

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 36 (1945)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Entwicklung der Mikrophone und Hörer  
**Autor:** Weber, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056489>

### **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>**

6. FCC: Rules governing Standard and high frequency Broadcasting Stations.
7. FCC: Standard of good Engineering Practice concerning Standard Broadcast Stations.
8. Electronics June 1941: Reference issue.
9. IRE: Standards on transmitters and antennas 1938.
10. CCIF: Beschlüsse Budapest 1934; Kopenhagen 1936; Oslo 1938.
11. CCIF: Weissbuch Siemens & Halske 1940.
12. CCIR: Règlement général des radiocommunications Kairo 1938; Madrid 1932.
13. Eidg. Gesetzsammlung 1940, Nr. 27: Internationales Telegraphen-Reglement.
14. Elektrizitäts-Gesetz 1902, Verordnungen 1933.
15. Verkehrsvorschrift A 101 PTT 1922/1942.
16. HIV des SEV 1940 mit Nachträgen.

17. VAF des SEV 1943, Publ. 172.
18. Gerber: Abnahmeprüfungen an Rundspruchsendern. Bull. SEV 1936, Nr. 1, S. 14...18.
19. Vilbig: Lehrbuch der Hochfrequenz-Technik.
20. Rothe-Kleen: Elektronenröhren als End- und Senderverstärker.
21. Metzler: Erzwungene elektrische Schwingungen an rotationssymmetrischen Leitern bei zonaler Anregung. TFT 1943.
22. Keller: Ueber die Qualität der telephonischen Uebertragung. Bull. SEV 1943, Nr. 22, S. 666.
23. Furrer: Das Ohr und das Hören. Bull. SEV 1943, Nr. 22, S. 659.

Adresse des Autors:

Dr. H. Wehrlin, Ingenieur, Dentenbergstrasse 10, Gümligen b. Bern.

## Entwicklung der Mikrophone und Hörer

Auszug \*) aus dem Vortrag,  
gehalten an der 4. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 16. Juni 1945 in Zürich,  
von H. Weber, Bern

621.395.6

Der Vortrag gibt einen Ueberblick über die qualitativen Bedingungen, die bei guter telephonischer Uebertragung an Mikrophone und Hörer gestellt werden müssen. Bei der Behandlung der Mikrophone befasst sich der Autor mit Frequenzgang und Lebensdauer, ferner mit der Verminderung der Bezugsdämpfung, des Frittereffektes, der nichtlinearen Verzerrungen, der Geräuschbildung und dem Schutz gegen Feuchtigkeit. Beim Telephonhörer sind Verbesserung des Frequenzganges und Verminderung der Bezugsdämpfung wichtig.

Aperçu des qualités exigées des microphones et des écouteurs, afin d'obtenir une bonne transmission téléphonique. En ce qui concerne les microphones, le conférencier traite de la caractéristique de fréquence et de la durée de ces appareils, ainsi que de la diminution de l'affaiblissement de référence, de l'effet de cohéreur, des distorsions non linéaires, de la formation des bruits et de la protection contre l'humidité. Quant aux écouteurs, il importe d'améliorer la caractéristique de fréquence et de réduire l'affaiblissement de référence.

Vor der Behandlung des eigentlichen Themas soll kurz etwas über das Mass gesagt werden, mit dem jede telephonische Uebertragung quantitativ und qualitativ gemessen wird. Das Urmass ist das unmittelbare Gespräch zweier Menschen, die sich in ruhiger Umgebung miteinander unterhalten. Der Mund ist Schallsender, die Luft Schallträger und beide Ohren sind zusammen der Schallempfänger. Ein Uebertragungssystem, wie die Telephonie es darstellt, wäre erst dann vollkommen, wenn akustisch die Illusion erzeugt würde, es fände ein unmittelbares Gespräch statt. Solche Uebertragungssysteme wollen die Ur- und Haupteichkreise der Telephonie sein. An ihnen wird jedes praktische System der telephonischen Uebertragung oder Teile davon sowohl quantitativ als auch qualitativ gemessen. Drei Teile werden unterschieden (Fig. 1):

1. Der Sender, bestehend aus Mikrophon, Teilnehmerstation, Teilnehmerleitung und Ortsamt.
2. Die Leitung, bestehend aus sämtlichen Zwischengliedern.
3. Der Empfänger, bestehend aus Ortsamt, Teilnehmerleitung, Station und Hörer.

Beim Uereichkreis hat jeder Teil bestimmte Eigenschaften in bezug auf Abhängigkeit des Uebertragungsmasses von der Frequenz, nichtlineare Verzerrungen usf. Das elektroakustische Uebertragungsmass von Sender und Empfänger wird in definierten Druckkammern gemessen. Die Praxis zeigte, dass der Uereichkreis des CCIF<sup>1)</sup> ein beinahe voll-

kommenes Uebertragungssystem darstellt, wenn alle seine Teile, für sich allein gemessen, eine flache Frequenzcharakteristik in einem Band von 100 bis 8000 Hz und möglichst kleine nichtlineare Verzerrungen aufweisen. Zur Beurteilung werden die Teile des kommerziellen Uebertragungssystems in

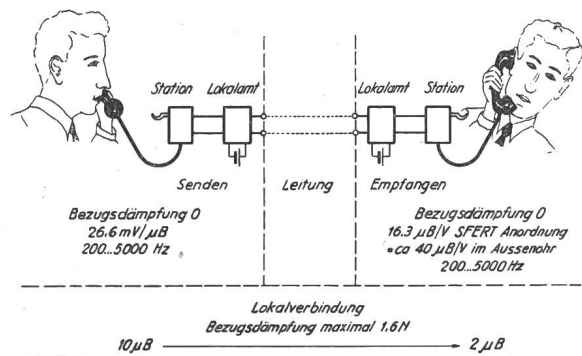


Fig. 1.  
Prinzip des telephonischen Uebertragungssystems

Vergleich gesetzt zu den entsprechenden Teilen des Uereichkreises in bezug auf Lautstärke und Verständlichkeit. Der Vergleich muss subjektiv erfolgen, was grossen Personal- und Zeitaufwand bedeutet, wenn grössere Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Die Lautstärke wird in Form einer Dämpfung angegeben, die in den Uereichkreis einzuschalten ist, um Gleichheit zu erzielen. Es ist die Bezugsdämpfung.

Für eine Lokalverbindung soll diese nicht grösser als 1,6 Neper sein, was lautstärkemässig einem direkten Gespräch im Abstand von etwa einem

\*) Der Autor wird gelegentlich auf Spezialprobleme besonders zurückkommen.

<sup>1)</sup> Siehe Literaturverzeichnis am Schluss.

Meter entspricht. Trotzdem befriedigt eine heutige telephonische Verbindung auch mit kleiner Bezugsdämpfung nicht restlos. Oft wird die Stimme des Partners nicht erkannt, oft wird sie klirrend wiedergegeben, eine Wiedergabe durch einen Lautsprecher

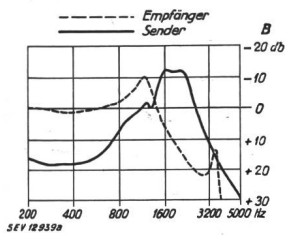


Fig. 2a.  
Frequenzabhängigkeit  
von Sender und Empfänger

tönt hässlich und unverständlich. Die ausserordentliche Frequenzabhängigkeit des Uebertragungsmasses vom Sender wie vom Empfänger erklärt dies einigermaßen (Fig. 2a). Dass auch der Frequenzgang einer ganzen Verbindung dringend der Verbesserung bedarf, dürfte aus Fig. 2b ersichtlich sein. Durch eine dazwischen geschaltete Fernleitung wird der Frequenzgang noch weiter

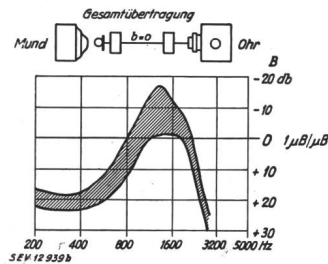


Fig. 2b.  
Frequenzabhängigkeit  
der Gesamtübertragung

verschlimmert. Bei einer Verbesserung des Senders und Empfängers, besonders des Senders, müssen auch noch andere Wünsche berücksichtigt werden. Sprechen wir zunächst über das

**Mikrophon.**

Erst das Kohlemikrophon ermöglichte den Siegeszug der Telephonie, weil dieses zugleich einen ausserordentlich leistungsfähigen Verstärker darstellt, der die von der Membrane aufgenommene Schallleistung in eine etwa 50...100fache elektrische Leistung umsetzt. Die Energie dazu wird von der Speisebatterie des Mikrophons geliefert. Die in der Schweiz bis zum Jahre 1932 benutzten Mikrophone mit flacher Membrane (Fig. 3) mussten solchen mit kegelförmiger Elektrode, System Lorenz, Platz machen (Fig. 4), da sie für die Verwendung im Mikrotelefon wegen ihrer starken Lageabhängigkeit nicht geeignet waren.

Die Lorenzkapsel, die bis an einige wenige Bestandteile in Lizenz in der Schweiz hergestellt wurde, konnte dank sorgfältiger Fabrikation und scharfer Kontrolle auf eine in andern Ländern bei diesem Typ nicht erreichte Qualität gebracht werden. Der Frequenzgang blieb jedoch unbefriedigend. Auch zeigten sich im Verlaufe der Jahre verschiedene Uebelstände, die bei der Wahl eines neuen Mikrophons so viel als möglich beseitigt werden müssen. Es sollen daher die einzelnen Wünsche und die Möglichkeit ihrer Erfüllung etwas näher betrachtet werden.

I. *Frequenzgang* (Fig. 2a). Die Ueberhöhung bei 1600—2000 Hz muss etwas erniedrigt und dafür müssen die Flanken unterhalb und oberhalb gehoben werden. Dies geschieht durch geschickte Verteilung von verschiedenen Resonanzstellen mit geeigneten

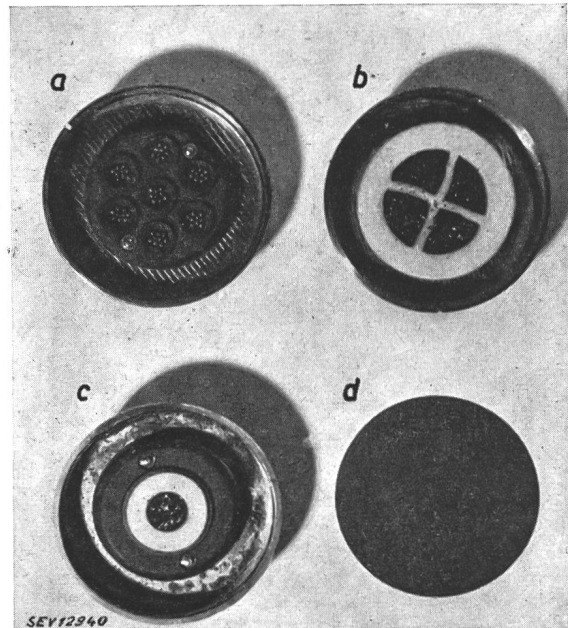


Fig. 3.  
In der Schweiz bis 1932 benutzte Mikrophone  
a Lokalbatterie. b ZB niederohmig.  
c ZB hochohmig «Berna». d Membran.

Dämpfungen über das ganze Frequenzband. Genügen die Membranresonanzen allein nicht, so behilft man sich mit der Ankopplung von Hohlraumresonatoren hinter und vor der Membran. Eine günstige Ausbildung der Einsprache des Mikrotelefons erlaubt

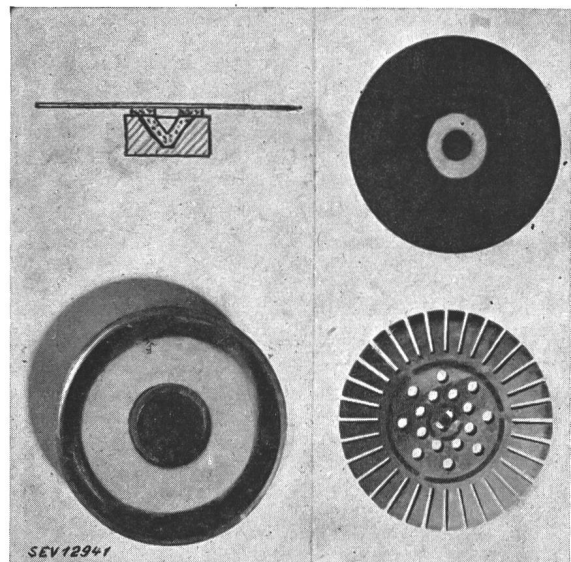


Fig. 4.  
Mikrophon mit kegelförmiger Elektrode (Lorenz)  
eine Hebung des Uebertragungsmasses bei der obren Frequenzbandgrenze. Verschiedene Ausführungen werden in der Literatur beschrieben <sup>2,3</sup>).

2. *Verminderung der Bezugsdämpfung.* Dies geschieht vor allem durch Verminderung der vom Schalldruck angetriebenen Massen sowie Verkleinerung der Federkräfte, die neben der aktiven Kohlekammer auf die Membran wirken. Die Anordnung der Elektroden, ihr Abstand und der Kohlegriess spielen ebenfalls eine Rolle<sup>4)</sup>.

3. *Lebensdauer.* Die heutige Kapsel verursacht durchschnittlich nach 12 000 Gesprächen einen Störfall, d.h. der Abonnent beklagt sich. Für genügende Lautwirkung ist die mittlere Gebrauchsdauer kleiner. Betrieblich ist eine Erhöhung der Lebensdauer für die Vielsprecher erwünscht. Sie wird erreicht durch einen grösseren Griessvorrat in der Kohlekammer, damit möglichst lange eine Erneuerung der Arbeitsstrecke stattfinden kann.

4. *Frittereffekt.* Dieser ist sehr störend, da er die Bezugsdämpfung des Senders während des Gespräches wesentlich vergrössert. Durch zweckmässige Anordnung der Elektroden und Ausbildung der Kohlekammer muss dafür gesorgt werden, dass die Arbeitsstrecke in allen Lagen des Mikrophons stets unter einem gewissen Druck steht (hydrostatisch). Der Kohlegriess muss gut fliessen, was nur in trockenem Zustand möglich ist<sup>4)</sup>.

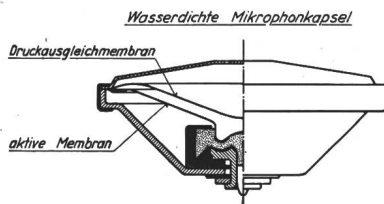


Fig. 5a.  
Wasserdichte Mikrophonkapsel (Uster)

5. *Nichtlineare Verzerrungen und Geräuschbildung* können durch die gleichen Massnahmen wie unter 4 vermindert werden. Die Strombelastung der Arbeitsstrecke darf nicht zu gross gewählt werden.

6. *Schutz gegen Feuchtigkeit.* Sie ist der grösste Feind des Kohlemikrophons und muss vom Kohlegriess sorgfältig ferngehalten werden. Eine wasserdichte Kapsel der Apparate- und Maschinenfabrik

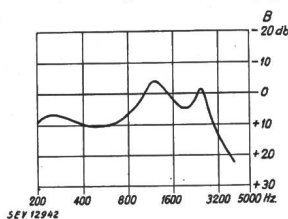


Fig. 5b.  
Frequenzgang der Kapsel nach Fig. 5a

Uster A.-G. ist in Fig. 5 mit ihrem Frequenzgang dargestellt. Eine erste Serie solcher Kapseln befindet sich bei der Versuchsabteilung der PTT-Verwaltung in Untersuchung.  
Für den

### Telephonhörer im Empfänger

beschränken sich die Forderungen auf zwei Punkte.

1. Verbesserung des Frequenzganges durch Hebung des Uebertragungsmasses bei höhern Frequenzen bis über 3000 Hz.

2. Verminderung der Bezugsdämpfung.

Es wurden in der Hauptsache zwei Wege beschritten. Die Bell Labs verstärkten im magnetischen Kreis den Gleichfluss, was durch die Verwendung neuer Materialien ermöglicht wurde, und erweiterten das Frequenzband durch geschickte Anordnung von Hohlraumresonatoren mit geeigneter Dämpfung hinter und vor der Membran<sup>2,5)</sup>.

Siemens wählte einen magnetischen Kreis mit möglichst hohem Wechselfluss<sup>3)</sup>, reduzierte die Masse der Membran durch Verwendung von Leichtmetall mit einem kleinen ferromagnetischen Anker

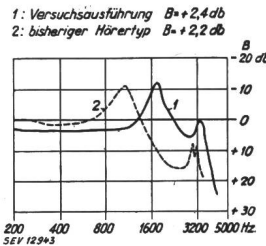


Fig. 6.  
Frequenzgang der Versuchsausführung eines Hörers mit Leichtmetallmembran

(45 Permalloy) und erreichte dadurch eine Eigenresonanz der Membran bei 2400 Hz. Der gleiche Weg wurde von uns mit einer Versuchsausführung beschritten; Fig. 6 zeigt den erreichten Frequenzgang. Es sollte durch Kombination beider Verfahren eine weitere Reduktion der Bezugsdämpfung möglich sein. Untersuchungen in dieser Richtung wurden durch die Beschaffungsschwierigkeiten

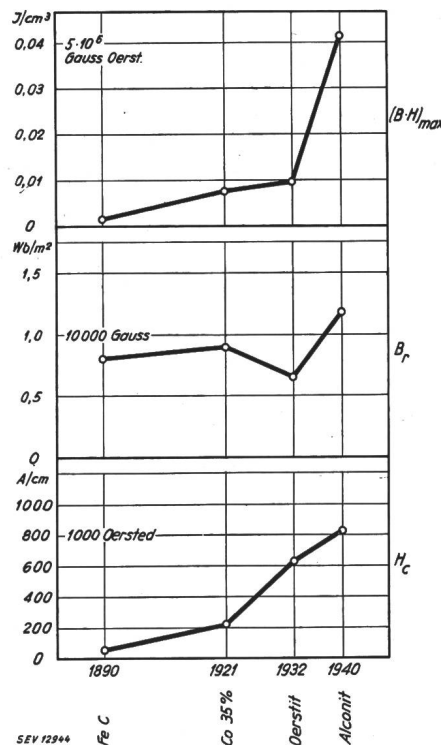


Fig. 7.  
Entwicklung der Magnetstähle

stark gehemmt. Um kleine Abmessungen und geringes Gewicht des Hörers zu erhalten, sollen alle Teile bestens ausgenützt werden, wobei die neuesten magnetischen Materialien zur Verwendung gelangen müssen. Für die permanenten Magnete zeigt Fig. 7 die Kennwerte für vier typische Vertreter der Entwicklungsstufen<sup>6)</sup>. Die neuen ausscheidungsgehärteten Magnetstähle hoher Leistung lassen sich nur

durch Giessen und durch Schleifen weiter bearbeiten. Darauf hat die Konstruktion des magnetischen Kreises weitgehend Rücksicht zu nehmen. Für den magnetisch wirksamen Teil der Membran wurden Legierungen entwickelt, die bei grosser Gleichflusssättigung immer noch eine respektable reversible Permeabilität aufweisen (Fig. 8)<sup>7)</sup>. Es ist v. Roll in Gerlafingen gelungen, die Fe-Co-Legierung 50:50, bekannt unter dem Namen «Permendur», ebenfalls in Blechen herzustellen. Die Ergebnisse, verglichen mit denen von Proben aus früheren amerikanischen Mustern, sind sehr zufriedenstellend.

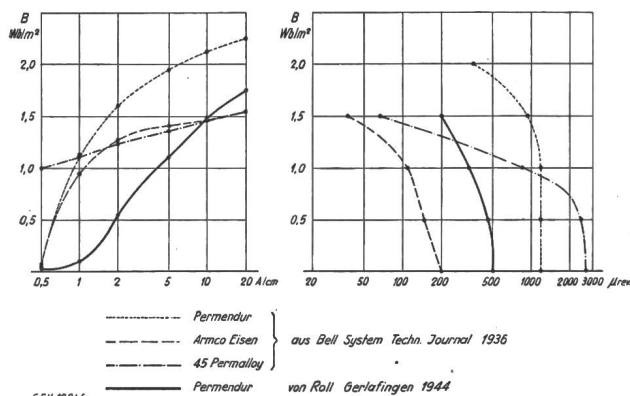


Fig. 8.

Magnetisierungskurven und Abhängigkeit der reversiblen Permeabilität von der Gleichflusssättigung für verschiedene Membranbleche

Volle Aufmerksamkeit ist der Verbesserung des akustischen Wirkungsgrades zu schenken durch Vergrößerung der wirksamen Flächen der Membran und Verringerung des zwischen der Membran des Hörers und dem Trommelfell des Ohres liegenden Luftvolumens.

Zum Abschluss zeigt Fig. 9 den gemessenen Frequenzgang einer Gesamtübertragung mit einer neuen Mikrophonkapsel nach Fig. 5 und einer Hörerversuchsausführung mit einem ähnlichen Fre-

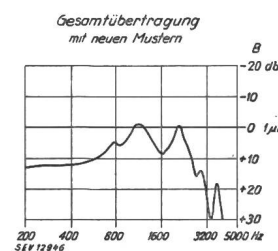


Fig. 9.

Frequenzgang der Gesamtübertragung mit neuen Mustern nach Fig. 5 und 6

quenzgang wie in Fig. 6. Ein Vergleich mit Fig. 2b zeigt am besten den erreichten Fortschritt, der zwar noch nicht voll befriedigt, aber doch verschiedene, eingangs erwähnte Mängel beseitigen wird.

Literatur

- 1) Weissbücher des CCIF, Budapest 1934, Tome IV; Kopenhagen 1936, Tome Ibis.
- 2) Instruments for the New Telephone sets, by W. C. Jones. Amer. Inst. Electr. Engrs. Technical Paper, May 1938.
- 3) Ueber moderne Mikrophone und Telephone, von H. Jacoby und H. Panzerbieter. Elektr. Nachr. Techn., Bd. 13 (1936), S. 75...84.
- 4) Eigenschaften des Kohlegriesses von Mikrophenen, von R. Joschek. Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Werken, Bd. 16 (1937), S. 105.
- 5) Ein besserer kommerzieller Fernsprechörer, von J. S. P. Robertson. Elektrisches Nachrichtenwesen, Bd. 17 (1939), Nr. 2.
- 6) Neue Hochleistungsmagnetstähle, von B. Jonas und H. J. Meerkamps van Embden. Philips Techn. Rundsch., Bd. 6 (1941), S. 8.
- 7) Magnetic Alloys of Iron, Nickel and Cobalt, by G. W. Elmen. Bell System Techn. J., Vol. 15 (1936), S. 113.

Adresse des Autors:

H. Weber, Ingenieur, Abt. Versuche und Forschung der PTT, Bern.

Die Entwicklung der elektrischen Grossküche in der Schweiz im Jahre 1944

Vom Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich (A. Härry)

31 : 621.364.5(494)

In den Zahlen des Anschlusswertes sind auch Erweiterungen bestehender Betriebe im Werte von 1074 kW pro 1944 enthalten.

Im Jahre 1944 wurden insgesamt 369 elektrische Grossküchen angeschlossen, eine Zahl, die alle bisherigen Jahreszahlen übersteigt. Die neu angeschlos-

Tabelle I

Standort	Neue Anschlüsse 1944		Total Anschlüsse Ende 1944	
	Anzahl	Anschlusswert in kW	Anzahl	Anschlusswert in kW
Hotels und Restaurants . . . . .	204	6 083	1 543	50 670
Oeffentliche Anstalten . . . . .	89	3 703	918	39 660
Spitäler . . . . .	17	644	259	13 504
Gewerbliche Betriebe (Metzgereien u. a.) . . . . .	59	1 826	315	11 037
<b>Total</b>	<b>369</b>	<b>12 256</b>	<b>3 035</b>	<b>114 871</b>

Der durchschnittliche Anschlusswert pro Grossküche ist von 38,5 kW im Vorjahre auf 37,85 kW Ende 1944 zurückgegangen.

senen und die Ende 1944 total installierten elektrischen Grossküchen verteilen sich auf die in Tabelle I aufgeführten Kategorien.