

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 25 (1934)

Heft: 16

Rubrik: Quelques résultats tirés de la statistique des entreprises électriques de la Suisse arrêtée fin 1933, avec une comparaison entre ceux-ci et les données des statistiques antérieures

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 18.01.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION :
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION :
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXV^e Année

N^o 16

Vendredi, 3 Août 1934

Quelques résultats tirés de la statistique des entreprises électriques de la Suisse arrêtée fin 1933, avec une comparaison entre ceux-ci et les données des statistiques antérieures.

(Communication de l'Inspectorat des installations à fort courant.)

31(494) : 621.311

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.

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.

Depuis une série d'années, la statistique des entreprises électriques de la Suisse est établie tous les deux ans. Celle qui vient de paraître, et pour laquelle les données ont été rassemblées au début de l'année, constitue à nouveau une édition réduite.

L'édition réduite de la statistique se distingue de l'édition complète en ce qu'elle ne comprend que les entreprises primaires qui produisent directement une puissance d'au moins 300 kW et les entreprises secondaires (revendeuses seulement), qui disposent d'une puissance étrangère de 500 kW ou davantage. La dernière grande édition de la statistique, comprenant toutes les entreprises électriques de la Suisse vendant de l'énergie à des tiers, a paru au commencement de 1931 et comprend les données à fin 1929. En parlant de la dernière édition de la statistique (voir Bulletin de l'ASE 1932, No. 15), on a déjà porté l'attention sur le peu d'importance des petites entreprises primaires par rapport à la production entière de la Suisse, ces entreprises disposant dans leurs installations génératrices d'une puissance inférieure à 1 % de celle de toutes les grosses entreprises dont il a été tenu compte dans la dernière édition de la statistique. En considérant la distribution de l'énergie, on constate qu'environ 6 % seulement de celle utilisée en Suisse est fournie par l'ensemble des petites entreprises primaires et secondaires. Les résultats statistiques suivants donnent donc un tableau assez fidèle de l'état de la distribution de l'électricité en Suisse, malgré qu'ils ne se rapportent qu'aux données de la nouvelle édition réduite. Les données dans les tableaux qui se rapportent aux résultats généraux de toutes les entreprises suisses, ont été calculées approximativement à l'aide des données de la statistique de 1929.

La dernière statistique a fait ressortir une faible diminution de la consommation d'énergie de 1929 à 1931. Ce recul n'a cependant été que passager et a de nouveau fait place à une légère augmentation de la consommation. *L'énergie distribuée en Suisse* (sans exportation) a été de :

| | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Dans les années | 1919 | 1922 | 1925 | 1927 | 1929 | 1931 | 1933 |
| 10 ⁶ kWh | 1510 | 1570 | 2070 | 2400 | 2780 | 2760 | 2905 |
| Augmentation en % | 4 | 32 | 16 | 16 | -0,7 | 5 | |

Il est à remarquer que les premiers chiffres se rapportent à deux espaces de trois ans, alors que les suivants montrent le développement bisannuel.

Le développement de *l'énergie exportée* ressort des chiffres suivants :

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Dans les années | 1919 | 1922 | 1925 | 1927 | 1929 | 1931 | 1933 |
| L'exportation a atteint 10 ⁶ kWh | 327 | 462 | 655 | 961 | 990 | 970 | 987 |
| Augmentation en % | 41,5 | 42 | 47 | 3 | -2 | 2 | |

Les nouveaux appareils raccordés au cours des dernières années ont augmenté dans une plus forte mesure que l'énergie fournie dans le pays. La *puissance totale* (installée) des *appareils raccordés* aux réseaux des entreprises électriques comportait :

| | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Fin | 1919 | 1922 | 1925 | 1927 | 1929 | 1931 | 1933 |
| 10 ³ kW | 1205 | 1455 | 1862 | 2102 | 2513 | 3000 | 3300 |
| Augmentation en % | 21 | 28 | 13 | 19 | 20 | 10 | |

Des données plus détaillées sur la répartition des puissances installées, entre les différentes catégories des appareils consommateurs, se trouvent au tableau III donné plus loin.

Le tableau I montre la *production possible des entreprises primaires*. Les chiffres de ce tableau sont ceux qui correspondent aux installations des centrales et à la production ordinairement possible,

avec la quantité d'eau qui est normalement disponible chaque année. Avec les grosses entreprises électriques comprises dans cette statistique de 1933, on a aussi considéré les entreprises moins importantes possédant des installations génératrices propres. Dans la statistique de 1929 il y avait encore 168 de ces petites entreprises primaires, avec une puissance hydraulique d'environ 10 550 kW.

Depuis lors 7 nouvelles petites entreprises possédant des installations génératrices propres ont été constituées pour satisfaire au besoin de vallées isolées, tandis que, d'autre part, 16 petites usines ont été rachetées par de grosses entreprises qui les ont mises hors de service après avoir relié aux leurs les installations de distribution de ces petites entreprises. Il s'en suit que fin 1933 on comptait encore

Nombre des entreprises électriques de la Suisse possédant des usines génératrices, ainsi que celui des usines correspondantes et leur production. Tableau I.

| Années | Nombre | | Production disponible | | | |
|-------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------------------|
| | Entreprises électriques | Usines génératrices | hydraulique | | thermique | Batteries d'accumulateurs |
| | | | 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 |

Classement des entreprises électriques de la catégorie A₁ d'après le genre des installations primaires. Capitaux d'établissement des usines génératrices, productions disponibles et effectives en 1933.

(Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux données correspondantes de l'année 1929.)

Tableau II.

| Genres d'installations primaires | Nombre des usines génératrices | Capitaux d'établissement 10 ⁶ Fr. | Production disponible | | | | Capacité d'accumulation 10 ⁶ kWh | B/A · 100 % | Travail électrique effectif | | Utilisation de la production disponible | |
|---|--------------------------------|--|-----------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|----------------|-------------------------------|---------------------------------|---|---------------|
| | | | au maximum kW | au minimum kW | en moyenne | | | | a) en été 10 ⁶ kWh | b) en hiver 10 ⁶ kWh | a) en été % | b) en hiver % |
| | | | | | a) en été 10 ⁶ kWh | b) en hiver 10 ⁶ kWh | | | | | | |
| 1° Installations sans accumulation hydraulique . | 115 (115) | 400 (360) | 567 000 (483 000) | 210 000 (194 000) | 2096 (1710) | 1515 (1367) | — | — | 1266 (1157) | 1187 (1139) | 61 (67) | 78 (83) |
| 2° Installations avec accumulation journalière . . | 29 (29) | 61 (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° Installations avec accumulation hebdomadaire | 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° Installations avec accumulation mensuelle . . | 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° Installations avec accumulation annuelle . . . | 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° Usines thermiques . . | 25 (25) | 40 (40) | 85 000 (65 000) | 85 000 (65 000) | — | — | — | — | 1 (2) | 7 (4) | — | — |
| 7° Groupes réserves thermiques installés dans des usines hydrauliques | (21) (20) | — | 10 000 (7 000) | 10 000 (7 000) | — | — | — | — | 0 (0) | 1 (0) | — | — |
| 8° Fourniture d'énergie par des installations isolées | (9) (9) | — | 47 000 (43 000) | 30 000 (30 000) | 107 (86) | 86 (66) | — | — | 40 (60) | 27 (50) | 37 (70) | 32 (76) |
| 9° Energie importée . . . | (2) (1) | — | 36 000 (15 000) | 14 000 (15 000) | 90 (88) | 67 (64) | — | — | 0 (0) | 5 (8) | 0 (0) | 7 (12) |
| Total en 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 | 1285 | 1865 | 303,7 | 7,3 | 1706 | 1628 | 75 | 87 |
| » » 1925 | 187 | 634 | 894 400 | 498 000 | 2110 | 1704 | 283,4 | 7,4 | 1564 | 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 |

159 petites usines génératrices dont la puissance totale atteignait environ 10 000 kW.

L'augmentation de l'énergie disponible provient principalement de l'agrandissement de l'usine du lac de Lungern des Centralschweizerischen Kraftwerke, des nouvelles usines de Wettingen du Service de l'Electricité de la Ville de Zurich et d'Isles de la commune de St-Moritz, ainsi que de différentes transformations, telles que par exemple à Dietikon (Entreprises Electriques du Canton de Zurich) et à Hagneck (Forces Motrices Bernoises). Une importante augmentation de la puissance est à noter pour les installations caloriques de réserve. Mentionnons trois groupes Diesel avec une puissance totale de 15 000 kW à l'usine de Kubel des St. Gallisch - Appenzellischen Kraftwerke et un

groupe de 7600 kW à l'usine de la Maigrauge des Entreprises Electriques Fribourgeoises.

Le tableau II relatif à l'énergie produite par les différentes catégories d'usines ne comprend, contrairement au tableau I, que les entreprises électriques possédant des usines génératrices d'une puissance supérieure à 300 kW. Elle comprend les conditions possibles et réelles de production, réparties entre les usines sans accumulation hydraulique, les groupes avec accumulation et ceux des machines thermiques. Ce tableau comprend aussi la fourniture d'énergie de quelques grosses entreprises industrielles (Chemins de fer fédéraux et diverses entreprises chimiques) dans le réseau général de distribution et, dans le groupe 9, aussi l'énergie importée. La production d'énergie ne diffère que peu entre le semestre d'été et celui d'hiver. En tenant compte de la plus grande quantité d'énergie expor-

Puissance totale des appareils consommateurs installés dans toutes les entreprises électriques, en kW.

Tableau III.

| Années | Moteurs | | Lampes | | Appareils de chauffage | | Gros abonnés kW | Chemins de fer kW | Total kW | Production totale effective 10 ⁶ kWh | Durée d'utilisation heures |
|--------|---------|---------|------------|---------|------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------|---|----------------------------|
| | Nombre | kW | Nombre | kW | Nombre | 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 |

Extension des réseaux de distribution.

Tableau IV.

| Années | Lignes à haute tension | | | | | Lignes à basse tension | | |
|--------|------------------------|--------|---------------|---------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-----------------|
| | Nombre des supports | | | Longueur des lignes | | Nombre des supports | Longueur des lignes | |
| | en bois | en fer | en béton armé | aériennes km | souterraines km | | aériennes km | souterraines 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 |

Nombre de stations transformatrices fournissant du courant à la tension de consommation, et puissance des transformateurs installés.

Tableau V.

| Années | Nombre de stations transformatrices | Puissance des transformateurs en 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 |

tée en été (560 millions de kWh) qu'en hiver (427 millions de kWh), il s'ensuit que l'énergie consommée dans le pays pendant l'hiver dépasse d'environ 130 millions de kWh celle de l'été, avec 1517 millions contre 1388 millions de kWh.

La consommation spécifique en Suisse par habitant (sans compter l'énergie des chemins de fer fédéraux, de l'industrie chimique et autres installations isolées) ressort des valeurs suivantes. Ici, comme pour la production d'énergie, la progression des dernières années s'est ralentie. La consommation en Suisse a été de :

| | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Dans les années | 1919 | 1922 | 1925 | 1927 | 1929 | 1931 | 1933 |
| kWh par habitant | | | | | | | |
| sans exportation | 390 | 405 | 530 | 615 | 685 | 680 | 720 |
| kWh par habitant | | | | | | | |
| avec l'exportation | 475 | 525 | 695 | 860 | 930 | 915 | 960 |

Les tableaux III à VI se rapportant à la répartition des puissances installées sur les différentes catégories d'appareils d'utilisation, sur l'étendue des réseaux, sur le nombre et la puissance des stations de transformation (toutefois sans les sous-

Dans tous ces tableaux il a été tenu compte des petites entreprises d'après les résultats de la statistique de 1929.

La nouvelle statistique arrêtée fin 1933 constitue un volume de 120 pages in-folio et comprend, à part nombre d'autres tableaux non reproduits ici, les données faites par 108 grosses entreprises électriques possédant des installations génératrices et par 75 grosses entreprises électriques qui revendent

Nombre des abonnements.

Tableau VI.

| Genres d'abonnements | 1919 | 1922 | 1925 | 1927 | 1929 | 1931 | 1933 |
|--|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1 ^o Abonnements au compteur . | 530 200 | 682 900 | 837 000 | 927 000 | 1 068 000 | 1 210 000 | 1 315 000 |
| 2 ^o Abonnements à forfait . . . | 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 |

stations intermédiaires pour la transformation d'une haute tension à une autre haute tension) et sur le nombre des abonnements, reflètent les conditions de distribution de l'énergie.

en somme l'énergie fournie par d'autres entreprises. Elle est en vente au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS au prix de frs. 5.— pour les membres de l'ASE et de frs. 10.— pour les autres personnes.

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