

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 38 (1947)
Heft: 12

Artikel: Die schweizerische Energieversorgung während der Kriegsjahre und ihr weiterer Ausbau
Autor: Härry, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056742>

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: 25.12.2024

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

Die schweizerische Energieversorgung während der Kriegsjahre und ihr weiterer Ausbau

Von A. Härry, Zürich

620.9(494)

Die Versorgung mit festen und flüssigen Brenn- und Treibstoffen

Das Kennzeichen der Energieversorgung während der Jahre von 1939 bis 1945 ist der starke Ausfall der importierten Brenn- und Treibstoffe (Tab. I).

Einfuhr von Brenn- und Treibstoffen in den Jahren 1938 und 1945

Tabelle I

	1938 t	1945 t
Brennholz (ohne Papierholz)	69 207	3 987
Kohlen aller Art	3 340 366	238 856
Petroleum	26 840	83
Benzin und Benzol zu motorischen Zwecken	200 529	11 360
Mineral- und Teeröle zu motorischen Zwecken	15 806	4
Petroleumrückstände (Heizöl)	169 579	18 671

Infolge des Rückganges der Einfuhr von Brenn- und Treibstoffen mussten die einheimischen Reserven in stark vermehrter Masse herangezogen werden (Tab. II).

Produktion inländischer Brenn- und Treibstoffe in den Jahren 1938 und 1945

Tabelle II

	1938 t	1945 t
Brennholz (ohne Papierholz)	1 176 000	2 594 000
Torf	3 000	496 000
Holzkohlen	300	10 600
Kohlen (Anthrazit, Braunkohlen, Schieferkohlen)	—	311 115

In dieser Aufstellung ist die Produktion von flüssigen Treibstoffen in verschiedenen chemischen Betrieben und in Kläranlagen nicht enthalten. Natürlich konnte die Eigenproduktion nur einen Bruchteil des Ausfalles der Einfuhr von festen und flüssigen Brenn- und Treibstoffen ersetzen.

Nach Tabelle I sind die Einfuhren von Brenn- und Treibstoffen im Jahre 1945 auf 5...10 % der Mengen des Jahres 1938 zurückgegangen, wobei vor allem der Ausfall der Kohlenimporte ins Gewicht fiel. Die Bundesbehörden haben daher schon kurz nach Ausbruch des Krieges in die Bewirtschaftung der Brennstoffe eingegriffen; die flüssigen Kraft- und Brennstoffe waren Ende Februar 1941, die festen Brennstoffe inkl. Ersatzbrennstoffe seit 25. Mai 1943 ohne Ausnahme rationiert.

Die Versorgung mit elektrischer Energie

Während die Versorgung mit festen und flüssigen Brenn- und Treibstoffen seit dem Jahre 1939 sich fortwährend verschlechterte und im Jahre 1945 ihren Tiefstand erreichte, entwickelte sich die Versorgung mit elektrischer Energie in aufsteigender Richtung, wie aus Tabelle III hervorgeht.

Elektrizitätserzeugung in den Jahren 1938/39 bis 1945/46

Tabelle III

Jahr 1)	Inland- verbrauch GWh 2)	Verluste und Speicherpumpen GWh	Export GWh	Totale Erzeugung GWh
1938/39	4 862	751	1 563	7 176
1945/46	8 221	1 267	642	10 130

1) 1. Oktober bis 30. September.

2) 1 GWh = 10⁹ Wh = 1 Million kWh.

Der Inlandverbrauch, ohne Verluste und Speicherpumpen, vermehrte sich (Tab. III) von 1938/39 bis 1945/46 um 3359 GWh; der Export verminderte sich im gleichen Zeitraume um 921 GWh.

Der Inlandverbrauch an elektrischer Energie hat von 1938/39 bis 1945/46 im Durchschnitt um 480 GWh jährlich zugenommen gegenüber einem Durchschnitt von rund 181 GWh jährlich in der Periode 1930/31 bis 1938/39. In diesen Zahlen kommt der Einfluss des Brennstoffmangels auf die Nachfrage nach elektrischer Energie deutlich zum Ausdruck. Diese «Flucht in die Elektrizität» wurde auch von der Kriegswirtschaft durch verschiedene Erlasse gefördert, die alle den Zweck verfolgten, wo immer möglich elektrische Energie an Stelle von Brennstoffen einzusetzen. Dazu gehören auch die Verpflichtung zu Lieferungen, die bei Energieknappheit hätten reduziert werden müssen, und die Aufrechterhaltung des Energieexportes als Kompensation gegen Kohlenlieferungen. Hinzu kam ein grosser Neubedarf an elektrischer Energie für wichtige Industriezweige, die auch im Winter durchgehalten werden mussten.

Den Elektrizitätswerken war die schwierige Aufgabe gestellt, den normalen und kriegsbedingten Mehrbedarf an elektrischer Energie zu decken. Dazu standen in erster Linie die bereits bestehenden und die neu erstellten Wasserkraftwerke zur Verfügung, ferner kalorische Anlagen und die Einfuhr elektrischer Energie. Tabelle IV zeigt, wie diese Energiequellen eingesetzt worden sind.

Energieerzeugung in den Jahren 1938/39 und 1945/46

Tabelle IV

	1938/39 GWh	1945/46 GWh
Wasserkraft	7 089	10 060
Wärmekraft	45	13
Einfuhr	42	57
Total	7 176	10 130

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, erfolgte die Deckung des Mehrbedarfes an elektrischer Energie beinahe ausschliesslich aus Wasserkraften, und zwar in der Hauptsache durch die Neuerstellung und Er-

weiterung von grossen und kleineren Kraftwerken. Ferner wurden Massnahmen ergriffen zur Erhöhung der Produktion bestehender Wasserkraft-Elektrizitätswerke und zur vermehrten Einlieferung überschüssiger Energie in das allgemeine Versorgungsnetz. Infolge des Mangels an festen und flüssigen Brennstoffen blieb auch in Wintern mit starken Einschränkungen des Energieverbrauches die kalorische Energieerzeugung ohne Bedeutung. Eine Erhöhung der Energieeinfuhr kam nicht in Frage. Stellen wir fest: Die Elektrizitätsversorgung der Schweiz während der Jahre 1939 bis 1946 war ganz auf die Wasserkraften angewiesen!

An eine Einschränkung der Energieausfuhr war in den ersten Kriegsjahren aus den schon erwähnten Gründen nicht zu denken; sie betrug im Jahre 1940/41 noch 1726 GWh und ging dann auf 642 GWh im Jahre 1945/46 zurück. Auf diese Weise konnten über 1000 GWh dem inländischen Konsum zur Verfügung gestellt werden. Vom Oktober 1946 bis März 1947 sind nur noch 162 GWh exportiert worden als Kompensation gegen Kohlen- und Gaslieferungen.

Trotz der Einschränkungen im Energieverbrauch und der allgemeinen Teuerung haben die Preise der elektrischen Energie keine Erhöhung erfahren; sie sind bei verschiedenen Elektrizitätswerken noch gesenkt worden. Steuern und Wasserzinse stiegen von 15 Mill. Fr. im Jahre 1939 auf 25 Mill. Fr. im Jahre 1944, in der gleichen Zeit die Abgaben der kommunalen und kantonalen Elektrizitätswerke von 48 Mill. Fr. auf 60 Mill. Fr.

Die Einschränkungen des Elektrizitätsverbrauches und die Ursachen des Mangels an Elektrizität

Bei einer normalen Zunahme des Energieverbrauches wie in den Jahren vor dem Kriege hätte die Nachfrage nach Energie ohne weiteres befriedigt werden können; Produktion und Konsum wären im Einklang gestanden. Die durch die geschilderten Verhältnisse bedingte aussergewöhnliche Zunahme des Energiebedarfes bewirkte aber, dass in den Wintermonaten bei mittlerer oder schlechterer Wasserführung Einschränkungen angeordnet werden mussten, während der Bedarf in den Sommermonaten immer gedeckt werden konnte. Die Einschränkungen erfolgten in den Wintern 41/42, 42/43, 43/44, 45/46, 46/47; das früheste Datum war der 2. November (1942), das späteste der 19. März (1942 und 1947). Auf einen Winter mit Einschränkungen entfielen im Mittel 101 Tage oder 28 % der Anzahl Tage im Jahr. Die Einschränkungen des Energieverbrauches erfolgten nach Massgabe der Dringlichkeit des Bedarfes in der Reihenfolge: Export, einschränkbare Grossverbraucher, Strassen-, Schaulen- und Reklamebeleuchtung, Heizung, Warmwasser, Gewerbe und Industrie, Bahnbetrieb; dadurch konnten die schädlichen Wirkungen der Einschränkungen auf die Wirtschaft auf ein Minimum beschränkt werden.

Ein Bild über die Lage der Elektrizitätsversorgung im Winterhalbjahr 1946/47 vermittelt ein Bericht der Sektion für Elektrizität des KIAA vom 17. Februar 1947, der im Bulletin des SEV¹⁾ veröffentlicht worden ist. Mit einer minimalen Energieabgabe an Elektrokessel, an Speicherpumpen und einer aus besonderen Gründen (z. T. als Kompensation gegen Kohlenlieferungen) aufrecht zu erhaltenden Energieausfuhr von weniger als 4 % der Gesamterzeugung gegenüber 25 % vor dem Kriege kann der minimal zu deckende Bedarf auf etwa 4000 GWh geschätzt werden. Demgegenüber gestalten sich die Produktionsverhältnisse in den Wasserkraft-Elektrizitätswerken der Allgemeinversorgung folgendermassen:

bei extrem günstiger Wasserführung	rund 4 300 GWh
bei mittlerer Wasserführung	rund 3 750 GWh
bei extrem ungünstiger Wasserführung	rund 3 000 GWh

Selbst bei mittleren Wasserverhältnissen genügt die Produktion der Wasserkraftwerke (einschliesslich Bezugsmöglichkeit von rund 100 GWh von Industrie- und Bahnkraftwerken) also nicht, um den Bedarf von 4000 GWh zu decken; bei extrem ungünstiger Wasserführung, die allerdings im Durchschnitt nur etwa alle 25 Jahre eintritt, würde ein Manko von 1000 GWh bestehen, das durch den Einsatz der thermischen Erzeugungsanlagen auf etwa 800 GWh vermindert werden kann. Dabei ist mit einer jährlichen Zunahme des Inland-Bedarfes ab Kraftwerk in den Winterhalbjahren von etwa 160 GWh zu rechnen (von 1938/39 bis 1945/46 im Mittel ca. 243 GWh).

Einer Intensivierung des Kraftwerkbaues, namentlich von Speicherwerken, standen verschiedene Schwierigkeiten entgegen: Zunächst der sich während der Kriegsjahre immer mehr geltend machende Mangel an Material und Arbeitskräften, dann die Steigerung der Baukosten, die bis Ende 1946 etwa 70...80 % der Vorkriegskosten erreicht hat. Es musste damit gerechnet werden, dass teure Energie in einem Zeitpunkt auf dem Markt erscheinen werde, da bereits ein Abbau der Preise der flüssigen und festen Brennstoffe eingetreten ist; man musste also das Augenmerk auf billige Anlagen richten. Dabei darf nicht übersehen werden, dass man vor Beendigung der Feindseligkeiten allgemein mit einer schweren Arbeitslosigkeit nach Kriegsende rechnete. Wäre dieses befürchtete Ergebnis eingetroffen, dann wäre an Stelle eines Mangels ein Ueberfluss an elektrischer Energie zu verzeichnen gewesen.

Die grössten Schwierigkeiten bot aber der Erwerb von Konzessionen zur Erstellung von günstigen Speicherbecken zur Beschaffung der fehlenden Winterenergie. Die Bestrebungen sind nicht nur bei der direkt betroffenen Bevölkerung, sondern auch in weiten Kreisen des Schweizer Volkes auf Opposition gestossen. Das führt uns dazu, in grossen Zügen auf die Probleme, die sich aus dem Verhältnis zwischen den Elektrizitätswerken und den Gaswerken ergeben, und die in zwei Veröffentlichungen der

¹⁾ Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 4, S. 95...98, u. Nr. 5, S. 126...129.

letzten Zeit²⁾ ihren Niederschlag gefunden haben, einzutreten.

Die Gasindustrie während der Kriegsjahre

Bei dem allgemeinen Mangel an Brennstoffen bestand immer eine starke Nachfrage nach Gas und den Nebenprodukten der Gaswerke; diese standen dabei unter dem Einfluss der Verbrauchlenkung der Brennstoffe, besonders der Steinkohle. Die kriegswirtschaftlichen Behörden haben die Steinkohle vor allem jenen Verbrauchsgruppen zugehalten, bei denen sie nicht unmittelbare Bedürfnisse des letzten Konsumenten befriedigt, sondern sog. reproduktiven Zwecken dient. Daher hat vor allem die Kohlenzuteilung für den Hausbrand die stärkste Kürzung erfahren, damit die Versorgung der Industrie, der Transportbetriebe und der Gaswerke möglichst wenig beeinträchtigt wurde. Bei diesen war dabei der Umstand ausschlaggebend, dass bei der Entgasung der Kohle nicht nur Gas entsteht, auf das ein grosser Teil der städtischen Bevölkerung für Kochzwecke angewiesen ist, sondern wichtige Nebenprodukte, nämlich Koks, Teer und Benzol. Mit dem Absinken der Kohleneinfuhr mussten dann auch für die Gasindustrie starke Einschränkungen in der Zuteilung erfolgen, was zu einer vermehrten Verwendung einheimischer Brennstoffe, besonders Holz und Torf, führte. Ein anderes Mittel, um die Kohlenvorräte zu strecken und doch möglichst viel Gas zu produzieren, war die vermehrte Beimischung von Wassergas, das aus Koks erzeugt wird. Damit ergab sich zwangsläufig eine Herabsetzung des Heizwertes des Gases, ein grösserer Anteil des giftigen Kohlenmonoxyds (CO) und eine geringere zum Verkauf verfügbare Koks menge. Während im Jahre 1938 pro 100 kg verarbeitete Kohle 55 kg Koks für den Verkauf zur Verfügung standen, sank diese Zahl im Jahre 1945 auf 12 kg. Der tatsächliche untere Heizwert des Stadtgases betrug vor dem Kriege 4000 kcal/m³ (15 °C, 730 mm Hg); ab Mitte Februar 1945 wurde er auf 2870 kcal/m³ herabgesetzt und beträgt heute beim Gaswerk Zürich 3300 kcal/m³. Der Gehalt an Kohlenmonoxyd (CO) betrug vor dem Kriege 5...8 %, von Mitte Februar 1945 an 25 % und (beim Gaswerk Zürich) heute 16 %.

Trotz dieser Massnahmen zur Sicherung einer ausreichenden Gasproduktion musste vom 8. März 1942 an eine Rationierung des Gasverbrauches durchgeführt werden, die vom 15. Februar 1945 an derart verschärft wurde, dass es ohne zusätzliche Kochgelegenheit nicht mehr möglich war, im Tage drei warme Mahlzeiten zu bereiten. Die Abgabe von elektrischen Kochplatten an die Gasbezüger hat das Durchhalten erleichtert, war aber mit ein Grund für die starke Zunahme des Elektrizitätsverbrauches im Haushalt. Seit Frühjahr 1946 ist die Rationierung des Gasverbrauches praktisch aufgehoben (die formelle Aufhebung erfolgte am 1. Mai 1947). Die Gaswerke haben in den letzten Jahren grosse finan-

zielle Einbussen erlitten; die Ablieferungen an die Stadtkassen gingen zurück, und im Jahre 1945 arbeiteten auch die grössten Gaswerke mit Defizit. Dazu kommt der Anteil der Gaswerke an der Verbilligungsaktion des Bundes für die Steinkohlenbezüge aus Deutschland ab September 1943. Nach und nach werden sich die Verhältnisse auch für die Gasindustrie wieder bessern.

Elektrizität und Gas

Seit der Freigabe des Gasverbrauches ist von der Gasindustrie die Frage der Abgrenzung der Absatzgebiete zwischen Gas und Elektrizität wieder aufgeworfen worden. Die Elektrizität soll dort zum Einsatz gebracht werden, wo sie aus technischen Gründen allein in Frage kommt oder wo sie eine möglichst grosse Brennstoffmenge ersetzt. Als passende Anwendungsgebiete werden bezeichnet die Elektrochemie, die Elektrometallurgie und Apparate in der Industrie, im Gewerbe und in der Haushaltung. Die Küche und wohl auch die Heisswasserbereitung sollen dem Gas vorbehalten werden. Zur Stütze dieser Forderung verweist man auf die Rolle der Gaswerke als Veredelungsindustrie und auf die Belastungsspitzen. Soweit diese Forderungen von der Sorge um den Absatz von Gas bestimmt werden, sind sie kaum angebracht. Die Zahl der im Betrieb befindlichen Gasmesser wird infolge des Mangels an Winterenergie wieder zunehmen, und der frühere Gasverbrauch wird bald wieder erreicht und überschritten sein. Es bleibt dann noch die Deckung der Belastungsspitzen als Argument für die Verwendung von Gas an Stelle von Elektrizität im Haushalt. Dabei übersieht man den Konsumenten mit seinen Wünschen und Bedürfnissen. Die technische Entwicklung der elektrischen Wärmegeräte für Haushalt und Gewerbe hat in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht, die hygienischen Vorzüge haben die Wertschätzung der Elektrizität gegenüber den Brennstoffen und damit auch gegenüber dem Gas erhöht. Die Preise für elektrische Energie sind stabil geblieben oder sogar gesunken. Für Gas mit einem tatsächlichen unteren Heizwert von 4000 kcal/m³, wie es vor dem Kriege abgegeben wurde, gilt für das Kochen das Verhältnis 1 m³ Gas = 3,4 kWh, für Gas mit einem tatsächlichen unteren Heizwert von 3300 kcal/m³ gilt: 1 m³ Gas = 3 kWh. In der Stadt Zürich entspräche also einem Kochenergiepreis von 6 Rp./kWh ein Gaspreis von 18 Rp./m³; er beträgt heute 25 Rp./m³.

Da mit Elektrizität alle Bedürfnisse von Haushalt und Gewerbe gedeckt werden können, genügen in neuen Quartieren elektrische Leitungen. Das bedingt aber die Bereitstellung genügender Mengen elektrischer Energie in den Wintermonaten. Dringender wünschbar wäre die Erstellung grosser Speicherbecken, und man darf hoffen, dass auf diesem Gebiet in absehbarer Zeit Fortschritte erzielt werden. Gleichzeitig müssen aber Mittel und Wege gesucht werden, um mit kalorisch erzeugter Energie die Lücke auszufüllen. Thermische Kraftwerke können in verhältnismässig kurzer Zeit erstellt werden; ihr Einsatz erfolgt in Zeiten ausgesprochenen Was-

²⁾ Jordi, F.: Die Gaswerke und die schweizerische Energieversorgung. Neue Zürcher Ztg. Bd. 168(1947), Nr. 175, u. Mbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachmänner Bd. 27(1947), Nr. 2, S. 21...25.

sermangels. Sie ermöglichen eine bessere Ausnutzung der Speicherbecken. Ihr Nachteil, die Abhängigkeit von ausländischen Brennstoffen, muss dabei in Kauf genommen werden.

Für die thermische Energieerzeugung stehen theoretisch verschiedene Wege offen. Die gegenwärtig im Bau befindlichen oder geplanten thermischen Winterkraftwerke³⁾ verwenden Gasturbinen mit Oelfeuerung als Antriebmotoren. Die im Winter 1946/47 mangels anderer Möglichkeiten voll eingesetzten thermischen Reserveanlagen der Elektrizitätswerke verwendeten mit einer Ausnahme Dieselmotoren oder Dampfturbinen als Antriebmotoren, also mit Oel oder Kohle als Brennstoff betriebene Maschinen. Da Oel und Kohle leicht gespeichert werden können, ist ein mit diesen Brennstoffen betriebenes Kraftwerk in der Lage, jede Belastungsspitze unabhängig von der Jahreszeit zu bewältigen.

Es liegt nahe, aus Steinkohle durch Trockendestillation gewonnenes Gas (das Leuchtgas unserer Gaswerke) als Brennstoff für Gasturbinen, die Generatoren antreiben, zu verwenden. Die Steinkohle

³⁾ siehe Bull. SEV Bd. 37 (1946), Nr. 14, S. 387, u. Bd. 38 (1947), Nr. 10, S. 289.

würde dann nicht verbrannt, sondern weiter verarbeitet, und neben dem Gas die Produkte der Kohlenveredelung, Koks, Teer, Benzol, Ammoniak usw., gewonnen. Dem naheliegenden Einwand, das Gas werde vorteilhafter direkt dem Konsum zugeführt als über die Gasturbine und Elektrizität, muss entgegengehalten werden, dass die thermischen Reserveanlagen nur während einer verhältnismässig kurzen Zeit im Jahre, zur Hauptsache in den Wintermonaten, Elektrizität zu liefern haben, in der übrigen Zeit erfolgt die Lieferung von den Wasserkraftwerken. Auf diese Weise wird nur beschränkt verfügbare und daher minderwertige Energie der Wasserkraftwerke in nicht einschränkbare vollwertige Normalenergie umgewandelt, und zwar muss im Mittel nur etwa ein Viertel im Jahr thermisch erzeugt werden. Wie weit dabei die Verwendung von Leuchtgas oder Kokereigas wirtschaftlich in Frage kommt, hängt zur Hauptsache vom Preis der Steinkohle und der Nebenprodukte Koks, Teer usw. ab. Diese Verhältnisse sind heute nur schwer zu beurteilen.

Adresse des Autors:

Dr. A. Härry, Ingenieur, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, St.-Peterstrasse 10, Zürich 1.

CIGRE

Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension

11. Session, Paris 1946

(Fortsetzung von Seite 311)

Gruppe 12: Gleichrichter

621.314.65

A. Die Quecksilberdampf-Leistungsgleichrichter. Referat von O.-K. Marti. Das Referat, Nr. 114 (Vereinigte Staaten von Amerika), umfasst 39 Seiten Text mit 14 Figuren im Text.

Der Verfasser beschreibt die Entwicklung, welche die Gasladungsumformer in den Vereinigten Staaten von Amerika genommen haben, wo ungefähr 12% der gesamten erzeugten Energie in diesen Geräten umgeformt wird. Die Quecksilberdampfgleichrichter haben eine tiefgreifende Entwicklung durchgemacht, und man stellt selbst bei den grossen Leistungen das Vorherrschen der Einanoden-Gleichrichter fest. Diese lassen sich auf zwei Typen zurückführen: das Ignitron und das Exzitron. Die beiden Geräte umfassen einen Kessel oder ein zylindrisches Rohr, eine Anode, eine Quecksilberkathode, ein oder mehrere Gitter und Schirme; sie unterscheiden sich voneinander nur durch die Art ihrer Zündung oder Erregung. In einem Ignitron wird der Lichtbogen durch eine Hilfelektrode eingeleitet, die von einem ins Quecksilber der Kathode tauchenden halbleitenden Stab gebildet wird und den Elektronen emittierenden Kathodenfleck erzeugt. Diese Zündung ist intermittierend, d. h. der Lichtbogen wird in jeder Periode des Stroms durch starke Stromimpulse eingeleitet.

Durch Steuerung dieser Impulse in der Zeit lassen sich Phase und Spannung regulieren.

Die Quecksilberkathode der Ignitrons liegt in einem Quarzgefäss; die Gitter sind eine Art Körbe aus Graphit, welche die Anode konzentrisch umgeben; sie sind mit einer Isolierstütze am Deckel des Gefässes befestigt. Der Ausgang der Anode besteht aus einer Porzellan- oder Mycalexdurchführung mit einer Heizvorrichtung, um die Quecksilberniederschläge während der unbelasteten Zündperioden zu verhindern. Die Kühlung des Gefässes bewirkt einerseits eine von Wasser durchflossene und im Innern des Gefässbodens angeordneten Kühlschlange aus verkupferem Stahl, ander-

seits eine aussen an der zylindrischen Wand angeschweisste Kühlschlange.

Ein Graphitschirm auf dem Abgangsrohrstutzen der Vakuumleitung verhindert das Aufprallen der Quecksilbertropfen auf die erhitzten Gitter und Anode; diese Anordnung vermindert die Rückzündungen. Die Fugen des Gefässdeckels werden von zwei Kränzen aus geglühtem Aluminium gebildet, die unter Druck in zwei Nuten eingeschoben und mit Schraubenbolzen angezogen werden.

Mit Ignitrons des beschriebenen Typs werden Batterien von sechs Elementen gebildet, die auf einem Stahlrahmen montiert sind, der eine Quecksilberdampfpumpe und eine Oel-Umlaufpumpe zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des Vakuums trägt. Es wurden drei Modelle von Batterien gebaut, die einen Gleichstrom von 4000 A bei 250 V, 2500 A bei 600 V und 5000 A bei 600 V liefern. Diese Batterien eignen sich zur Speisung von elektrischen Anlagen.

Ein neuer Ignitrontyp zur Erzeugung von Gleichstrom bei 3000 V wird im Referat beschrieben; durch Einbau von sechs dieser Geräte in dasselbe Gefäss wird ein mit 150% während zwei Stunden und mit 300% während 5 min überlastbarer Mutator gebildet, der sich zur Speisung von Bahnanlagen eignet. Diese Elemente beruhen auf derselben Idee wie die beschriebenen Ignitrons; nur enthält die Anodendurchführung eine Spezialfuge aus Glas.

Ein dritter Ignitrontyp, als Frequenzwandler verwendet, wird vom Verfasser beschrieben. Es handelt sich um ein luftdicht zugeschmolzenes Gerät, das keine Vakuumpumpe benötigt. Das Gefäss von ca. 200 mm Durchmesser ist röhrenförmig. Die Anode ist von drei Gittern umgeben, wovon das mittlere zur Steuerung dient und die äusseren die Erregungs- und Entionisierungsgitter darstellen. Es sind drei Zündelektroden und zwei oberhalb der Messfläche der Kathode angeordnete Hilfsanoden vorgesehen; die eine hält den Kathodenfleck bei den schwachen Belastungsströmen aufrecht und die zweite wird im Steuerstromkreis verwendet.

Ein Ignitron enthält einen Sonderstromkreis, der an die ins Quecksilber der Kathode tauchende Zündelektrode einen positiven Spannungsimpuls legt, um den Kathodenfleck zu