

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 29 (1938)
Heft: 16

Artikel: Betriebserfahrungen mit Wärmespeicheröfen
Autor: Diggelmann, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059392>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.04.2026

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

REDAKTION:

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

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 51.742
Postcheck-Konto VIII 8481

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

XXIX. Jahrgang

N^o 16

Mittwoch, 3. August 1938

Betriebserfahrungen mit Wärmespeicheröfen.

Von E. Diggelmann, Bern.

621.364.37

Der Luftfeuchtigkeitsgehalt automatischer Telephonzentralen darf gewisse Werte nicht überschreiten. Die Temperatur muss deshalb stets einige Grad über Null betragen, wozu im Winter eine automatische Heizung nötig ist. Die Telegraphen- und Telephonverwaltung verwendet hiezu u. a. elektrische Speicheröfen, die während der Nacht aufgeheizt werden. Um das günstigste Ofenmodell zu finden, wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben. 6 Modelle wurden eingehend untersucht. Aus dem Modell, das die besonderen Forderungen am besten erfüllte, wurde ein Standardmodell entwickelt. Ferner wurde ein Modell mit Ventilator und Temperaturregler gebaut, das forcierte Wärmeabgabe gestattet. Die untersuchten und entwickelten Modelle werden im folgenden beschrieben.

Le degré d'humidité de l'air dans les centraux téléphoniques automatiques ne doit pas dépasser une certaine valeur. La température doit toujours être de quelques degrés au-dessus de zéro. En hiver, un chauffage automatique est donc nécessaire. Dans ce but, l'Administration fédérale des télégraphes et téléphones utilise, entre autres, des poêles électriques à accumulation qui sont chauffés pendant la nuit. Elle a institué un concours, en vue de déterminer le modèle de poêle le plus favorable. Parmi les 6 modèles examinés, celui qui a satisfait le mieux aux exigences spéciales fut ensuite mis au point sous forme de modèle normal. En outre, un modèle a été prévu avec ventilateur et thermostat, en vue d'un chauffage forcé. Les modèles examinés et les modèles mis au point sont décrits dans cet article.

Beim Vollspeicherofen, von dem hier die Rede ist, dauert die Aufheizung (Ladung) gewöhnlich 8, die Abkühlung (Entladung) hingegen 16 Stunden. Er ermöglicht die ausschliessliche Verwendung billiger Spätnachtenergie. Diesem wirtschaftlichen Vorteil stehen jedoch bestimmte Nachteile gegenüber, wie grösserer Platzbedarf, grösseres Gewicht und entsprechend grössere Anschaffungskosten. Schlimm steht es ferner um die *Regulierung der Wärmeabgabe*, sobald die regulierende Einwirkung der Speichermasse allein nicht genügt. Dies trifft z. B. dann zu, wenn zu bestimmten Tageszeiten eine höhere Raumtemperatur verlangt wird, oder wenn diese innert kürzester Frist wesentlich erhöht werden muss. In folgendem Aufsatz werden die Ergebnisse eines im Jahre 1934 veranstalteten Wettbewerbs für die Lieferung von Speicheröfen (Fig. 1a...f), die in kleineren automatischen Telephonzentralen aufgestellt werden sollten, veröffentlicht und die seither erfolgte Weiterentwicklung des Wärmespeicherofens sowohl gewöhnlicher Bauart, als auch für forcierte Wärmeabgabe mitgeteilt.

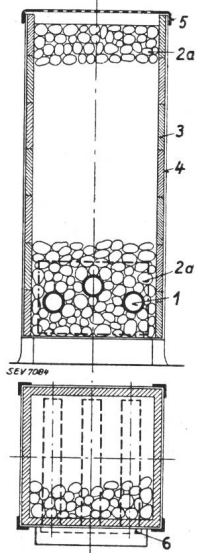
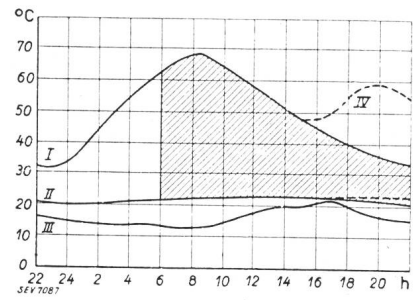
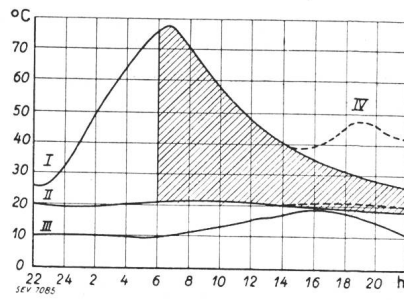
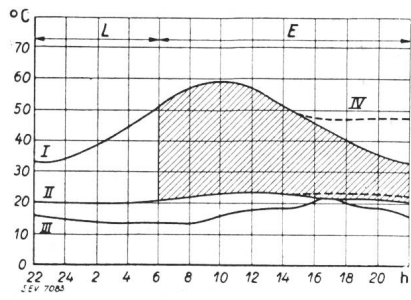
im Ofen aufgespeicherte Wärme innert nützlicher Frist in den Raum zu bringen. Eine Erhöhung der Raumtemperatur wurde erst erreicht, als dem Ofen bei offener Klappe neue Energie zugeführt wurde.

Beim Typ *a* (Fig. 1) ist die *mittlere* Oberflächentemperatur verhältnismässig tief, weil die Speichermasse von den im unteren Teil horizontal angeordneten Heizelementen sehr ungleich erwärmt wird. Während der Aufheizperiode ist die untere Hälfte der Ofenoberfläche übermässig warm; während der Entladeperiode steigt dann die im Ofen aufgespeicherte Wärme allmählich nach oben, bis die unter dem Deckel gelegene Schicht die höchste, die unterste Schicht hingegen die tiefste Temperatur aufweist. Darauf ist die träge Wärmeabgabe des Ofens und das geringe Speicherungsvermögen zurückzuführen.

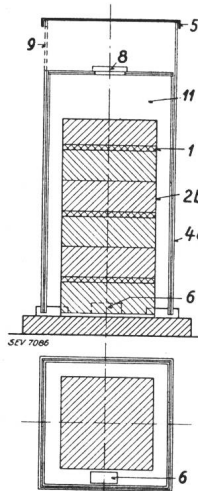
Alle zur Prüfung vorgelegten Speicheröfen waren wunschgemäss mit Luftklappen ausgerüstet. Sie wurden in einem gut isolierten, ursprünglich zu Wohnzwecken gebauten Raum geprüft. Für die Aufzeichnung des Temperaturverlaufs im Ofeninnern, an der Ofenoberfläche, im Raum und im Freien dienten Registrierinstrumente. Bevor auf die Beschreibung der einzelnen Konstruktionen eingegangen wird, sei erwähnt, dass die Wirkung der Luftklappe den Erwartungen in keinem Falle entsprach. Die Luftzirkulation war zu gering, um die

Der Typ *b* zeichnet sich im Gegensatz zu Typ *a* durch die äusserst kompakte und gleichmässig erwärmte Speichermasse aus. Die Wärme wird von der Speichermasse durch Strahlung und Konvektion auf die verhältnismässig leicht gebaute Ofenhülle übertragen, was eine rasche Abkühlung des Speicherkerns zur Folge hat.

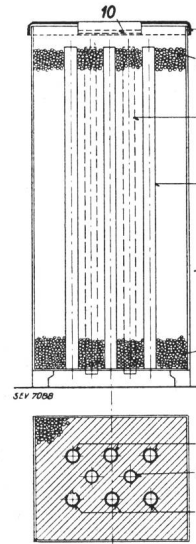
Die Modelle *c*, *d* und *e* sind einander in bezug auf den grundsätzlichen Aufbau ähnlich. Bei den genannten Modellen sind die in Röhren untergebrachten Heizspiralen vertikal angeordnet, und es werden, wie übrigens auch beim Typ *a*, mehr oder weniger grosse Kieselsteine als Speichermasse verwendet. Ein Unterschied kann vielmehr bei den besonderen Massnahmen festgestellt werden, die zur Beeinflussung der Wärmeabgabe getroffen wurden.



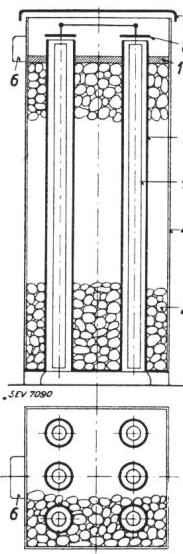
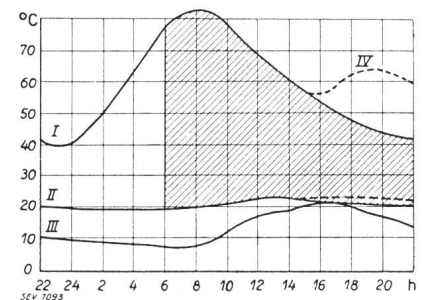
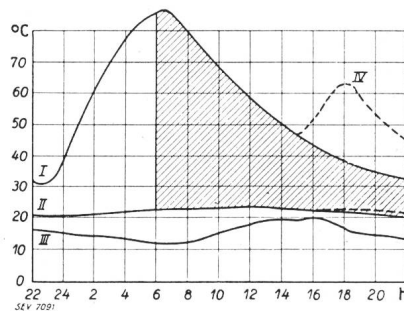
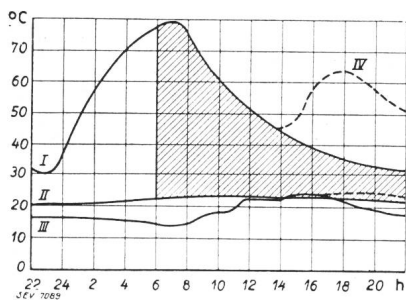
Typ a.
 Aufgenommene Leistung 2040...2160 W
 Oberfläche 2,04 m²
 Speichervolumen 0,182 m³
 Totalgewicht 330 kg



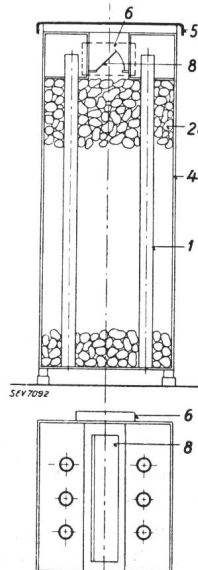
Typ b.
 Aufgenommene Leistung 2080...2160 W
 Oberfläche 1,67 m²
 Speichervolumen 0,055 m³
 Totalgewicht 300 kg



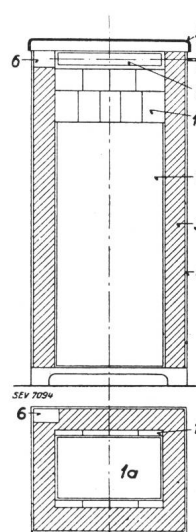
Typ e.
 Aufgenommene Leistung 2080...2160 W
 Oberfläche 2,22 m²
 Speichervolumen 0,20 m³
 Totalgewicht 375 kg



Typ d.
 Aufgenommene Leistung 2040...2160 W
 Oberfläche 2,18 m²
 Speichervolumen 0,19 m³
 Totalgewicht 377 kg



Typ e.
 Aufgenommene Leistung 2080...2120 W
 Oberfläche 2,00 m²
 Speichervolumen 0,186 m³
 Totalgewicht 439 kg



Typ f.
 Aufgenommene Leistung 2080...2160 W
 Oberfläche 2,10 m²
 Speichervolumen 0,196 m³
 Totalgewicht 380 kg

Fig. 1 (Legende siehe rechts).

Beim Typ *c* sind zu diesem Zweck zwei besondere Lüftungsrohre in die Speichermasse eingebettet. Beim Typ *d* hingegen ist jedes Heizelement von einem besonderen Lüftungsrohr umgeben. Die Speichermasse selbst ist bei den Modellen *c*, *d* und *e* bedeutend gleichmässiger durchwärmt als beim Modell *a*, was übrigens auch im Heizeffekt des Ofens zum Ausdruck kommt.

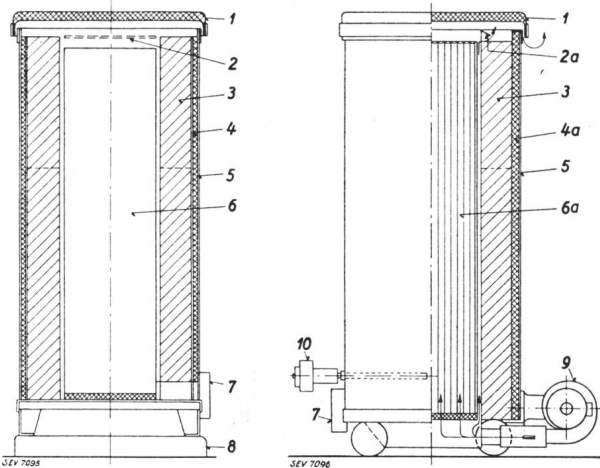


Fig. 2. Speicherofen, definitive Ausführung.
Fig. 3. Speicherofen mit forcierter Wärmeabgabe.

1 Innenisolierter Deckel. 2 Lüftungsschieber. 2a Automatische Luftklappe. 3 Speichermantel. 4 Mantelisololation. 4a Verstärkte Mantelisololation. 5 Glanzblech. 6 Speicherkern aus gebrannter Schamotte. 7 Klemmenkasten. 8 Schieferplatte. 9 Ventilator. 10 Temperaturregler.

Typ *f* unterscheidet sich von allen vorgenannten Konstruktionen durch die Verwendung eines massigen Speichermantels, der den Heizkern aus gebrannter Chamotte umgibt. Dank des geringen Luftspaltes, der die beiden Massen voneinander isoliert, gelangt die Wärme hauptsächlich durch Strahlung vom Heizkern in den Speichermantel. Die mittlere Oberflächentemperatur erreicht ihren Höchstwert erst volle zwei Stunden nach dem Ausschalten der Heizwicklung, eine Erscheinung, die in der Abkühlungskurve Fig. 1f vorteilhaft zum Ausdruck kommt und auf ein hohes Speichervermögen schliessen lässt.

Aus dem Modell *f* ging schliesslich das Normalmodell der Telegraphen- und Telephonverwaltung hervor. Die früheren Ofenwände aus Glanzeternit wurden wegen der oft ungenügenden mechanischen Festigkeit durch einen geschweissten Ofenmantel aus Glanzblech ersetzt und der Deckel innen isoliert. Die in Einheiten zu 2 und 1 kW Anschluss-

wert unterteilten Speichermantelblöcke erleichtern die Montage. Fig. 2 zeigt einen solchen Ofen der Firma Oskar Locher in Zürich.

In der Folge wurde zunächst das Problem der forcierten Wärmeabgabe weiter verfolgt. Ein neues Modell nach Fig. 3 sollte den bei automatischen Telephonzentralen vorkommenden besonderen Verhältnissen in vermehrter Masse Rechnung tragen. Bei diesen dient die Heizung in erster Linie dazu, den Luftfeuchtigkeitsgehalt zu begrenzen. In der Regel genügt eine Raumtemperatur von wenigen Grad Celsius über Null. Andererseits kommt es aber vor, dass automatische Zentralen wegen Betriebsstörungen ganz unerwartet besucht werden müssen, und damit das Personal arbeiten kann, muss der Raum innert kürzester Frist auf wenigstens 16 Grad erwärmt werden. Wo die Energie auch in den Tagesstunden zu einem annehmbaren Tarif erhältlich ist, kann unter Umständen mit Schnellheizern nachgeholfen werden. Wo aber die Heizenergieabgabe tagsüber gesperrt oder nur zu hohen Preisen möglich ist, kommt nur die Wärmespeicherung in Verbindung mit einer weitgehenden Regulierung der Wärmeabgabe in Frage. Es war deshalb naheliegend, einen Speicherofen zu entwickeln, dessen Speichermasse ähnlich isoliert ist wie der Inhalt eines Heisswasserspeichers. Die Isolation kann so bemessen sein, dass die Verluste gerade dazu ausreichen, dem Raum die gewünschte Mindesttemperatur zu geben. Wird nun eine vorübergehende forcierte Wärmeabgabe nötig, so wird die Luft mit Hilfe eines am Ofen angebauten Ventilators durch den Ofen, d. h. zwischen Kern und Speichermantel hindurchgeblasen, wobei sie sich erwärmt. Versuche haben gezeigt, dass die Raumtemperatur innert einer Stunde um 8 bis 16° erhöht

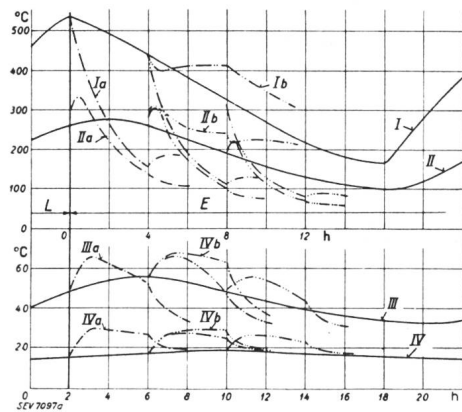


Fig. 4. Wärmeentnahme durch Ventilation sofort, 4 oder 8 Stunden nach Heizschluss.

Legende zu Fig. 1 (siehe links).
Prinzipischnen der 6 untersuchten Ofentypen im Maßstab 1 : 25 und Versuchsdiagramme (Temperaturen I bis IV in Funktion der Tageszeit).

L Ladung. E Entladung.
I Mittlere Temperatur der Ofenoberfläche. II Raumtemperatur. III Aussentemperatur. IV Temperaturverlauf nach zusätzlicher Heizung von 14 bis 17 Uhr bei offener Klappe.

1 Heizelement. 1a Heizkern aus gebrannter Schamotte. 2a Speichermasse aus Kieselsteinen. 2b Speichermasse aus Speckstein. 2c Speichermasse aus Kieselsteinen von ca. 1 cm Durchmesser. 3 Auskleidung aus gebrannter Schamotte. 3a Speichermantel aus Schamottenmörtel. 4 Eternit. 4a 2×Eternit, mit Zwischenraum. 5 Deckel. 6 Klemmen. 7 Lüftungsrohre. 8 Klappe. 9 Gitter. 10 Lüftungsschieber. 11 Luftraum. 12 Schlackenzement. 13 Füllsteine aus Schamotte.

L Ladung, E Entladung.
Temperaturverlauf im Heizkern (I), im Speichermantel (II), an der Ofenoberfläche (III), im Raum (IV) bei natürlicher Abkühlung; do. (Ia...IVa) bei forcierter Wärmeentnahme; do. (Ib...IVb) bei forcierter Wärmeentnahme unter gleichzeitiger Wärmezufuhr während 4 Stunden.

werden kann, je nach der Zeit, die seit der Aufheizperiode verstrichen ist. Fig. 4 zeigt den Temperaturverlauf im Heizkern, im Speichermantel, an der Oberfläche und im Raum bei normaler Entladung und bei forcierter Wärmeabgabe mit Ventilator, mit

und ohne Wiedereinschaltung der Heizwicklung. Bei Speicheröfen dieser Bauart kann die Ofentemperatur durch einen im Speichermantel eingebauten Temperaturregler nach oben begrenzt werden. Damit hat man es in der Hand, die Aufladung der jeweils herrschenden Aussentemperatur anzupassen. Die Regulierung kann auch automatisch erfolgen, mit dem mehrstufigen Aussen-Temperaturregler der Fr. Sauter A.-G. Basel oder mit dem stufenlos arbeitenden Aussen-Temperaturregler System Landis & Gyr A.-G., Zug.

Noch mehr als bei der gewohnten Bauart sind beim Speicherofen mit Ventilator die Anschaffungskosten verhältnismässig hoch. In besonderen Fällen kann er trotzdem gute Dienste leisten.

In der Praxis hat sich das Normalmodell der Telegraphen- und Telephon-Verwaltung nach Fig. 2 vorzüglich bewährt. Zusätzliche Schnellheizer werden dann eingesetzt, wenn die Zentralen ganz unerwartet besucht werden müssen, und zwar werden sie in der Regel bei Anlagen mit mehr als 100 m³ Rauminhalt ortsfest eingebaut. Bei kleineren Anlagen werden dem Personal tragbare Öfen zugeteilt, die abwechselungsweise in verschiedenen Zentralen aufgestellt werden können. Die Verwendung von Schnellheizern zur Ergänzung der Wärmespeicheröfen muss von Fall zu Fall gegen die Aufstellung von Speicheröfen für forcierte Wärmeentnahme abgewogen werden. Die Energiepreise der Elektrizitätswerke spielen dabei eine ausschlaggebende Rolle.

Generatoren für Gleichstrom-Höchstspannungen.

Von W. Klein, Bern.

621.3.024.027.7 : 539.15

Die Atomphysik benötigt Gleichstromspannungen von mehreren Millionen Volt, um elektrisch geladene Teilchen auf grosse Geschwindigkeiten zu beschleunigen, also α -, β - und γ -Strahlen zu erzeugen. Diese Strahlen ermöglichen Atomumwandlungen. Es werden im folgenden einige Apparaturen beschrieben, die so hohe Spannungen erzeugen, und zwar Konstruktionen, die nach rein elektrostatischen Prinzipien arbeiten, als auch eine, die auf dem Prinzip der Spannungsvervielfachung beruht. Das Cyclotron wurde hier schon beschrieben, siehe Bull. SEV 1938, Nr. 5, S. 98.

La physique des atomes nécessite des tensions de courant continu de plusieurs millions de volts pour accélérer à de grandes vitesses les particules chargées d'électricité et engendrer ainsi des rayons α , β et γ . Ces rayons permettent des transformations atomiques. Dans cet article sont décrits quelques appareils capables de produire ces tensions extrêmement élevées et qui fonctionnent encore selon des principes purement électrostatiques, ainsi qu'un appareil basé sur le principe de la multiplication de la tension. Le cyclotron a déjà été décrit dans ces colonnes (v. Bull. ASE 1938, No. 5, p. 98).

Extrem hohe elektrische Spannungen werden heute benötigt, um Ionenstrahlen von der Art und Qualität der radioaktiven Strahlen künstlich herzustellen. Einmal geht das Bestreben dahin, künstliche β -Strahlen zu erzeugen, d. h. Elektronen auf eine solche Geschwindigkeit zu beschleunigen, dass sie Röntgenstrahlen höchster Durchdringungskraft, d. h. künstliche γ -Strahlen, hervorbringen. Dann aber ist es sozusagen die Forderung des Tages, im grossen Atomkernstrahlen höchster Geschwindigkeit nach Art der α -Strahlen herzustellen. Solche Protonen- und Deutonenstrahlen werden zur Durchführung künstlicher Atomumwandlungen benötigt, sei es, dass man Atomkerne direkt oder sekundär durch Neutronenstrahlen umwandelt. Wohl ist es Lawrence¹⁾ in seinem Cyclotron gelungen, durch mehrmalige Ionenbeschleunigung unter Verwendung eines Magnetfeldes und eines elektrischen Wechselfeldes mit kleinen Spannungen auszukommen. Das Bedürfnis nach extrem hohen elektrischen Spannungen ist dadurch aber keineswegs geringer geworden, und es dürfte daher von Interesse sein, über die heute bekannten Verfahren einen kurzen Ueberblick zu geben. Wir werden uns dabei in folgendem auf jene Methoden beschränken, die konstante Hochspannung liefern, also sowohl die Erzeugung hoher Wechselspannungen, als auch die sogenannter Stoßspannungen nicht berücksichtigen.

I. Der elektrostatische Gleichspannungsgenerator.

Der heute bereits hoch entwickelte elektrostatische Generator stützt sich auf die Influenz elektrischer Maschine und ist lediglich durch geschickte Anordnung und entsprechende Dimensionierungen zu jener Spannungsquelle geworden, die der Kernphysiker braucht. Denn verlangt wird nicht nur hohe Spannung, sondern auch Spannungskonstanz bei relativ hoher Stromentnahme.

1. Der Generator von Van de Graaff²⁾.

Der Generator besteht aus zwei Hohlkugeln von 4,5 m Durchmesser aus einer Aluminiumlegierung, welche auf 6,6 m langen Isolationszylindern aus Textolyt ruhen, bei einem Durchmesser von 1,80 m. Ein fahrbares, schweres, stählernes Gestell bildet die Basis.

In jeder Säule wird die elektrische Ladung durch zwei einfache Treibriemen in die Kugeln hinauf transportiert. Das Riemenmaterial besteht aus gut isolierendem Papier von 0,4 mm Dicke, das vor der gummierten Fabrikation den Vorteil der Unausdehnbarkeit hat. Die Riemenenden sind, statt mit dem spröden Leim, mit einem elastisch bleibenden Zelluloidkitt verbunden. Bei 75% Feuchtigkeit wird der Riemen während zwei Tagen unter eine Streckbelastung von 500 kg gesetzt und dann bei sukzessiver Trocknung von der Feuchtigkeit bis

¹⁾ Lawrence u. Livingstone, Phys. Rev. 1933, S. 19.
Lawrence, Phys. Rev. 1936, S. 1131.
Lawrence, Phys. Rev. 1937, S. 479.
Werbeaktion f. d. Cyclotron, Bull. SEV 1938, S. 98.

²⁾ Tuve, Hafstad, Dahl, Naturwiss. 1936, S. 625.
Van de Graaff, Van Atta, Phys. Rev. 1936, S. 761.
Van de Graaff, Van Atta, Compton, ETZ 1934, S. 911.