

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins |
| Herausgeber: | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke |
| Band: | 27 (1936) |
| Heft: | 11 |
| Artikel: | Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika |
| Autor: | Arnold, A.G. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-1061492 |

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: 22.02.2026

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

lichen Firmen, für die der Sender dann in mehr oder minder diskreter Art Reklame zu machen hat. Die G. E. Co. z. B. unterhält eine eigene Sende-

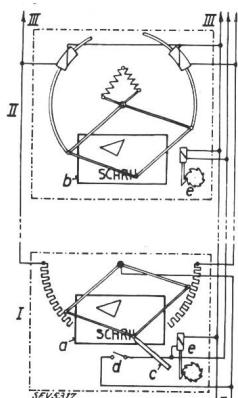


Fig. 65.

Prinzip des Fern-Schreib- und -Zeichenapparates.

- a Schreibfläche des Gebers.
- b Schreibfläche des Empfängers.
- c Schreibstift.
- d Kontakt für Papivorschub.
- e Mechanismus f. Papivorschub.
- I Geber.
- II Empfänger.
- III Zu den andern Empfängern.

station, wobei sie mehr durch eine gute Programm-wahl als durch Anzeigen selbst Reklame macht.

Schliesslich sei noch ein Nachrichtenmittel erwähnt, das sich für Uebermittlung von Meldungen innerhalb eines Geschäftes oder einer Verwaltungs-abteilung sehr grosser Beliebtheit erfreut. Es ist dies eine Fern-Schreib- und -Zeichen-Einrichtung. Eine Meldung, sei es Schrift oder Zeichnung, wird handschriftlich auf das im Geberapparat abrollende Papier geschrieben. Die Schrift oder Zeichnung erscheint vollständig längen- und winkeltreu an allen parallel geschalteten Empfängerapparaten. Die Einrichtung besitzt den Vorteil, dass eine Mel-dung auch dann abgegeben werden kann, wenn am Empfangsort vorübergehend niemand anwesend ist (Anwendungen: Polizei, Feuerwehr, Hotelbetriebe, Elektrizitätswerke: Schaltaufträge mit Skizzen). Der Aufbau dieser Fernschreiber ist prinzipiell sehr einfach (Fig. 65).

Damit schliesse ich meinen kaleidoskopartigen Bericht und hoffe, dass er dem einen und andern etwas Neues vermitteln konnte.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika.

Von A. G. Arnold, Berlin.

621.311(73)

Die jetzige Lage der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft sowie ihre Entwicklung im Laufe der letzten Jahre wird im Lichte der Statistik dargestellt.

L'auteur expose, à la lumière des statistiques, la situation actuelle de l'économie électrique aux Etats-Unis, ainsi que son évolution au cours des dernières années.

I. Allgemeines.

Die amerikanischen Elektrizitätsgesellschaften, welche Energie an Dritte abgeben, sind überwiegend im Besitz des Privatkapitals. Sie wurden vielfach in anderen Ländern als Musterbeispiel hingestellt, zeigen aber schon lange scharfe Gegensätze, die durch die jahrelange Depression sichtbar geworden sind. Eingeweihte deuteten die «Public Ownership» (im Grossen betriebener Aktien- und Obligationenverkauf an die Abnehmer) als bewusste Abwehrmassnahme der privaten Elektrizitätsverwaltungen gegen den bevorstehenden Kampf um die Verstaatlichung. Ferner war seit vielen Jahren der Zwiespalt zwischen privaten und kommunalen Werken bekannt, der in einer Reihe von Städten sogar zu einer Energielieferung von Werken beider Art führte. In den letzten Jahren trat hierzu die überstaatliche Kontrolle und sogar staatliche Energielieferungskonkurrenz.

Schon im Jahre 1920 hatte der Kongress im «Federal Water Power Act» (Wasserkraftgesetz) eine Landesaufnahme der Energiequellen und deren Ausnutzung beschlossen. Weder die Mittel wurden aber damals bewilligt, noch wurden die Kompetenzfragen geregelt; erst Präsident Roosevelt holte das im August 1933 auf dem Verordnungsweg nach. Im Frühjahr 1935 kam nun der erste Bericht über die amerikanische Energieversorgung (National Power Survey) heraus. Die Erkenntnis, dass die Elektrizitätswirtschaft den Wohlstand der Landwirtschaft und der Industrie, des Haushalts und des Verkehrs zu fördern vermag und dass im Krieg die Leistungsfähigkeit und Wi-

derstandskraft der Nation stark vom Stand der Energieversorgung abhängt, hat diese grosse Arbeit ermöglicht.

Dieser Bericht erfasst die Werke mit über 25 Millionen kWh Jahresumsatz, also 93 % des Umsatzes aller Werke und 91 % der gesamten installierten Leistung.

II. Energieerzeugung und Leistungsfähigkeit der Werke.

Die Unterteilung in die beiden Energiequellen Wasser und Brennstoffe gibt Fig. 1, wo auch der

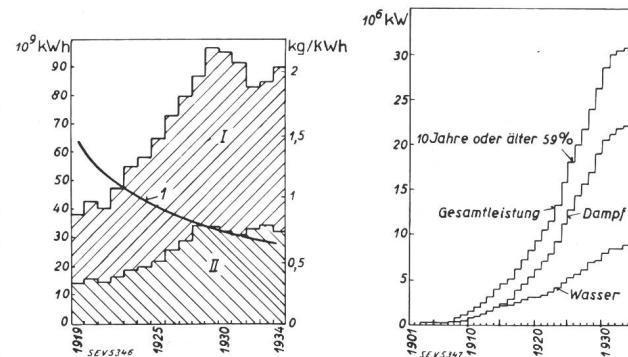


Fig. 1.
Thermische (I) und hydraulische (II) Energieerzeugung.
Kurve I: Spezifischer Verbrauch der thermischen Werke an Kohle
(7200 kcal/kg) in kg/kWh.

Fig. 2.
Installierte Leistung der Werke für Allgemeinversorgung und ihr Alter.

durchschnittliche spezifische Verbrauch an Kohle für die Energieerzeugung (kg/kWh) eingetragen ist. Der Wiederanstieg der Energieerzeugung nach dem Tiefstand von 1932 ist erkennbar. Fig. 2 zeigt

die installierte Leistung der Kraftwerke. In den thermischen Werken sind rund 22 Millionen kW installiert, gegen nicht ganz 9 Millionen kW in Wasserkraftwerken.

Fig. 3 und 4 zeigen das Alter der in Betrieb stehenden Maschinen, unterteilt nach Wasser- und Wärmekraft. Thermische Maschinensätze von zusammen etwa 2 500 000 kW (11 % aller vorhandenen) sind über 20 Jahre alt, also überaltert; ihr thermodynamischer Wirkungsgrad liegt unter 14 % (überwiegend kleinere Maschinen). 9 % der Wasserkraftmaschinen sind über 25 Jahre alt. Aus dem Alter der hydraulischen Anlagen folgt zunächst

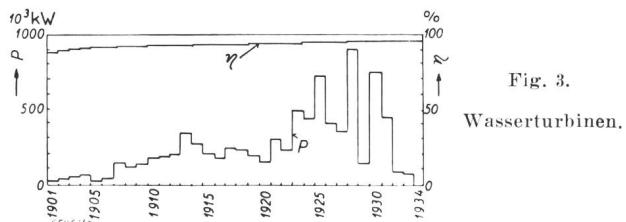
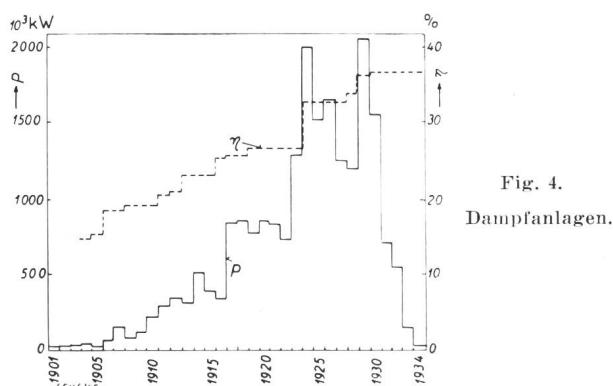
Fig. 3.
Wasserturbinen.Fig. 4.
Dampfanlagen.

Fig. 3 (oben) und Fig. 4 (unten).

Alter und höchste Wirkungsgrade der installierten Maschinen der öffentlichen Werke.

Die Treppenstufen geben an, wieviel Leistung im Jahr installiert wurde und wie gross der höchst erreichte Wirkungsgrad war.

keine Ueberalterung und damit Erneuerungsnotwendigkeit wie bei Wärmekraftanlagen. Immerhin können die Unterhaltskosten (Korrosion, Erosion) so hoch werden, dass sich eine Neuanlage mit zugleich erhöhtem Wirkungsgrad und Leistung im selben Raume lohnt.

Der Anteil der kommunalen Werke an der Gesamtversorgung.

Tabelle I.

| Jahr | Zahl der Werke % aller Werke | Kraftwerk-leistung % | Ah-nnehmer % | kWh-Abgabe % | Gesamt-zahl aller Werke (100 %) |
|------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 1902 | 22,5 | 9,4 | — | 7,8 | 3620 |
| 1912 | 29,9 | 7,7 | 13,7 | 4,6 | 5221 |
| 1917 | 35,4 | 6,5 | 13,6 | 4,0 | 6542 |
| 1922 | 40,6 | 6,3 | 12,9 | 4,9 | 6355 |
| 1929 | 48,6 | — | — | 2,0 | — |
| 1932 | 52,0 | — | — | 2,5 | 3429 |
| 1934 | 52,0 | 5,9 | — | 2,3 | — |

Der geringe Einfluss der kommunalen Werke geht aus Tabelle I hervor. Diese Werke decken

nur 2 bis 3 % der Gesamtabgabe, während ihre Leistung etwa 6 % der installierten Gesamtleistung ausmacht. Da ihre Zahl gross ist (etwa 50 %), folgt, dass es sich meist um kleine Werke mit geringer Benutzungsdauer handelt.

Die Gesamtzahl der Werke ist wie in anderen Ländern im Rückgang (vgl. Tab. I). Sie betrug Anfang 1935 3451 Werke, wovon 1627 private und 1824 kommunale, bzw. staatliche Werke sind. Ihre Entwicklung gibt Tabelle I.

III. Die Verbundwirtschaft.

Die grossen Verbrauchszentren elektrischer Energie kennen nur in sehr geringem Umfange Austauschenergie. Zwischen Ost und West der USA existiert keine Kraftübertragung, weil eine solche mit heutigen technischen Mitteln eine wirtschaftliche Unmöglichkeit wäre. Nicht einmal findet Energieaustausch an der Westküste zwischen Kalifornien und dem Staate Washington statt. Einige bedeutende Grosskraftübertragungen seien erwähnt (Drehstrom):

1. Boulder Dam — Los Angeles, 285 kV, 380 km.
2. Big Creek — Los Angeles, 220 kV, 400 km.
3. Pit River — San Francisco und Fresno, 220 kV, 400 km (Pacific Gas & Electric Co.).
4. Das 220-kV-Netz von Philadelphia und Umgebung bis Nord New Jersey, das die Bennings-Westport-Dampfkraftwerke mit den Wasserkraftwerken Conowingo und Wallenpaupack verbindet, 470 km.
5. Wasserkraftwerk Comerford (15-Meilen-Fälle) bis Boston, 220 kV, 220 km (New England Power Co.).

Der Austausch der Energie zwischen den einzelnen Staaten ergab, dass Ausfuhr und Einfuhr sich um 19 % bewegen und dazu noch stark örtlich begrenzt sind, wenn auch als einziger der Staat Mississippi mehr als das Neunfache seiner Erzeugung einführt.

IV. Der Energieverbrauch.

1. Haushaltenergieverbrauch.

Der Elektrifizierungsgrad der Haushaltungen (Verhältnis der angeschlossenen zu den vorhandenen) ergibt sich aus Fig. 5 (nach L. R. Nash) zu rund 75 %. Man rechnete für 1934 mit einer Abnahme von rund 11 Milliarden kWh in den 215 Werksgruppen des National Power Survey (über 400 Werke), 12,8 Milliarden kWh geschätzt von Electrical World, Bd. 105, S. 43. Fig. 6 gibt über die Entwicklung des Haushaltenergieverbrauchs Aufschluss. Auch der mittlere Energiepreis ist darin angegeben. Der heutige mittlere Haushaltenergieverbrauch ist sicher nicht hoch, da die Millionen von Kleinstabnehmern wegen ihrer Armut auf das äusserste sparen. Trotzdem werden im Landesdurchschnitt jährlich etwa 600 kWh erreicht, da die Grosswohnungen (etwa 20 % aller Wohnungen)

über 40 % der Gesamtenergieabnahme verbrauchen, denn ihre Besitzer sind immer noch wohlhabend.

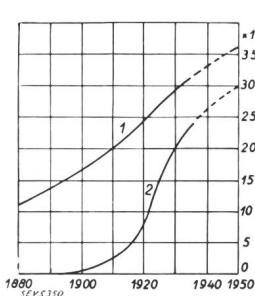


Fig. 5.

Elektrifizierung der Haushaltungen.

- 1 Zahl der vorhandenen Familien.
- 2 Zahl der Haushalt-abonnenten.

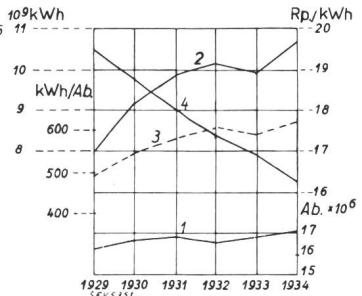


Fig. 6. Haushaltenergieverbrauch.

- 1 Abnehmer (Ab. $\times 10^6$).
- 2 Gesamtabnahme (10^9 kWh).
- 3 Durchschnittlicher Verbrauch pro Abnehmer (kWh/Ab.).
- 4 Energiepreis (Rp./kWh).

Tabelle II gibt über die Herde, Kühlschränke, Heisswasserspeicher und andere Apparate nach (unkontrollierbaren) Angaben der Fabrikanten Aufschluss.

Anschlusswerte der seit 1929 in Betrieb genommenen Haushaltgeräte.

Tabelle II.

| Geräte | 1930 kW | 1931 kW | 1932 kW | 1933 kW | 1934 kW |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Kochherde . . | 1 472 000 | 829 500 | 481 000 | 388 200 | 1 029 100 |
| Kühlschränke . . | 174 500 | 213 500 | 173 300 | 240 000 | 316 000 |
| Heisswasserspeicher . . | 107 500 | 67 000 | 30 000 | 50 000 | 103 800 |
| Verschiedene Geräte . . | 5 016 000 | 4 865 000 | 3 500 700 | 4 731 800 | 5 151 100 |
| Total | 6 870 000 | 5 975 000 | 4 185 000 | 5 410 000 | 6 600 000 |
| Geschätzte Abnahme in 10^6 kWh . . | 1 825 | 1 735 | 1 245 | 1 560 | 2 200 |

Fig. 7 zeigt die Anzahl der im Gebrauch befindlichen Geräte. Der Sättigungsgrad ist im Vergleich mit den in anderen Ländern erreichten Zahlen als mittelmässig zu bezeichnen. Die Heisswasserspeicher sind überhaupt noch nicht aufgeführt.

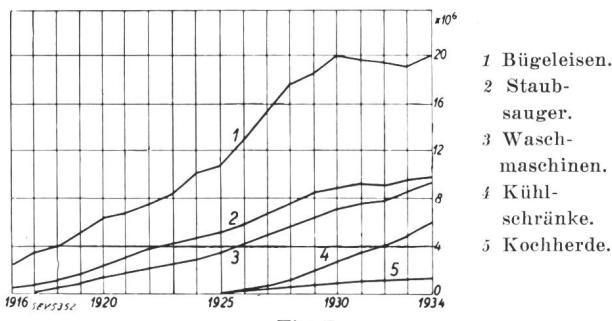


Fig. 7.

Zahl der Haushaltapparate.
(Aus Electr. Wld., 25. Mai 1935, S. 1297.)

Das Edison Electric Institute schätzt nach W. M. Carpenter, dass 1934 über 200 000 Heisswasserspeicher in Gebrauch waren (nicht 300 000, wie eine andere amerikanische Quelle angibt).

2. Die Landwirtschaft.

Der erreichte Elektrifizierungsgrad der Landwirtschaft ist rund 12 %, also, am Elektrifizierungsgrad anderer Länder gemessen, sehr gering. Die grossen Entfernungen und die Siedlungsart, verbunden mit der sehr geringen Benutzungsdauer und hohen Kapitalanlage (1,3 Gehöfte pro km Leitung, von denen nur 60 % im Eigenbesitz sind), hemmten die Entwicklung ausserordentlich. Ta-

Elektrifizierung der Landwirtschaft.

Tabelle II.

| Jahr | Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe | Elektrifizierte landwirtschaftliche Betriebe (31. 12. 34) | % der Gesamtzahl |
|------|--|---|------------------|
| 1900 | 5 737 372 | — | — |
| 1925 | 6 371 640 | 246 150 | 3,9 |
| 1930 | 6 288 648 | 649 919 | 10,4 |
| 1934 | — | 731 675 | 11,6 |

belle III gibt einen Ueberblick über diese Entwicklung. Die Gesamtenergieabgabe für die Landwirtschaft hat 1,8 Milliarden kWh (1931) auch heute noch nicht überschritten.

3. Geschäfts- und Gewerbe-Energie.

Es handelt sich um rund 3 700 000 Abnehmer, deren Verbrauch pro 1934 etwa 13 Milliarden kWh betrug. Die National Power Survey gibt für 215 Verwaltungen für 1933 9,7 Milliarden kWh an. Der mittlere Energiepreis im Jahr 1934 lag bei 12 Rp./kWh¹). Die Geschäfte, Bureaux usw. sind eine Uebergangsgruppe vom Kleinabnehmer zum Grossabnehmer. In einer Reihe von Ländern wenden viele Werke für Gewerbelicht die gleichen Tarife an wie für Haushaltungen. In den USA findet man bei den grossen Werken überwiegend getrennte Tarife, woraus sich der mittlere, angegebene, niedrige Strompreis wenigstens z. T. erklärt.

4. Die Industrie- und Grossabnehmer.

Die 600 000 Abnehmer — nach den Angaben der Federal Power Commission 525 000 Industrieabnehmer — bezogen im Jahre 1934 rund 37 Milliarden kWh. Der mittlere Energiepreis betrug 4,2 Rp./kWh, ein Satz, der durch seine Billigkeit überrascht. Um Vergleiche mit anderen Ländern anzustellen, wären aber eine Reihe von Gesichtspunkten wie Kaufkraft (Grosshandelsindex, Lebenshaltungsindex), Benutzungsdauer usw. einzubeziehen, was natürlich auch für alle anderen Energiepreise gilt.

5. Der Verkehr.

Die Bahnen haben einen Gesamtverbrauch von rund 5 Milliarden kWh bei einem mittleren Energiepreis (1934) von 2,85 Rp./kWh.

Die Verteilung des Energieverbrauchs und der Einnahmen der Werke für Energieabgabe an Dritte betrug 1934:

¹⁾ 1 Dollar = Fr. 3.10.

| | Energieabgabe % | Einnahmen % |
|---|--------------------|----------------|
| Haushaltungen | 18 | 37 |
| Geschäfts- und Gewerbestrom | 18 | 28 |
| Grossabnehmer | 53 | 27 |
| Verkehr | 7 | 2 |
| Oeffentliche Beleuchtung und Verschiedenes | 4 | 6 |

V. Die Energieverbrauchs-Werbung.

Die amerikanische Energieversorgung hat sich ein grosses Verdienst erworben. Von ihr stammt m. W. die länderumfassende, objektive Werbung, und sie hat diese zugleich auf eine solche Höhe geführt, dass sie in vielen Ländern nachgeahmt wurde. Die starke Verflechtung der elektrotechnischen Industrie mit den grossen (z. B. alle «Edison»-Elektrizitätsgesellschaften) und auch vielen kleineren Werken ebnete allerdings die Wege in hervorragender Weise. Dass sich ferner die Fabrikanten der Glühlampen in den «National Lamp Works» frühzeitig geeinigt hatten, machte die Bahn für den lichtwirtschaftlichen Plan von S. E. Doane frei. Heute heisst das amerikanische Losungswort der Lichtwerbung: «Better light — better sight» (beseres Licht — bessere Sicht). Das Ergebnis ist, dass in Amerika pro Kopf und Jahr ein Mehrfaches an Lampen verbraucht wird als in anderen Ländern.

Aus der «Wissenschaft des Sehens» wurde eine objektive Werbung unter Beteiligung aller Interessierten zum «Vorteil der Verbraucher» entwickelt. Sie fußt auf dem Demonstrationsvortrag, unterstützt durch Ausstellungsräume und Lichthäuser.

Aber die Werbung für alle anderen Geräte, vor allem für die Elektro-Grossgeräte, leidet in den USA. an Zersplitterung, hervorgerufen durch die Konkurrenz der vielen Einzelhersteller und die oft bis zum äussersten getriebene Rücksichtslosigkeit der Firmen gegen die Installateure.

Zwar sollte die «Society for Electric Development» (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft) helfen, aber eine «Gemeinschaftsarbeits», wie sie die feinen Kanäle der finanziellen Verflechtungen für die Lichtwerbung — scheinbar von selbst — gab, wurde bis heute nicht erreicht. Die SED fiel sogar — trotz der oft geprägten amerikanischen «Cooperation» (Gemeinschaftsarbeit) — vor einigen Jahren auseinander. Sieht man heute die Veröffentlichungen der SED, die inzwischen neu erstanden ist, durch, so findet man eine erstaunliche Fülle an Gerätewerbungen, allgemeiner Werbemassnahmen und Lichtwerbebrochüren.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Moderne Verstärkertechnik. 621.394.645

Den zweiten in der Reihe der von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vorträge für technische Physik hielt Dr. R. Feldtkeller vom Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A.-G., Berlin. Seinen interessanten, vieles Neue enthaltenden und in erster Linie die Grenzen der Verstärkungsmöglichkeit beleuchtenden Ausführungen sei das folgende entnommen:

Die neuesten Verstärkertypen unterscheiden sich von den noch vor einigen Jahren gebauten hauptsächlich in konstruktiver Hinsicht. Sie sind leichter und im Aufbau gedrängter. Diese Eigenschaft bietet in elektrischer Hinsicht den Vorteil gekürzter Leitungsführung und besserer Uebersicht, verlangt aber ein verschärftes Augenmerk auf die Ausbildung von Streufeldern, denen hier die Möglichkeit grösseren Einflusses zukommt.

Die Arbeit der letzten Jahre auf dem Verstärkergebiet ist gekennzeichnet durch die systematische Erforschung der Grundlagen sowie vor allem der Grenzen.

Was die verstärkbare Leistung anbelangt, so ist hier weder eine untere, noch eine obere Schranke gegeben. Von einer gewissen minimalen Leistung ab verliert jedoch eine Verstärkung ihren Sinn infolge der Erscheinung des thermischen Rauschens: Die Temperaturbewegung des Atomgitters, aus dem die Schaltelemente letzten Endes aufgebaut sind, überträgt sich auf die durch dieses Gitter hindurchwandernden Elektronen, was einer Schwankung in der Stromstärke gleichkommt. Eine solche in der Eingangsstufe auftretende Schwankung überlagert sich dem Nutzstrom und wird von allen folgenden Stufen mitverstärkt; der zu verstarkende Nutzstrom muss also diese Schwankungen in hinreichendem Masse übertreffen. Wie die Durchrechnung zeigt, liegt beispielsweise bei einem Widerstandsverstärker für die

erste Stufe die untere Grenze, unterhalb der sich eine Verstärkung nicht mehr lohnt, bei einer Gitterspannungsschwankung von 20 Mikrovolt. Weitere Beschränkungen der Verstärkerleistung nach unten liegen in der Einwirkung von Fremdfeldern sowie in mechanischen Erschütterungen; doch sind diese keineswegs prinzipieller Natur. Gegen Fremdfelder kann man sich stets durch metallische Schirmungen schützen. Im Falle magnetischer Felder ist für niedere Frequenzen eine Panzerung aus hochpermeablem Material erforderlich, bei hohen Frequenzen beruht die Schirnwirkung hauptsächlich auf der Wirbelstrombildung im Panzer, so dass die Permeabilität des Materials keine Rolle mehr spielt. Erschütterungen führen zu Schwingungen des Elektroden-systems, die, wie alle mechanischen Schwingungen, sehr schwach gedämpft sind. Gitterschwingungen der Röhren bewirken eine periodische Änderung von Steilheit und Durchgriff, die zur Ausbildung modulierter Hochfrequenzschwingungen führt. Werden die Erschütterungen durch das Schallfeld des eigenen Lautsprechers erregt, so tritt eine Rückwirkung auf die Hochfrequenzstufen ein. Eine weitere Störung durch mechanische Erschütterungen hat bei Transformatorenverstärkern ihre Ursache in der hohen Druckabhängigkeit der Permeabilität der im Verstärkerbau verwendeten hochpermeablen Legierungen, wie Permalloy u. a. Periodische Schwankungen in der Permeabilität haben dieselben Folgen wie mechanische Schwingungen des Elektroden-systems. Für den Röhrenbauer erwächst hieraus die Aufgabe, durch geeignete Konstruktion sowohl für grösstmögliche Erschütterungsfreiheit zu sorgen, als auch die Eigenfrequenzen des Elektroden-systems aus dem gefährlichen Bereich der Tonfrequenz zu bringen. Dem Verstärkungsverhältnis sind Schranken gesetzt durch den Grad der Rückkopplung zwischen Aus- und Eingang des Verstärkers; eine sorgfältige Entkopplung derselben ist infolgedessen stets anzustreben.