

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 11 (1933)

Heft: 1

Artikel: Elektrischer Strom und menschlicher Körper = La courant électrique et le corps humain

Autor: Onken, I.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873546>

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: 15.03.2025

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

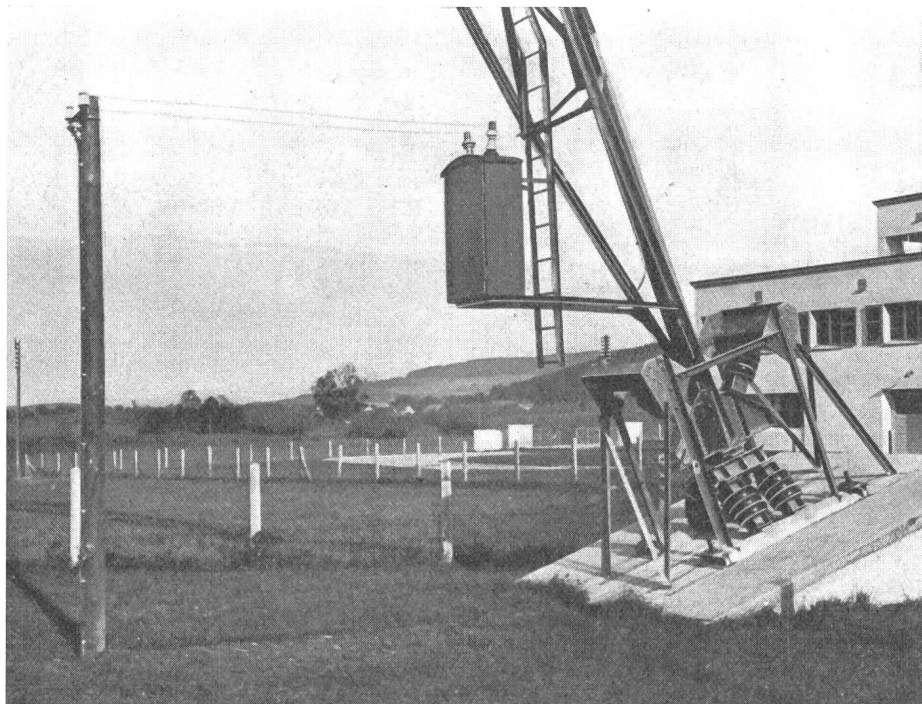


Abb. 5. Filteranordnung.

sehr grosse Hochfrequenzimpedanz dar, welche wohl für den Lichtstrom durchlässig ist, aber die Betriebs-hochfrequenz und die Wanderwellen gegen die Erdseite abriegelt. Die Lichtspannung wird als Phasenspannung (210 V.) über ein Erdkabel dem Turmfuss zugeführt. Hier wird der Nulleiter nochmals geerdet und über einen Kondensator mit dem Phasenleiter verbunden; somit ist das Erdkabel gegen eindringende Wanderwellen geschützt. Die beiden Drosseln L_1 und L_2 verstärken diesen Schutz und stellen zugleich die niederfrequente Verbindung mit der Turminstallation her. Die Drossel L_1 , welche zugleich die statischen Ladungen ableitet, führt den Nulleiter direkt an die Turmmasse; der Phasenleiter wird über die Drossel L_2 geleitet und ist turmseitig

über den Kondensator C_1 ebenfalls mit der Turmmasse verbunden, so dass an dieser Stelle keine hochfrequenten Spannungen zwischen Turm und Phasenleiter möglich sind. Der Phasenleiter (S. G. S.-Kabel, 4000 V.) wird hierauf in einem Stahlpanzerrohr den Leuchten zugeführt; diese sind zwischen Turmmasse und Phasenleiter geschaltet.

Messungen haben gezeigt, dass, wenn sich die Leitung innerhalb des Turmes befindet, die Isolation des Phasenleiters im Panzerrohr durch die elektrischen Turmschwingungen infolge des Skin-effektes nur unwesentlich beansprucht wird. Die beschriebene Anordnung hat sich im Betrieb bestens bewährt; selbst bei kräftigen Gewittern sind keinerlei Störungen aufgetreten.

Dr. W. Gerber.

Elektrischer Strom und menschlicher Körper.

Bei Anlass von Unfällen hat jeder schon gehört, oder er hat es auch an sich selbst erfahren, dass der elektrische Strom einen Einfluss auf den menschlichen Körper ausübt. Bei der weiten Verbreitung der Elektrizität im Haushalt und in den gewerblichen Betrieben sollte jeder darüber Bescheid wissen, in welcher Weise der elektrische Strom gefährlich wirken kann und welche Schutzmassnahmen es gibt.

Um diese Fragen im Grunde richtig erfassen zu können, muss man zunächst das Wesen des elektrischen Stromes begriffen haben. Der elektrische Strom, eine unsichtbare Energie, strömt durch einen Draht wie das Wasser durch ein Rohr. Soll das Wasser fließen, so muss ein Druck vorhanden sein, den wir

Le courant électrique et le corps humain.

Chacun sait, pour en avoir entendu parler à l'occasion de nombreux accidents ou pour l'avoir expérimenté lui-même, que le courant électrique exerce une influence sur le corps humain. A une époque où l'électricité est utilisée partout, aussi bien dans les ménages que dans les exploitations industrielles, personne ne devrait ignorer les circonstances dans lesquelles le courant électrique peut être dangereux et quelles mesures de protection il convient de prendre.

Pour pouvoir saisir exactement ces questions-là, il faut en tout premier lieu avoir compris ce qu'est un courant électrique. Le courant électrique, énergie invisible, coule le long d'un fil comme l'eau dans un tuyau. Pour que l'eau coule, il faut qu'elle subisse

bekanntlich in Atmosphären messen. Genau so ist es beim elektrischen Strom. Soll ein solcher fliessen, so muss „Elektrizitätsdruck“ vorhanden sein oder, wir wir sagen, „Spannung“. Um festzustellen, wieviel Spannung nötig ist, wendet man das grosse Grundgesetz der Elektrotechnik an, das sog. „Ohmsche Gesetz“. Dieses lautet:

$$\text{Spannung} = \text{Strom} \times \text{Widerstand.}$$

Hierbei misst man die Spannung in „Volt“, den Strom in „Ampère“ und den Widerstand, der abhängig ist von Länge, Querschnitt und Beschaffenheit des Materials, in „Ohm“. Durch ein einfaches Beispiel ist das Ohmsche Gesetz schnell erläutert. Der Glühfaden einer elektrischen Lampe habe 440 Ohm Widerstand, der notwendige Strom sei $\frac{1}{2}$ Ampère. Dann benötigt die Glühlampe, um richtig brennen zu können, eine Spannung von $\frac{1}{2} \times 440 = 220$ Volt.

Fasst man mit jeder der beiden Hände je einen der beiden Drähte einer elektrischen Leitung an, so bildet der menschliche Körper, genau wie der Glühfaden einer Lampe, einen Leiter für den elektrischen Strom. Der Strom will von dem einen Draht durch den menschlichen Körper zum andern Draht fliessen. Steht man nicht hinreichend isoliert auf dem Boden, so genügt auch das Anfassen einer Leitung, denn der Strom fliesst dann durch die Füsse zur Erde ab.

Welcher Strom ist nun für den menschlichen Körper gefährlich? Eine Stromstärke von $\frac{1}{2}$ Ampère, die die oben angeführte Glühlampe zum Glühen benötigte, kann der Körper schon nicht mehr ertragen. Auf der Stelle würde der Tod eintreten. Die Versuche von Prof. Weber in Zürich haben ergeben, dass schon 1,2 Tausendstel Ampère (0,0012 Amp.) ein „Kribbeln“ in der Hand erzeugen. Bei 6 bis 8 Tausendstel Ampère werden die Hände steif und verkrampft, und ein Loslassen ist bei voller Umfassung der Leitung nur mit Mühe möglich. Bei 15 Tausendstel Ampère (0,015 Amp.) ist ein Loslassen der Leitung nicht mehr möglich. Hier liegt also der Beginn der Gefährlichkeit. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass ein solcher Strom nicht durch den menschlichen Körper gelangen kann.

Um die Spannung zu ermitteln, die einen Strom von 0,015 Amp. durch den Körper treiben kann, muss man, wie beim Beispiel der Glühlampe, den Widerstand des menschlichen Körpers kennen. Das Elektrizitätswerk des Kantons Zürich hat eingehende Versuche angestellt und dabei gefunden, dass der Widerstand des menschlichen Körpers grossen Schwankungen unterworfen ist. Es wurde nachgewiesen, dass die Haut den grössten Anteil an dem Widerstand hat. Gegenüber dem Hautwiderstand ist der innere Widerstand des Körpers klein. Je dicker die Haut ist, desto grösser ist der Widerstand. Einen grossen Einfluss hat die Feuchtigkeit der Haut. Sind beide Hände mit Wasser benetzt, so sinkt der gesamte Körperwiderstand auf 25 bis 30% des Wertes, der bei trockenen Händen gilt. Ist dem Wasser eine Säure oder Lauge beigemischt, so ist eine weitere Verringerung des Widerstandes festzustellen.

une pression qui se mesure en atmosphères. Il en est de même du courant électrique. Pour qu'il coule, il faut qu'il subisse une „pression électrique“, que nous nommons „tension“ et que nous pouvons déterminer en appliquant la grande loi fondamentale de l'électricité, la loi d'Ohm, qui s'énonce ainsi:

$$\text{La tension} = \text{l'intensité} \times \text{la résistance.}$$

La tension se mesure en *volts*, l'intensité en *ampères* et la résistance, qui dépend de la longueur, de la section et de la nature du conducteur, en *ohms*. Un petit exemple permettra d'expliquer rapidement la loi d'Ohm. Le fil d'une lampe électrique a 440 ohms de résistance et l'intensité nécessaire pour le rendre incandescent est de $\frac{1}{2}$ ampère. Pour pouvoir brûler normalement, la lampe à incandescence a donc besoin d'une tension de $\frac{1}{2} \times 440 = 220$ volts.

Si l'on saisit l'un des deux fils d'une ligne électrique avec une main et l'autre fil avec l'autre main, le corps fait fonction de conducteur du courant, exactement comme le fil d'une lampe. Le courant cherche à passer d'un fil à l'autre à travers le corps. Si l'on ne se trouve pas parfaitement isolé du sol, il suffit de toucher un des conducteurs pour que le courant passe à travers le corps et pénètre dans la terre en passant par les pieds.

Quel est alors le courant offrant des dangers pour l'homme? Disons d'emblée que le corps humain ne peut déjà plus supporter l'intensité de $\frac{1}{2}$ ampère nécessaire à faire brûler une lampe à incandescence et que cette intensité suffit pour provoquer une mort immédiate. Les expériences faites par le Prof. Weber à Zurich ont démontré que 1,2 millièmes d'ampère (0,0012 amp.), provoque déjà un picotement dans les mains. Avec un courant de 6 à 8 millièmes d'ampère, les mains se raidissent et se crispent et l'on ne peut lâcher qu'avec beaucoup de peine un conducteur qu'on tient fermement. Avec 15 millièmes d'ampère, il est impossible de lâcher le conducteur. C'est donc à cette limite que commence le danger, et il faut veiller à ce qu'un courant de cette intensité ne passe jamais par le corps humain.

Pour savoir quelle est la tension capable de faire passer un courant de 0,015 ampère à travers le corps humain, on doit, comme dans l'exemple de la lampe à incandescence, connaître la résistance de ce corps. Les usines électriques du canton de Zurich ont fait procéder à ce sujet à des expériences approfondies qui ont démontré que la résistance du corps humain est soumise à de grandes variations. Elles permirent de constater que c'est la peau qui offre le plus de résistance et que, comparativement à cette résistance, la résistance intérieure du corps est assez faible. Plus la peau est épaisse, plus la résistance est grande. D'autre part, le degré d'humidité de la peau joue aussi un grand rôle. Si les deux mains ont été mouillées d'eau, la résistance totale du corps n'atteint plus que le 25 à 30% de ce qu'elle est avec les mains sèches. Si l'on ajoute à l'eau un acide ou une solution alcaline, on constate une nouvelle diminution de la résistance.

La surface de contact entre la main et le conducteur est naturellement un des facteurs qui influent le plus sur le degré de résistance du corps. Plus la surface de contact est grande, plus la résistance est

Die Grösse der Berührungsfläche zwischen Hand und Leitung ist naturgemäss einer der ausschlaggebenden Faktoren für die Grösse des Körperwiderstandes. Je grösser die Berührungsfläche, desto kleiner der Widerstand. Man liess bei den Versuchen etwa 25 Personen mit jeder Hand einen Metallgriff von 20 mm Durchmesser umfassen, wobei man eine Berührungsfläche von durchschnittlich 30 qcm ermittelte. Bei trockenen Händen wurden Körperwiderstände von 12 000 Ohm bis herunter auf 3500 Ohm gemessen, bei nassen Händen bis herunter auf 1800 Ohm und bei Händen, die mit Sodalauge benetzt waren, sogar bis herunter auf 1500 Ohm.

Je geringer nun der Widerstand ist, den unser Körper dem elektrischen Strom entgegensetzt, desto mehr Strom wird durch den Körper getrieben. Ist der Körperwiderstand 3500 Ohm, so genügt nach obigen Erläuterungen eine Spannung von $3500 \times 0,015 = 52,5$ Volt, um den gefährlichen Strom von 0,015 Ampère durch den Körper zu treiben. Beim Körperwiderstand von 1800 Ohm liegt die gefährliche Spannung bei $1800 \times 0,015 = 27$ Volt, und beim Körperwiderstand von 1500 Ohm ist die gefährliche Spannung schon $1500 \times 0,015 = 22,5$ Volt. Also kann schon eine Spannung von etwa 22 Volt gefährlich sein, wenn man mit nassen Händen eine Leitung umfasst.

In weitesten Kreisen besteht nun grosse Unklarheit darüber, ob die hohe Spannung oder der hohe Strom gefährlich ist. Deshalb sei nochmals das Wesentliche aus den bisherigen Erörterungen herausgegriffen: Gefährlich ist es, wenn im menschlichen Körper ein Strom von 0,015 Amp. und mehr fliesst. Um aber einen solchen Strom durch den Körper zu treiben, ist eine Spannung von einer gewissen Höhe nötig. Direkt ist also der Strom gefährlich und nur indirekt die Spannung. So erklären sich die Warnungsschilder „Hochspannung! Lebensgefahr!“ Die normale Lichtspannung beträgt meistens 220 Volt. Umfassen wir die beiden Drähte einer solchen Lichtleitung mit den Händen, so wird bei einem Körperwiderstand von schätzungsweise 10 000 Ohm ein Strom von $\frac{220}{10\,000} = 0,022$ Amp. durch den Körper fliessen. Die gefährliche Stromstärke von 0,015 Amp. wäre somit schon um 50% überschritten. Wir können ohne fremde Hilfe von der Leitung nicht loskommen. Da wir jedoch bei einer zufälligen Berührung meistens die Leitung nicht voll umfassen, so ist der Körperwiderstand wegen der kleineren Berührungsfläche auch bedeutend grösser und der Strom entsprechend geringer.

Zusammenfassend kann man sagen, dass unter den ungünstigsten Umständen bei trockenen Händen eine Spannung von 30 Volt, bei nassen 20 Volt und bei Personen im Bade, bei denen eine sehr grosse Berührungsfläche vorhanden ist (ganzer Körper im Wasser), schon 10 Volt gefährlich sein kann, wenn z. B. ein blanker Leitungsdraht oder ein spannungsführender Lampenfuss umfasst wird. Da diese Zahlen für ganz ungünstige Verhältnisse gelten, hat man in der Elektrotechnik als gefährliche Spannung 42 Volt festgesetzt.

petite. Les expériences ont été faites sur 25 personnes, qui devaient tenir dans chaque main une poignée de métal de 20 mm de diamètre, ce qui donne une surface de contact approximative de 30 cm².

Les résistances obtenues variaient de 12 000 à 3500 ohms avec les mains sèches, descendaient jusqu'à 1800 ohms avec les mains mouillées, et s'abaissaient même à 1500 ohms avec les mains mouillées d'eau de soude.

Plus la résistance que notre corps offre au passage du courant est minime, plus il en passera à travers. Si cette résistance est de 3500 ohms, il suffit, d'après les données exposées plus haut, d'une tension de $3500 \times 0,015 = 52,5$ volts pour envoyer un courant dangereux de 0,015 ampère à travers le corps. Si la résistance du corps est de 1800 ohms, la tension dangereuse sera $1800 \times 0,015 = 27$ volts, et si cette résistance n'est plus que de 1500 ohms, la tension dangereuse s'abaissera à $1500 \times 0,015 = 22,5$ volts. On peut donc considérer qu'une tension approximative de 22 volts est déjà dangereuse pour celui qui saisit un conducteur avec les mains mouillées.

Une quantité de gens ne savent pas exactement si le danger d'un courant réside dans sa tension élevée ou dans sa forte intensité. C'est pourquoi nous résumons encore l'essentiel de ce qui vient d'être exposé: Il y a danger dès qu'un courant de 0,015 ampère ou plus passe par le corps humain. Pour envoyer à travers le corps un courant de cette intensité, il faut une tension d'une certaine importance. C'est donc l'intensité qui est directement dangereuse alors que la tension ne l'est qu'indirectement. Ceci explique le texte des plaques d'avertissement:

„Haute tension. Danger de mort“.

La tension normale du courant d'éclairage est généralement de 220 volts. Si l'on saisit avec les mains les deux fils d'une ligne d'éclairage, le courant qui circulera dans un corps dont la résistance est évaluée à 10,000 ohms aura une intensité de $220 : 10\,000 = 0,022$ ampère, dépassant ainsi de 50 % déjà l'intensité dangereuse de 0,015 ampère. Dans ce cas-là, on ne peut déjà plus se dégager seul. Mais, comme généralement, on n'entre pas en contact accidentel avec un conducteur en l'empoignant à pleines mains, il en résulte que la surface de contact est assez restreinte, ce qui augmente considérablement la résistance du corps, en diminuant, en proportion, l'intensité du courant.

On peut donc dire en résumé que, dans les circonstances les plus défavorables, une tension de 30 volts, quand les mains sont sèches, de 20 volts, quand elles sont mouillées, et de 10 volts déjà, quand tout le corps est plongé dans l'eau (baigneurs) et offre ainsi une grande surface de contact, peut être dangereuse lorsqu'on saisit par exemple un conducteur nu ou le pied d'une lampe accidentellement sous tension. Ces chiffres se rapportant aux conditions les plus défavorables, les techniciens ont convenu de considérer comme tension dangereuse une tension de 42 volts.

L'électricité est beaucoup plus dangereuse qu'on ne le croit généralement. C'est pourquoi, lorsqu'on prend en main une lampe, un fer à repasser, un fourneau électriques, on devrait toujours se demander

Die Elektrizität ist viel gefährlicher, als allgemein geglaubt wird. Man sollte deshalb beim Anfassen von elektrischen Lampen, Bügeleisen, Heizöfen usw. sich immer vergewissern, ob man hinreichend isoliert steht. Zu ständiger Vorsicht mahnen sollte die Tatsache, dass in feuchten Räumen (Kellern, Waschküchen, Ställen usw.) schon viele und ernste Unglücksfälle infolge zufälliger Berührung der Leitung vorgekommen sind.

Selbstverständlich treffen die Elektrizitätswerke alle in ihren Kräften stehenden Schutzmassnahmen. Sie lassen nur Installationsmaterial zu, das genügenden Schutz gegen spannungsführende Teile bietet. Sie dringen darauf, dass alle Metallteile, die der Berührung durch Personen ausgesetzt sind, mit der Erde (Wasserleitung, Grundwasser) verbunden werden. Den besten Schutz gegen unzulässige Berührungsspannungen bietet der Einbau eines automatischen Schalters, der bei Erreichung einer Berührungsspannung von 42 Volt die ganze Anlage sofort ausschaltet.

Der zuverlässigste Schutz aber gegen alle Gefahren ist ein weitverbreitetes Wissen um die geschilderten Vorgänge. Diese einfachen theoretischen Zusammenhänge müssen auch jedem Laien klar sein, da nun einmal die Elektrotechnik eine so grosse Rolle im täglichen Leben spielt. Ganz besonders natürlich sollten die Fachleute, die beruflich mit diesen Dingen zu tun haben, mit allen theoretischen Grundlagen vertraut sein. Zu ihrer Erlernung bietet sich ja heutzutage mannigfach Gelegenheit.

Ing. Onken, Basel.

si l'on se tient bien à un endroit convenablement isolé. Le fait qu'on a déjà eu à déplorer de nombreux accidents sérieux survenus à des personnes entrées sans le vouloir en contact avec une conduite électrique dans des locaux humides (caves, buanderies, écuries, etc.), devrait tenir lieu d'avertissement permanent.

Bien entendu, les usines électriques prennent toutes les mesures de protection en leur pouvoir. Elles ne tolèrent que du matériel d'installation dont toutes les parties conductrices offrent une protection suffisante. Elles insistent pour que toutes les parties métalliques avec lesquelles des personnes risquent d'entrer en contact soient reliées à la terre (conduite d'eau ou nappe d'eau souterraine). La meilleure protection contre les tensions de contact inadmissibles consiste à intercaler dans le circuit un interrupteur automatique qui met immédiatement toute l'installation hors circuit dès que la tension de contact atteint 42 volts.

Mais la protection la plus efficace contre tous ces dangers, c'est la connaissance généralisée de ce que nous venons d'exposer. Cet ensemble de simples règles théoriques devrait être compris de chaque profane à une époque où l'électricité joue un si grand rôle dans la vie de tous les jours. Naturellement, tous ces principes théoriques fondamentaux devraient être plus particulièrement familiers aux gens de métier qui sont appelés à les appliquer dans l'exercice de leur profession. Il y a aujourd'hui partout d'excellentes occasions de les apprendre.

Ing. Onken, Bâle.

Leistungs- und Preispolitik der schweizerischen Telephonverwaltung.*)

Von Alfred Lehmann, Bern.

Das Telephon. Vor 51 Jahren ist das Telephon, das Mittel zur Fernübertragung des gesprochenen Wortes, in bescheidenem Umfange in den grössten Schweizerstädten eingeführt worden. Wenige hundert Teilnehmer nur konnten miteinander sprechen; keine Fernleitungen verbanden die Ortsnetze der einzelnen Städte. Noch zehn Jahre später sah man keine Möglichkeit, einen technisch einwandfreien, zusammenhängenden Sprechbetrieb auch nur innerhalb der kleinen Schweiz einzurichten.

Heute umspannt das öffentliche Telephonnetz die Erde. Das gesprochene Wort macht am Ozean nicht Halt. Die elektrischen Wellen überbrücken drahtlos die Meere, und die Verstärkerröhre sorgt dafür, dass in Afrika, Amerika, in Asien und Australien das Ohr des Heimatfernen klar und deutlich das in der Schweiz gesprochene Wort vernimmt. „Wie von einem Zimmer ins andere“, so lautet oft das begeisterte Urteil über die Verständigung nach einem Gespräch mit einem andern Erdteil. Rund 35 Millionen Telephonstationen sind heute an das öffentliche Netz angeschlossen.

Das Telephon ist ein Wirtschaftsfaktor von Bedeutung geworden, nicht nur im Dienste des Ge-

*) Erschienen in Heft 17, 1932, der Schweiz. Zeitschrift für Betriebswirtschaft und Arbeitsgestaltung, herausgegeben von Prof. Dr. H. Töndury, Bern. — Texte français dans le prochain numéro.

dankenaustausches, durch seine Leistungen als Verkehrsmittel, sondern auch als Arbeitsbeschaffer. In der Schweiz umfasste das Telephonnetz Ende 1931 228,900 Teilnehmeranschlüsse mit 316,859 Stationen. Der Wert der Telephonanlagen belief sich auf 493,728,899 Franken. Rund 5000 Personen wurden im Telephondienst beschäftigt. Für 29,1 Millionen Franken haben einheimische Firmen im gleichen Jahre Lieferungsaufträge erhalten und für rund fünf Millionen Franken konnte das private Installations- und Unternehmertum Arbeiten ausführen. Die ganze Bevölkerung als Benützer, ein ansehnlicher Gewerbe- und Arbeitnehmerkreis als Beschäftigte haben Interesse am Gedeihen des Telephons.

Tarife: Grundlage. Die Bundesverfassung will, dass das Telephon als staatliche Einrichtung allen Teilen der Bevölkerung gleichmässig diene und einen Ertrag in die eidgenössische Kasse abwerfe.

Die Benützungsförm ist beim Telephon anders als bei Bahn, Post und Telegraph, wo man seine Person, seine Güter und seine Nachrichten der Verkehrseinrichtung zur Beförderung anvertraut. Der unmittelbare Gedankenaustausch durch das Telephon ist nur möglich, wenn den Benützern miteinander verbundene Sprech- und Höreinrichtungen zur Verfügung stehen. Das Telephonnetz setzt sich deshalb einerseits aus Einrichtungen zusammen, die dem ein-