten Kontakten im wesentlichen durch die Fließspannung und den Kontaktdruck bestimmt. Bei grossen Kurzschlussströmen würden Temperaturen erreicht, die weit über dem Schmelzpunkt liegen, wenn sich die ursprüngliche Berührungsfläche nicht vergrössern würde. Es scheint aber, dass das Kupfer schon beträchtlich unter dem Schmelzpunkt so plastisch wird, dass sich die Berührungsfläche bedeutend vergrössert und die Temperatur nicht weiter steigt. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass auch bei den grössten Kurzschlußströmen ohne Kontaktabhebung kein Festschweissen vorkommt.

1. Problemstellung.

Massive Kontakte haben, selbst wenn sie bearbeitet sind, so viel kleine Unebenheiten an der Oberfläche, dass sie nur auf einer ganz kleinen Fläche wirklich zur Berührung kommen. Das gilt erst recht für Kontakte in Hochleistungsschaltern, wo die Oberflächen, die im eingeschalteten Zustand den Stromübergang ermöglichen sollen, durch Abschaltlichtbögen angefrassen worden sind. Die Stromlinien werden daher an der Berührungsstelle auf einen ganz kleinen Querschnitt zusammenge-

Lors du passage du courant d'un contact à l'autre, la température maximum est atteinte à l'endroit de contact où les lignes de courant sont concentrées sur une faible section. La valeur de cette température dépend des conductibilités électriques et caloriques du contact, de la grandeur de la surface de contact et de l'intensité. En courant alternatif 50 pér./s, la température suit presque sans inertie les variations du développement de chaleur; sa valeur extrême ne dépend donc que de la plus forte valeur de crête et non de la valeur efficace du courant. Si le courant est dissymétrique au début, la température atteint son maximum au moment du premier maximum de courant; même lorsque le courant continue après de passer pendant quelques secondes, le premier maximum n'est plus atteint.

La grandeur de la surface effective de contact à froid est déterminée principalement par la plasticité du matériel et par la pression de contact. De forts courants de court-circuit engendreraient des températures bien supérieures au point de fusion du cuivre, si la surface de contact initiale ne s'agrandissait pas. Il semble cependant que le cuivre devient plastique déjà bien en dessous de son point de fusion, ce qui permet un accroissement de la surface de contact, empêchant ainsi la température de monter davantage. De nombreux essais ont prouvé que même pour les plus forts courants de court-circuit les parties maintenues en contacts ne se soudent pas.

drängt. Die Erwärmung wird dabei grösser, als sie bei gleichmässiger Verteilung des Stromes über den ganzen Leiterquerschnitt wäre. Vor allem erreichen die Stellen mit grosser Stromdichte, d. h. die nächste Umgebung der Berührungsfläche, hohe Temperaturen.

Bei Kurzschlüssen in elektrischen Netzen fliessen die Kurzschlußströme immer zunächst über die geschlossenen Kontakte von gewissen Hochleistungsschaltern, die dann durch die Schutzrelais ausgelöst werden, um den Kurzschluss abzuschalten. Es