

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 35 (1944)
Heft: 9

Artikel: Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke nach den Ergebnissen der auf Ende 1942 abgeschlossenen Statistik
Autor: Sibler, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061562>

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: 16.05.2025

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:

Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telefon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

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

XXXV. Jahrgang

N° 9

Mittwoch, 3. Mai 1944

Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke nach den Ergebnissen der auf Ende 1942 abgeschlossenen Statistik

Vom Starkstrominspektorat (F. Sibling)

31 : 621.311(494)

Vor kurzem ist eine neue Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stand auf Ende 1942 im Buchdruck erschienen. Aus dieser Statistik werden einige Ergebnisse mitgeteilt und mit früheren Zusammenstellungen verglichen.

Une nouvelle statistique des entreprises électriques de la Suisse arrêtée fin 1942 vient de paraître. L'auteur donne un compte-rendu des résultats principaux et compare les chiffres obtenus à ceux des années antérieures.

Als das Starkstrominspektorat sich zu Beginn des Jahres 1943 entschloss, statistische Erhebungen über die technischen Anlagen der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stand auf Ende 1942 zu machen, mochte dies inmitten der gegenwärtigen Zeitverhältnisse und der damit für das allgemeine Wirtschaftsleben verbundenen Erschwerungen gewiss als ein Wagnis betrachtet werden, vor allem wegen der damit verbundenen Mehrarbeit, die wohl in erster Linie das Starkstrominspektorat, aber auch jede einzelne Unternehmung zusätzlich belasten musste. Es darf indessen anerkennend festgestellt werden, dass die Elektrizitätswerke fast durchwegs rasch und zuverlässig die zugestellten Fragebogen ausgefüllt und damit dem Starkstrominspektorat die erforderlichen Unterlagen für die nun in Buchform vorliegende Statistik auf Ende 1942 geliefert haben.

Die neue Statistik entspricht in ihrer Gestaltung der für die Ausgabe 1936 neu geschaffenen Form. Sie hat jedoch eine wichtige Erweiterung erfahren, indem in dieser Ausgabe nicht nur alle jene Unternehmungen erfasst wurden, die selbst erzeugte oder von andern Elektrizitätswerken bezogene Energie gewerbsmässig verkaufen, sondern auch industrielle und Bahnunternehmungen, die über eigene elektrische Erzeugungsanlagen von 300 kW und mehr Leistung verfügen. Dementsprechend zerfällt die neue Statistik in folgende fünf Teile.

- A_I Elektrizitätswerke mit Erzeugungsanlagen und mit mehr als 500 kW verfügbarer Leistung;
- B_I Elektrizitätswerke ohne Erzeugungsanlagen, mit mehr als 500 kW verfügbarer Fremdleistung;
- A_{II} Elektrizitätswerke mit Erzeugungsanlagen und einer verfügbaren Leistung bis und mit 500 kW;
- B_{II} Elektrizitätswerke ohne Erzeugungsanlagen, mit einer verfügbaren Fremdleistung bis und mit 500 kW;
- C: Industrielle und Bahnunternehmungen mit Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW Leistung.

Zur Orientierung über die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft trägt die

neue Statistik vor allem dadurch bei, dass sie sowohl über die seit 1937 in Betrieb gekommenen neuen Kraftwerke, als auch über erfolgte Umbauten und Erneuerungen von alten Anlagen zuverlässige technische Angaben enthält. Als wichtigste Neubauten sind beispielsweise zu nennen die Kraftwerke Verbois (Genf), Innertkirchen, Ganterbach-Saltina (Brig), Reckingen und Gampel III (Lonza, Basel), Mörel (Rhonewerke A.-G., Lausanne), sowie die thermischen Anlagen Bern, Neuenburg und Zürich. Wesentlich umgebaut wurden u. a. die Kraftwerke Martigny-Bourg (S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne) und Waldhalde (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich).

In der Statistik 1942 wurde wiederum Wert darauf gelegt, nicht nur die technischen Daten der einzelnen Unternehmungen aufzuführen, sondern ausserdem in einigen Zusammenstellungen einen Ueberblick über die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke zu bieten. Um diese Resultate der Statistik einem weiteren Leserkreis zugänglich zu machen, folgen hier einige der wichtig-

Zahl der Elektrizitätswerke mit eigenen Erzeugungsanlagen und der zugehörigen Kraftwerke, sowie deren Erzeugungsmöglichkeit

(ohne Bahn- und Industriekraftwerke)

Tabelle I

Jahr	Zahl der		Mittlere Erzeugungsmöglichkeit		
	Elektrizitätswerke	Kraftwerke	hydraulisch		kalorisch
			kW	10 ⁶ kWh	kW
1919	328	410	475 000	2 630	60 000
1922	316	407	630 000	3 420	58 000
1925	304	400	810 000	3 700	63 000
1929	273	366	930 000	4 150	62 000
1933	267	362	1 195 000	5 500	96 000
1936	271	368	1 343 000	6 200	98 000
1942	275	386	1 770 000	8 000	110 000

sten Tabellen aus dem Anhang zur Statistik (Seiten 143...159). Alle wiedergegebenen Zusammenstellungen umfassen aber nur die Anlagen der all-

gemeinen Energieversorgung, dagegen nicht jene der industriellen und Bahnunternehmungen.

In den letzten 15 Jahren ist, wie aus der ersten Tabelle über die Zahl der Elektrizitätsunternehmungen, ihrer Kraftwerke und ihre Erzeugungsmöglichkeit hervorgeht, die Zahl der Unternehmungen ungefähr gleich geblieben und auch jene der Kraftwerke hat sich nur wenig verändert. Kleine Anlagen wurden stillgelegt, wogegen Grosskraftwerke entstanden, die nicht zur Vermehrung der Zahl der Kraftwerke, wohl aber zu einer ganz bedeutenden Leistungssteigerung führten. Die 158 kleinen Elektrizitätswerke, bzw. 166 Kraftwerke der Kategorie A_{II} sind an der gesamten Erzeugungsmöglichkeit nur noch mit 12 000 kW beteiligt, d. h. mit wesentlich weniger als 1 %.

Eine Orientierung über das Anlagekapital und die Energieerzeugung der Kraftwerke der Kategorie A_I der Statistik, d. h. der Unternehmungen mit mehr als 500 kW verfügbarer Leistung, gibt Tabelle II, wo die Kraftwerke in verschiedene Kategorien nach der Art der Wasserausnutzung

Jahre 1943 in Betrieb genommenen Kraftwerke Verbois (Genf), Innertkirchen, Taubenloch (Biel), Luchsingen (Glarus) und Kernmatt (Sarnen) sind in den Zusammenstellungen von Tabelle II mitberücksichtigt. Eine Ausnahme hiervon besteht naturgemäss in den Zahlen über die wirkliche Energieerzeugung, die das hydrographische Jahr vom 1. Oktober 1941 bis 30. September 1942 umfassen, und bei den Ausnutzungskoeffizienten der beiden letzten Kolonnen, die auf der verfügbaren Arbeit der damals bestehenden Kraftwerke basieren. Bei der Produktionsmöglichkeit ist zu beachten, dass es sich nicht um die Verhältnisse eines bestimmten einzelnen Jahres handelt, sondern um Mittelwerte, d. h. um die auf Grund der mittleren Wasserführung einer möglichst langen Reihe von Jahren technisch verfügbare Erzeugung der Wasserkraftanlagen. Die Energie der in Jahresspeichern zurückbehaltenen Wassermenge (873 Millionen kWh) entspricht rund einem Drittel der Energie, die im Winterhalbjahr aus dem natürlichen Zufluss der ausgenutzten Gewässer zur Verfügung steht (2800

Anzahl, Anlagekapital, mittlere mögliche und wirkliche Energieproduktion der Kraftwerke der Kategorie A_I im hydrographischen Jahr 1941/42, unterteilt nach der Art der Kraftwerke
(ohne Bahn- und Industriekraftwerke)

Tabelle II.

Art der Kraftwerke	Zahl der Kraftwerke	Anlagekapital 10 ⁶ Fr.	Produktionsmöglichkeit				Speicherungsvermögen 10 ⁶ kWh	B A × 100 %	Erzeugte elektrische Arbeit		Ausnützung der mittleren mögl. Arbeit	
			maximal kW	minimal kW	im Mittel				a) Winter 10 ⁶ kWh	b) Sommer 10 ⁶ kWh	a) Winter %	b) Sommer %
1. Wasserkraftwerke ohne Speicher	123	528	730 000	302 000	2130	2800	—	—	1740	2330	89	91
2. Wasserkraftwerke mit Tagesspeicher	39	89	130 000	70 000	280	425	0,5	0,1	260	385	93	90
3. Wasserkraftwerke mit Wochenspeicher	8	66	60 000	38 000	75	235	3,0	1,0	64	138	85	59
4. Wasserkraftwerke mit Monatspeicher	5	59	90 000	55 000	115	230	37,5	11	118	204	102	89
5. Wasserkraftwerke mit Jahresspeicher	22	448	750 000	615 000	1030	600	873	53	655	458	77	118
6. Kalorische Kraftwerke .	23	35	85 000	85 000	—	—	—	—	3,5	1,5	—	—
7. Kalor. Reservengruppen in Wasserkraftwerken . .	(16)	—	25 000	25 000	—	—	—	—	1,0	0	—	—
8. Energieaufnahme des allgem. Verbrauchernetzes aus Bahn- und Industrieanlagen der Kategorie C	(25)	—	130 000	20 000	35	45	—	—	35,5	46,5	—	—
<i>Total 1941/42</i>	220	1225	2 000 000	1 210 000	3665	4335	914	11	2877	3563	87	92
<i>Total 1935/36</i>	198	1017	1 450 000	920 000	2360	3360	626	10	2370	2300	83	69
» 1933	195	900	1 370 000	677 000	2520	3200	442	7,7	1944	1948	77	60
» 1929	191	736	1 030 000	520 000	1930	2430	328	7,5	1794	1956	93	80
» 1925	187	634	894 000	498 000	1704	2110	283	7,4	1338	1364	78	65
» 1922	173	473	652 000	312 000	3207		107	3,3	1970		61	
» 1919	162	361	545 000	279 000	2707		84	3,2	1786		66	
» 1916	144	273	495 000	258 000	2413		79	3,3	1539		64	

und Wasserspeicherung ausgeschieden werden. Die stärkste Zunahme verzeichnen die Wasserkraftwerke mit Jahresspeicher; deren Leistungs- und Speichermöglichkeit wurde hauptsächlich durch das Kraftwerk Innertkirchen gesteigert. Zu Beginn des Jahres 1943 verfügten die Kraftwerke der allgemeinen Energieversorgung über ein Speichervermögen von total 914 Millionen kWh. Die erst im

Millionen kWh). Der Gewinn, den die an die Wasserläufe der Speicherwerke anschliessenden Laufwerke aus der Mitverarbeitung des Speicherwassers erzielen, beträgt ungefähr 60 Millionen kWh.

Das Anlagekapital, bzw. der Bauwert der Kraftwerke, hat sich nach Tabelle II seit 1936 von 1017 auf 1225 Millionen Franken erhöht. Einen

wesentlichen Anteil an dieser Erhöhung tragen die drei Grosskraftwerke Rekingen, Verbois und Innetkirchen, deren Bau allein einen Kapitalaufwand von 139 Millionen Franken bedingte. Die Erstellungskosten der Verteilanlagen der grösseren Unternehmungen der Statistikategorien A₁ und B₁ betrugen bis heute insgesamt ungefähr 825 Millionen Franken, so dass der Gesamtbauwert der Kraftwerke und der zugehörigen Verteilanlagen den Betrag von zwei Milliarden Franken erheblich übersteigt.

Frühere Statistiken enthielten auf Grund von Berechnungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft auch eine Orientierung über die Energieausfuhr und die Verwendung der erzeugten Energie. Unter den gegenwärtigen Zeitverhältnissen sind aber die Zahlen für eine solche Veröffentlichung nicht erhältlich. Indessen ergibt sich aus Tabelle II, dass die Energieerzeugung der Schweiz mit Einschluss der Ausfuhrquote bei einer mittleren Wohnbevölkerung von 4 283 000 im Jahre 1942 pro Einwohner 1500 kWh betragen hat gegenüber 1120 kWh im Jahre 1936 und 525 kWh vor 20 Jahren.

grösseren Unternehmungen als abgeschlossen betrachtet werden kann; bei einzelnen Werken hemmen die schwierigen Materialverhältnisse weitere Netzbauten und andere Werke schliesslich haben die Einführung der Normalspannung als willkommene Krisenaufgabe in ihr Programm für Arbeitsbeschaffung aufgenommen. Tabelle III zeigt indessen deutlich, dass auch die kriegsbedingten Erschwerungen die angestrebte Vereinheitlichung der Verteilnetze und -spannungen nicht völlig zu hemmen vermochten und dass, gemessen an der verfügbaren Transformatorenleistung, bereits wesentlich mehr als die Hälfte unserer Elektrizitätsverbraucher aus 220/380-V-Drehstromnetzen versorgt werden. Selbstverständlich behalten daneben z.B. die 500-V-Drehstromanlagen noch auf lange Sicht für industrielle Anwendungen eine wesentliche Bedeutung. Der Umbau dieser Netze wird, sofern er beabsichtigt ist, stets mit grösseren Schwierigkeiten verbunden sein, weil zahlreiche und teure Energieverbraucher zu ändern sind und ausserdem die Verteilnetze mit der Normalspannung weniger leistungsfähig werden, während bei den alten 145/250-V- und 3·220-V-Drehstromnetzen gerade

Übersicht über die verwendeten Gebrauchs-Niederspannungen im Verhältnis zu den installierten Transformatorenleistungen
Tabelle III.

Gebrauchsspannungen V	Leistungen der installierten Transformatoren auf Niederspannung					
	Ende 1929		Ende 1936		Ende 1942	
	kVA	%	kVA	%	kVA	%
2 × 110	15 400	1,9	14 000	1,2	12 000	0,8
2 × 125	67 500	8,6	57 600	5,4	19 700	1,3
3 × 125	800	0,1	3 800	—	4 000	0,3
2 × 145	9 500	1,2	6 000	0,5	8 000	0,6
3 × 190/110	12 400	1,6	12 200	1,1	22 300	1,5
3 × 200	3 000	0,4	500	—	800	—
2 × 220	5 800	0,7	13 400	1,2	17 000	1,2
3 × 220	25 300	3,2	26 000	2,3	32 200	2,2
3 × 220/125	109 200	13,8	107 000	9,4	79 000	5,3
3 × 235/135	6 900	0,9	5 400	0,5	5 800	0,4
3 × 250	37 000	4,7	23 100	2,0	23 000	1,5
3 × 250/145	83 500	10,6	104 000	9,1	94 700	6,4
3 × 250/2 × 125	27 000	3,4	21 000	1,8	10 000	0,7
3 × 325	1 500	0,2	7 000	0,6	1 000	—
3 × 350/200	16 800	2,1	5 500	0,5	9 300	0,6
3 × 380/220	167 300	21,4	476 000	41,8	809 000	54,7
3 × 380/220/125	500	—	6 000	0,5	7 000	0,5
3 × 435/250	500	—	1 900	0,2	1 700	0,1
3 × 480/280/2 × 140	5 800	0,7	4 600	0,4	5 000	0,4
3 × 500	157 000	19,8	190 000	16,7	231 300	15,6
3 × 500/290	200	—	3 800	0,3	4 200	0,3
3 × 500/250/145	20 000	2,6	22 800	2,0	6 000	0,4
3 × 500/380/220	1 100	0,1	21 400	1,9	60 000	4,1
3 × 950/550	16 000	2,0	7 000	0,6	17 000	1,1
Total	790 000	100	1 140 000	100	1 480 000	100

Die Statistik enthält sodann in einer ihrer zahlreichen Tabellen eine zusammenfassende Uebersicht über die Fortschritte in der Anwendung der Normalspannung (220/380 V Drehstrom). Diese Uebersicht ist hier als Tabelle III wiedergegeben. Im letzten Jahrzehnt wurde die Umstellung der Verteilanlagen auf Normalspannung ganz erheblich gefördert. Man weiss, dass sie heute bei zahlreichen

die Erhöhung der möglichen Netzleistung einen besonderen Anreiz für den Uebergang auf die höhere Spannung in sich schliesst. So zeigen die Statistikergebnisse u. a., dass im Jahre 1929 die Spannungsgruppe 200/115 V bis 250/145 V noch 38 % der installierten Transformatorenleistung umfasste, während dieser Anteil bis Ende 1936 auf 26 % und seither auf 18 % zurückgesunken ist.

Seit 1929 ist die installierte Transformatorenleistung für die Energieabgabe in Niederspannung an letzte Verbraucher um nahezu 100% und seit den letzten Erhebungen Ende 1936 um 30% gestiegen. In gleichem Masse haben sich die Energieverbraucher vermehrt. Die Gesamtleistung der an die Elektrizitätswerke angeschlossenen Energieverbraucher betrug:

Ende Jahr	1916	1922	1929	1936	1942
1000 kW	738	1455	2513	3620 (3280*)	5050*
Mittl. Jahreszunahme in %	8	10	9	9	

* ohne kleine Haushaltsapparate.

Wird die totale Jahreserzeugung von 6440 Millionen kWh in Rechnung gestellt, so ergibt sich für

festgestellt werden kann. Im Jahre 1936 hatte sich ergeben, dass mit rund einer Million kleiner Haushaltsapparate und einem entsprechenden Anschlusswert von mindestens 340 000 kW zu rechnen war. Infolge der Entwicklung seit Kriegsbeginn, namentlich durch den Anschluss von Haushaltsöfen bis 1200 Watt Leistung und kleinen Kochapparaten, als Folge der Kochgasknappheit, haben sich diese Zahlen ohne Zweifel ganz erheblich erhöht. Nähere Angaben über die Entwicklung der Anschlüsse der Elektrizitätswerke sind im übrigen aus der letzten in diese Veröffentlichung übernommenen Tabelle IV ersichtlich.

Die neue Statistik umfasst einen Band von 159 Seiten im Normalformat und kann bei der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE in

Gesamtsumme der Anschlüsse aller Elektrizitätswerke

Tabelle IV.

Jahr	Industrie u. Gewerbe		Bahnen	Motoren		Lampen		Wärmeapparate		Total kW	Total- erzeugung 10 ⁶ kWh	Ge- brauchs- dauer Stunden
	ohne Elektrokessel kW	Elektro- kessel kW		Anzahl	kW	Anzahl	kW	Anzahl	kW			
1912	—	—	—	50 000	211 000	2 876 000	144 000	?	47 000 ¹⁾	402 000 ¹⁾	?	?
1916	107 000	—	40 900	82 000	302 000	5 710 000	206 500	145 000 ¹⁾	82 000 ¹⁾	738 400 ¹⁾	1540	2090 ¹⁾
1919	212 100	—	42 700	112 020	452 000	7 618 000	263 400	319 700 ¹⁾	235 300 ¹⁾	1 205 500 ¹⁾	1837	1525 ¹⁾
1922	226 900	—	66 200	141 440	488 700	8 480 000	297 000	493 300 ¹⁾	376 600 ¹⁾	1 455 400 ¹⁾	2032	1390 ¹⁾
1925	280 100	—	93 950	177 750	592 800	9 600 000	339 650	712 400 ¹⁾	556 000 ¹⁾	1 862 500 ¹⁾	2738	1470 ¹⁾
1929	332 900	—	107 800	249 000	731 000	11 307 000	421 300	1082 000 ¹⁾	920 000 ¹⁾	2 513 000 ¹⁾	3770	1500 ¹⁾
1936	475 000	129 000	160 000	347 000	896 000	12 910 000	470 000	1500 000 ¹⁾ 520 000 ²⁾	1 490 000 ¹⁾ 1 150 000 ²⁾	3 620 000 ¹⁾ 3 280 000 ²⁾	4670	1290 ¹⁾ 1420 ²⁾
1942	680 000	360 000	210 000	460 000	1 160 000	16 000 000	660 000	700 000 ²⁾	1 980 000 ²⁾	5 050 000 ²⁾	6440	1280 ²⁾

¹⁾ Mit Einschluss der kleinen Haushaltsapparate.

²⁾ Ohne kleine Haushaltsapparate.

den Ende 1942 ausgewiesenen Anschlusswert eine jährliche Gebrauchsdauer von 1280 Stunden, wobei allerdings die kleinen Haushaltsapparate in der neuen Statistik keine Berücksichtigung mehr gefunden haben, da deren Zahl und Anschlusswert ohnehin von den meisten Unternehmungen nicht

Zürich 8, Seefeldstrasse 301, bezogen werden. Der Verkaufspreis beträgt Fr. 20.—; Mitgliedern des SEV wird sie zum Vorzugspreis von Fr. 15.— abgegeben. Jenen Mitgliedern des SEV, die auch dem VSE angehören, wurde ein Band der Statistik unentgeltlich zugestellt.

Eine neue Filmschleuse für Kathodenstrahl-Oszillographen, Elektronen-Mikroskope und Elektronen-Beugungsgeräte

Von K. Berger, Zürich

621.317.755.087.5

In der Technik der Kathodenstrahl-Oszillographie und der Elektronenmikroskopie werden die photographischen Platten oder Filme für Präzisionsaufnahmen im Vakuum der Kathodenstrahlröhre von Elektronen beschrieben. Nach kurzer Anführung der bisherigen Lösungen wird nachstehend eine neue Schleusenausführung beschrieben, mit der exponierte Filmteile beliebiger Länge aus dem Vakuum an die Atmosphäre ausgeschleust werden können, ohne dass die Kathodenstrahlröhre unter Luftdruck gesetzt werden muss. Der bisher wichtigste Nachteil der Innenaufnahme im Vakuum wird dadurch behoben, und das Arbeiten mit dem Präzisions-Kathodenstrahl-Oszillographen einfacher und flüssiger gestaltet. Die Entwicklung von Innenoszillogrammen dürfte kaum mehr komplizierter sein als jene üblicher Photoaufnahmen.

Dans la technique des tubes cathodiques, par exemple des oscillographes cathodiques et des microscopes électroniques, on introduit la pellicule sensible photographique dans le vide où les électrons du faisceau cathodique l'impressionnent directement et avec précision. Après avoir mentionné les réalisations connues, l'auteur décrit une nouvelle échuse permettant de sortir du vide un ruban de film photographique de longueur quelconque, sans qu'il faille mettre le tube cathodique sous pression atmosphérique. Le plus gros inconvénient de la technique des tubes cathodiques à enregistrement interne se voit ainsi éliminé, car, grâce à cette échuse, le développement photographique des relevés oscillographiques n'est guère plus compliqué que pour les photos ordinaires.

Schon einige Jahre vor der Konstruktion der berühmt gewordenen Demonstrationsröhre für Kathodenstrahlen durch Braun 1897¹⁾ wurde von

¹⁾ F. Braun, Wied. Ann. 60(1897), S. 552.

Hess eine photographische Platte in das durch ein Lenardsches Fenster abgetrennte Vorvakuumgefäss einer Kathodenstrahlröhre eingelegt, um die Elektronen des Kathodenstrahls direkt auf die Photo-