

XVI. Die Elektrizität im Hochbau.

(T. 93, 94 und 95.)

1. Allgemeines.

Die Verwendung von elektrischer Energie zur Beleuchtung, zum Heizen, Kochen oder für motorische Antriebe ist heute eine derart umfassende, daß es bei Ausführung von Bauten notwendig ist, schon im Rohbau auf die Leitungsführung und die Anordnung von Apparaten Bedacht zu nehmen. In diesem Sinne soll daher das Wichtigste und für den Bautechniker Wissenswerte aus diesem umfangreichen Kapitel in knapper Form nachstehend erläutert werden.

Der elektrische Strom wird in Dynamomaschinen oder Generatoren durch Induktion erzeugt. Je nach der Ausführung der Maschine wird entweder Gleichstrom oder Wechselstrom gewonnen. Verschiedener Vorteile wegen werden auch mehrere Wechselströme in ein System gebracht und heißen solche „mehrphasige Wechselströme“, von denen dem dreiphasigen oder „Drehstrom“ die größte Bedeutung zukommt.

Die Stärke eines elektrischen Stromes (Stromstärke) hängt von der Höhe der Spannung, unter welcher er entsteht, und von dem Widerstande ab, welchen der den Strom leitende Körper seinem Durchgang entgegensetzt. Das Maß für die Spannung ist das Volt (V), dasjenige für den Widerstand das Ohm (Ω), die Einheit für die Stromstärke das Ampere (Amp). 1 Amp. ist die Stärke jenes Stromes, welcher durch einen Widerstand von 1 Ω fließt, wenn zwischen seinen beiden Enden die Spannung von 1 V herrscht. Also $\text{Amp.} = \frac{V}{\Omega}$ oder $V = \text{Amp.} \cdot \Omega$ oder $\Omega = \frac{V}{\text{Amp.}}$.

Die abgegebene oder aufgenommene Leistung eines Generators, Motors, Kochplatte usw. wird in Watt (W) ausgedrückt, und zwar: $W = V \times \text{Amp.}$, 100 Watt = 1 Hektowatt (HW), 1000 W = 1 Kilowatt (KW).

Die elektrische Arbeit (durch Zähler gemessen) ergibt sich aus Leistung \times Zeit (Stunden) und heißt die Einheit die Wattstunde (WSt) = 1 Watt eine Stunde lang geleistet. 100 WSt = 1 Hektowattstunde (HWSt), 1000 WSt = 1 Kilowattstunde (KWSt).

Im Gegensatz zum Wechsel- (Drehstrom) läßt sich Gleichstrom in Akkumulatoren (Sammlern) aufspeichern, so daß man nach beliebiger Zeit den aufgespeicherten Strom wieder entnehmen kann. Mehrere Akkumulatorenelemente (Zellen) werden zur Erzielung der notwendigen Spannung hintereinandergeschaltet und bilden dann eine Batterie. Je größer die einzelnen Platten, desto größer ist die speicherungsfähige Strommenge, welche in Amperestunden (Amp. \times Stunden) ausgedrückt und Kapazität des Akkumulators genannt wird.

Mittels Transformatoren kann Wechsel- oder Drehstrom niederer Spannung in solchen höherer Spannung oder umgekehrt verwandelt werden. Höhere Spannungen sind für weitere Transportstrecken von elektrischer Energie deshalb vorteilhaft, weil bei gleicher Leistung in diesem Falle entsprechend der Gleichung $W = V \times \text{Amp.}$ nur geringe Stromstärken fortgeleitet werden brauchen und infolgedessen mit geringen Leitungsquerschnitten das Auslangen gefunden wird.

Elektromotoren dienen zur Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Sie bestehen aus einem feststehenden Teil (Stator) und einem beweglichen (Rotor). Der elektrische Strom wird durch entsprechend angeordnete Drahtwindungen im Motor in magnetische Energie verwandelt und diese bringt durch magnetische Induktionswirkung den Rotor in Drehung. Je nach der vorhandenen Stromart sind entweder Gleich-, Wechsel- oder Drehstrommotore zu verwenden. Die Gleichstrommotore zerfallen wieder in Hauptschluß, Nebenschluß und Compoundmotore. Hauptschlußmotore haben ein großes Anzugsmoment, d. h. sie können belastet anlaufen. Nebenschlußmotore behalten auch bei ungleichmäßiger Be-

lastung die gleiche Drehzahl bei, haben dafür aber ein kleines Anzugsmoment. Compoundmotore bilden ein Mittelding zwischen beiden. Drehstrommotore werden für kleine Leistungen (zirka 1 KW) als Kurzschlußankermotore verwendet, welche nebst den billigen Anschaffungskosten auch noch den Vorteil haben, daß sie zum Ingangsetzen keines Anlassers bedürfen. Alle übrigen Motore erhalten für die Anlaufzeit einen Widerstand vorgeschaltet (Anlasser), welcher entsprechend der steigenden Tourenzahl des anlaufenden Motors stufenweise abgeschaltet wird. Die Leistung eines Motors wird in Pferdestärken (PS) angegeben. 1 PS ist gleichwertig 75 *kgm* an mechanischer und 736 W an elektrischer Leistung.

Der Strom für Motore, Heiz- und Kochapparate wird von den meisten Elektrizitätswerken als Kraftstrom zu ermäßigten Preisen abgegeben. In diesen Fällen ist ein separater Zähler vorzusehen.

Man unterscheidet Niederspannung (im allgemeinen bis 250 V) und Hochspannung, welche bis 200.000 V heute bereits praktisch verwendet wird. Für Installationen kommt nur Niederspannung in Betracht.

2. Elektrische Beleuchtung.

Die Maßeinheit der Lichtstärke für allgemeine Beleuchtung erscheint auf S. 490 erläutert. Hier ist noch die Einheit des Lichtstromes „1 Lumen“ zu definieren. Ein Lumen ist jene Lichtmenge, welche auf einer Fläche von 1 m^2 die Beleuchtung von 1 Lux hervorbringt, z. B. durch die Lichtmenge, welche eine Hefnerkerze (1 Lux) auf eine 1 m oder welche 4 Hefnerkerzen auf eine 2 m entfernte Fläche von 1 m^2 ausstrahlt.

a) Elektrische Lichtquellen.

Von den verschiedenen Lichtquellen, wie Bogenlampen, Kohlenfaden- und Metalldrahtlampen, kommt heute für normale Beleuchtung die Metallfadenlampe wegen ihrer guten und ökonomischen Leistungsfähigkeit in Betracht, und zwar für geringere Lichtmengen die luftleere und für stärkere die gasgefüllte Metallfadenlampe (Fig. 1 und 2). Die Verwendung der Kohlenfadenlampe ist wegen ihres hohen Stromverbrauches auf Spezialfälle beschränkt.

Der in dem birnen- oder kugelförmigen Glashohlkörper eingesetzte und mit der elektrischen Leitung verbundene Glühdraht setzt dem durchziehenden elektrischen Strom einen hohen Widerstand entgegen und wird dadurch zur Weißglut und zum Leuchten gebracht (Glühbirne). Die Metallfadenlampe ist luftleer gemacht, die gasgefüllte Lampe jedoch — verschiedener Vorteile wegen — mit Edelgas gefüllt.

Die Metalldrahtlampen werden in Einheiten von 5, 10, 16, 25, 32, 50, 75 und 100 Hefnerkerzen hergestellt, der Verbrauch an elektrischer Energie beträgt pro Hefnerkerze zirka 1.2 bis 1.6 W (6.7 bis 11 Lumen pro Watt).

Gasgefüllte Lampen werden für Leistungen von 25, 40, 60 bis 2000 W erzeugt. Sie werden auch Halbwattlampen genannt, weil sie pro Hefnerkerze bloß $\frac{1}{2}$ W verbrauchen. Dieser niedere Stromverbrauch wird aber erst bei Leistungen von zirka 500 W erreicht. Die Vorteile gegenüber den Vakuumlampen (Metallfadenlampen) sind: der geringe Stromverbrauch, die kleinere Form, die in vielen Fällen bessere Lichtverteilung und das weißere Licht. Kerzenform, Fig. 3, Röhrenlampen und Soffittenlampen, Fig. 4, dienen der Zier-Reklame und Luxusbeleuchtung. Die Lampen werden zur Vermeidung der Blendung auch mattiert geliefert.

b) Beleuchtungskörper.

Diese haben den Zweck, die Lichtstrahlen zu lenken. Im wesentlichen kann man die zur Verfügung stehenden, allen Verhältnissen entsprechenden Beleuchtungskörper in 6 Gruppen teilen.

1. **Stark tiefstrahlend.** Diese gewähren gute Ausnützung des Lichtes auch bei sehr großen Aufhängehöhen und werden deshalb in Fabriken, Montagehallen usw. mit hoch angebrachten Lampen verwendet.

2. **Leicht tiefstrahlend.** Bei guter Ausnützung des Lichtes und gleichmäßiger Beleuchtung eignen sich diese für Büros, Verkaufsräume, Fabriken und große Schaufenster.

3. **Leicht breitstrahlend.** Bei gleichmäßiger Verteilung des Lichtes in allen Raumteilen werden sie für allgemeine Beleuchtung in Räumen mit hellen Wänden angewendet.

4. **Stark breitstrahlend.** Diese Lampen zeichnen sich durch große Gleichmäßigkeit der Beleuchtung aus und werden in Räumen mit nur wenig Lampen in geringer Aufhängehöhe angewendet.

5. **Leicht hochstrahlend.** Der Wegfall der Blendung und auch milde Schatten machen diese für die Beleuchtung von Büros, Verkaufsräumen, Empfangs-, Konferenzsälen und Fabriken geeignet.

6. **Stark hochstrahlend.** Die vollständig blendungs- und schattenfreie Beleuchtung machen diese Lampen für Zeichen- und Ausstellungsräumen besonders empfehlenswert.

In vielen Fällen werden mit Vorteil als Schirme blankgeputzte Metallflächen oder Silberspiegelbelag hinter Glas verwendet, welche den überwiegenden Großteil des Lichtstromes auf die Nutzfläche reflektieren und den Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlage bis zu etwa 60 bis 70% verbessern.

c) Beleuchtungsberechnung.

Bei der Projektierung einer Beleuchtungsanlage ist eine Vorausberechnung der erforderlichen Stärke und Anzahl der Lampen aus wirtschaftlichen Gründen unerlässlich. Dabei ist besonders folgendes zu beachten: Der Art der Arbeit angepaßte genügend hohe Beleuchtungsstärke ist unbedingt erforderlich, um auch bei längerer Arbeitsdauer das Auge vor Ermüdung zu bewahren. Vermeidung jeder Blendung des Auges sowie richtige und zweckentsprechende Verteilung von Licht und Schatten durch geeignete Wahl und Anordnung der Beleuchtungskörper.

Eine der gebräuchlichsten Methoden zur Berechnung der Beleuchtung ist die Wirkungsgradmethode. Der Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage ist ein Bruch, dessen Zähler der wirklich ausgenützte Lichtstrom und dessen Nenner der aufgewendete Lichtstrom ist. Je nach der Helligkeit der Decke und der Wände schwankt der Wirkungsgrad von 30 bis 50% für die direkte (Punkte 1, 2, 3 und 4 der im Kapitel Beleuchtungskörper angeführten Armaturen) und 5—30% für indirekte Beleuchtung von Innenräumen (Punkte 5 und 6).

Zur Beleuchtung sind erforderlich für:

Treppen, Gänge, Aborte und Verkehrsbeleuchtung bei vorhandener Arbeitsbeleuchtung	10—15 Lux
Grobe Arbeiten, Grobmontage, Gießerei, Schmiede	30 „
Normale Arbeiten, bei der alle Einzelheiten erkannt werden müssen, z. B. Schlosserei, Schleiferei, Schreinerei, Spinnerei, Weberei heller Stoffe	40 „
Feinarbeiten, wie Mechaniker, Druckerei, gewöhnliche Büros, Schulsäle, Laden usw.	50 „
Weberei dunkler Stoffe, Gravieren, bessere Büros (Banken)	60 „
Zeichensäle u. dgl.	90 „
Operationssäle	100 „

Zur überschlagsmäßigen Berechnung der Beleuchtung dienen folgende Tabellen für 40% Wirkungsgrad:

a) Für luftleere Metalldrahtlampen.

Horizontale Lichtstärke HK.	Verbrauch für eine Lampe bei		Bodenfläche in Quadratmeter bei einer mittleren Beleuchtung von Lux													
	220 V	110 V														
	Watt	Watt	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
5	—	6.4	10	4	2	1.3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	12.8	11.1	20	8	4	2.6	2	1.6	1.3	1	—	—	—	—	—	—
16	18.6	16.5	32	13	6	4.3	3	2.6	2	1.6	1.28	1	0.9	—	—	—
25	26.8	24	50	20	10	6.66	5	4	3	2.5	2	1.66	1.4	1.25	1.1	1
32	35.2	31	64	25	13	8.5	6	5.0	4	3.2	2.50	2	1.8	1.6	1.4	1.3
50	52.5	47.5	100	40	20	13	10	8	6	5	4	3	2.8	2.5	2.2	2.0
100	105	97	200	80	40	26	20	16	13	10	8	6	5.7	5	4.5	4

b) Für gasgefüllte Lampen.

Verbrauch für 1 Lampe Watt	Sphärische Licht- stärke bei		Bodenfläche in Quadratmeter bei 220 Volt und einer mittleren Beleuchtung von Lux													
	220 V	110 V														
	HK	HK	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
40	25	33	62	25	12	8	6	5	4	3	2	2	1.8	1.5	1.4	0.6
60	44	55	110	44	22	14	11	8	7	5	4	4	3	2.7	2.4	2.2
75	60	74	150	60	30	20	15	12	10	7	6	5	4.3	3.7	3.3	3
100	88	105	220	88	44	29	22	17	14	11	9	7	6.3	5.5	4.9	4.4
150	147	172	367	147	73	49	36	29	24	18	14	12	10.5	9.2	8.2	7.3
200	211	244	527	211	105	70	52	42	35	26	21	17	15	13	11.7	10.5
300	345	390	862	345	172	115	86	69	57	43	34	29	25	21	19.2	17.2
500	633	694	1582	633	316	211	158	126	106	79	63	53	45	40	35	32

Die Anwendung dieser Tabelle möge ein Beispiel zeigen:

Ein Hörsaal von $500 m^2$ Bodenfläche soll mit 100 W gasgefüllten Lampen bei 220 V Spannung beleuchtet werden.

Lösung: Für Schulsäle ist, wie vorerwähnt, die Beleuchtung mit 50 Lux anzunehmen. Aus der Tabelle *b* für gasgefüllte Lampen ergibt sich für eine Lampe von 100 W bei 50 Lux die zugehörige Bodenfläche mit $9 m^2$ bei einem Wirkungsgrad des Beleuchtungskörpers von 40%. Es sind also im ganzen $500:9 =$ rund 55 Lampen à 100 W erforderlich.

Für 110 V wäre im Verhältnis der Lichtstärken die Korrektur zu nehmen, also in unserem Beispiel $55 \times 105:88 = 44$ Lampen à 100 W.

Ist der Wirkungsgrad der Beleuchtung nicht wie angenommen durchschnittlich mit 40%, sondern wesentlich anders zu veranschlagen, so ist auch dementsprechend die Korrektur zu nehmen. Angenommen, es sei infolge von indirekt wirkenden Beleuchtungskörpern der Wirkungsgrad bloß mit 25% zu schätzen, so werden bei 110 V $44 \times 40:25 =$ rund 66 Lampen erforderlich sein. Ebenso wird eine Beleuchtung mit besserem Wirkungsgrad die Lampenzahl vermindern.

3. Elektrische Koch- und Heizapparate.

Die für Heiz- und Kochzwecke heute noch hohen Stromkosten dürften durch den weiteren Ausbau von großen Überlandzentralen eine wesentliche Verbilligung erfahren. Verbesserungen technischer Art werden das Weitere dazu beitragen, die Vorteile solcher Anlagen (Gefahrlosigkeit, reinliche Handhabung usw.) durch eine umfangreiche Anwendung voll ausnützen zu können.

a) Allgemeines über Wärmeentwicklung des Stromes.

Die elektrische Arbeit, die einen Leiter durchströmt, setzt sich in diesem in Wärme um. Je größer die Stromstärke und je größer der Widerstand des Leiters ist, um so größer ist die erzeugte Wärmemenge. In der Praxis ist zu rechnen, daß 1 KWSt 700 bis 800 Wärmeeinheiten (Kalorien) erzeugt. Um 1 Liter Wasser von 0° C auf 100° C zu erwärmen, müssen 100 Kalorien dem Wasser zugeführt werden, d. i. an elektrischer Arbeit nach Vorgesagtem $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ KWSt, je nach dem Wirkungsgrad des Kochapparates. Es müßte bei einem Anschlußwert des Kochapparates von 500 W diese Leistung zirka 17·2 bis 15 Minuten zugeführt werden, um 1 l Wasser zum Kochen zu bringen. Dieser Wert reduziert sich noch dadurch, daß das Wasser nicht 0°, sondern zumeist zirka 8—10° C Anfangstemperatur aufweist und das Kochen schon bei 96—98° C erfolgt. Bei doppeltem Anschlußwert kocht das Wasser in der halben Zeit, ebenso wie bei dem halben Anschlußwert das Kochen erst nach der doppelten Zeit eintreten wird usw. Die elektrische Wärme kann also entweder unter Aufwendung großer Leistungen auf kurze Zeit zur sofortigen Verwendung schnell bereitgestellt werden (Schnellerhitzer) oder unter Aufwendung geringer Leistungen in längerer Zeit für spätere Verwendung zur Aufspeicherung kommen (Speichererhitzung). (Fig. 8.)

b) Haushaltsapparate.

An gebräuchlichen Schnellerhitzern sind zu nennen:

Kochtöpfe (Fig. 7) mit $\frac{1}{4}$ bis 3 l Inhalt	Anschlußwert	0·25 bis 0·7	KW
Teekannen mit $\frac{1}{2}$ bis 3 l Inhalt	„	0·4 „ 1	„
Wärmeplatten 50 × 30 bis 200 × 100 cm	„	0·2 „ 5	„
Kochherde (Fig. 5) für 4 bis 12 Personen	„	3·5 „ 7·7	„
Bett-, Fuß- und Leibwärmer	„	0·03	„
Bügeleisen (Fig. 6) 2 bis 10 kg schwer	„	0·25 „ 1	„
Durchlaufapparate für Badezwecke	„	1·2 „ 30	„
Durchlaufapparate für lange Heizdauer	„	0·3 „ 9	„

Der Heizkörper muß bei solchen Anwendungsgebieten, wo es sich darum handelt, elektrisch leitende Körper (metallische Gefäße) zu erwärmen, sorgfältig isoliert werden. In den meisten Fällen erreicht man dies durch Einbetten des aus Widerstandsdraht bestehenden Heizkörpers in keramisches Material (Fig. 6).

c) Elektrische Öfen.

Elektrische Öfen mit einer Oberflächentemperatur von 75° C sind am gesündesten und zweckmäßigsten; da aber die Konstruktion solcher Öfen ziemlich teuer ist, wählt man Öfen mit höheren Temperaturen, bis zirka 120° C. Noch höhere Temperaturen sind nicht zu empfehlen, weil die am Heizkörper sich sammelnden Staubteilchen verbrennen und eine verunreinigte, trockene Luft abgeben.

Die Fig. 9, T. 94, zeigt die Ausführung und das Prinzip eines elektrischen Heizofens, dessen äußere Form der Umgebung angepaßt werden soll. Die Widerstandsdrähte sind auf Porzellan- oder Tonrohre aufgewickelt und sind diese Öfen in der Regel mittels eines Schalters in der Energieaufnahme und damit in ihrer Wirkung regulierbar.

Es kommen folgende Systeme zur Anwendung:

1. **Direkte Heizung**, bei der jeder einzelne Raum einen Ofen erhält. Die gesamte, dem Ofen zugeführte Energie wird in Wärme umgesetzt (Wirkungsgrad 100%). Auch für größere Räume wird diese Heizung mit mehreren Öfen erfolgreich anzuwenden sein, da die elektrischen Öfen leicht in Nischen usw. aufzustellen sind und somit keinen Raum verstellen.

2. **Indirekte Heizung. Heißluftzentralheizung.** Die Luft wird in einem besonderen Apparat erhitzt und bei Bedarf mittels eines Ventilators durch Rohrleitungen in die zu heizenden Räume getrieben.

3. **Warmwasserheizungsanlage.** Der Kessel wird entweder nur elektrisch beheizt oder er wird durch Verbrennungswärme angeheizt und dann, womöglich zur Zeit außerhalb der größten Belastung des Elektrizitätswerkes (billiger Stromtarif), elektrisch weitergeheizt. Die Ab- und Zuschaltung der elektrischen Heizung erfolgt automatisch mittels selbsttätiger Schaltvorrichtung.

Bei Ermittlung des Wärmebedarfes für die Raumheizung sind nebst der Außentemperatur noch folgende Umstände ins Kalkül zu ziehen:

1. Die Lage des Raumes mit Rücksicht auf die Himmelsrichtung.
2. Die örtliche Lage (ob im Schatten, dem Winde ausgesetzt oder geschützt, Anzahl der Türen und Fenster usw.).
3. Der Bau selbst (ob Holz, Stein, Ziegel, Beton) und die Wandstärken.
4. Ob freistehend, unterkellert, ob anstoßend geheizte oder ungeheizte Räume sind usw.
5. Verluste durch Lüftung.
6. Ob sich viele Menschen in dem Raume aufhalten.
7. Ob stark wärmezuführende Beleuchtung vorhanden ist.

Für überschlagsmäßige Berechnung in mitteleuropäischen, normalen Verhältnissen kann man annehmen:

Für Aushilfsheizung pro Kubikmeter Raum . . .	zirka 35 W
„ Dauerheizung „ „ „ „ . . .	„ 60 „

Für abnormale Verhältnisse im Sinne der Punkte 1 bis 7 muß entsprechende Korrektur genommen werden.

Bei Dauerheizung ist im Mittel ein Jahresbedarf von zirka 18 KWSt pro Kubikmeter Raum in Rechnung zu stellen. Darnach lassen sich leicht die Jahreskosten pro Kubikmeter ermitteln, indem man 18 mit dem Strompreis pro Kilowattstunde multipliziert.

d) W ä r m e s p e i c h e r .

Unter Berücksichtigung, daß die Elektrizitätswerke zu bestimmten Zeiten, meist in den Nachtstunden, geringe Belastung im Verhältnis zu ihrer Gesamtkapazität aufweisen, wird von vielen Werken für diese Zeit ein sehr ermäßigter Strompreis für Speicher gewährt. Die Zählung dieses Stromes erfolgt in separaten Zählern. Ein selbsttätiger Schaltapparat mit Uhr schließt und öffnet diesen Stromkreis zur vereinbarten Stunde. Wird aber Energie auch zur Zeit außerhalb des ermäßigten Strombezuges abgegeben, so wird ein Doppeltarifzähler angebracht, der den ermäßigten und normalen Tarif getrennt zählt, oder es werden 2 Zähler verwendet, welche von einer Schaltuhr zweckentsprechend ein- und ausgeschaltet werden.

Der sogenannte Nachtstrom findet umfangreiche Anwendung im elektrischen Heißwasserspeicher und im elektrischen Speicherofen. Die Ausschaltung des Stromes bei einer gewissen Temperaturhöhe sowie die Wiedereinschaltung bei Sinken der Temperatur um zirka 20° C erfolgt selbsttätig mittels der im Apparat eingebauten Thermoregulatoren. Beim Heißwasserspeicher (Fig. 8) werden kleine Energiemengen (11 bis 15 W pro 1 l Wasserinhalt) zum späteren Gebrauch in zirka 6 bis 8 Stunden aufgespeichert. Man unterscheidet Heißwasserspeicher für Niederdruck und solche für Hochdruck.

Auf demselben Prinzip wie die Heißwasserspeicher beruhen die Wärmespeicheröfen. Als Speichermittel werden betonartige Massen verwendet, in welche Spezialheizkörper auswechselbar angeordnet sind. Eine Isolationsschicht hält die Wärmeabgabe während der Aufheizperiode in kleinen Grenzen. Eine im Innern

angebrachte Klappe gestattet durch Regelung der Innenzirkulation die Heißluftabgabe zu vergrößern oder zu vermindern. Die Aufladezeit beträgt zirka 8 Stunden und ist eine Type von 2 KW in der Lage, während etwa 10 Stunden einen Raum von 30 bis 40 m^3 unter normalen Verhältnissen auf zirka $14^{\circ}C$ zu erwärmen. Die Oberflächentemperatur beträgt zirka $80^{\circ}C$.

4. Sonstige elektrische Einrichtungen.

a) Wasserpumpen.

Die Hauswasserpumpe mit selbsttätigem elektrischen Antrieb ist meist eine Flügel- (Zentrifugal-) Pumpe, die mit einem Elektromotor direkt gekuppelt ist. In der Druckleitung, auf der Pumpe angebracht, befindet sich ein Druckregler, welcher einen Momentschalter enthält, der von einer vom Wasserdruck beeinflussten Membrane betätigt wird. Läuft die Pumpe, so wird die Luft in dem Windkessel zusammengepreßt und drückt auf die Membrane, die den Schalter bei einem einstellbaren Höchstdruck auslöst. Öffnet man einen Zapfhahn, so sinkt der Druck im Windkessel. Bei einem Drucke von nur mehr 0.5 bis 1.5 Atm. schaltet der vom Druckregler bediente Schalter den Motor wieder ein usw. Kleine Wassermengen können infolge der Pufferwirkung des Windkessels entnommen werden, ohne daß der Motor anläuft. Diese Pumpen werden für Fördermengen von 1.5—7.5 m^3 pro Stunde gebaut. Anstatt des Anlassers erhält der Motor einen Vorschaltwiderstand, der ständig eingeschaltet bleibt. Dieser verbraucht ebenfalls elektrische Energie und kann mitunter die Anlage unwirtschaftlich machen, daher werden oft automatische Selbstanlasser, welche von einem Schwimmer oder einem Druckkessel (ähnlich wie vor) gesteuert werden, anzuwenden sein. Auf die vielen meist zweckmäßigen Ausführungen hier einzugehen, würde das gesteckte Ziel überschreiten.

Es ist klar, daß ein normales Pumpenaggregat, welches in einen Hochbehälter fördert, von Hand aus ein- und ausgeschaltet werden und daß auch nur die Ausschaltung des Motors automatisch erfolgen kann. Für den Antrieb von solchen Pumpen kommen mittel- und schnellaufende Elektromotoren mit Leistungen von zirka 0.5 bis 30 PS je nach der Fördermenge und Förderhöhe zur Anwendung.

b) Elektrisch betriebene Aufzüge.

Für den Betrieb von Lasten- und Personenaufzügen wird in den meisten Fällen der elektrische Antrieb, der leichten Steuerfähigkeit und der großen Betriebssicherheit wegen gewählt. Zum Inbetriebsetzen und Regeln der Elektromotoren dienen besonders konstruierte Anlasser, die mittels der Steuerung vom Fahrstuhl oder den einzelnen Stockwerken entweder mechanisch mittels Seilen, Gestängen u. dgl. oder elektrisch betätigt werden. Bei den mechanischen Steuerungen unterscheidet man die Seilsteuerung und die Handradsteuerung.

Die Seilsteuerung ist die einfachste Steuerung, die hauptsächlich bei langsam laufenden Lastenaufzügen angewendet wird. Dieselbe wird durch ein endloses Steuerseil S (Fig. 11) bewirkt, das man bei Personenaufzügen in der Kabine, bei Lastaufzügen außerhalb des Fahrkorbes betätigt. Mittels des Steuerseiles wird nur die Drehrichtung des Motors eingestellt. Das Anlassen besorgt der Wendselbstanlasser.

Die Handradsteuerung (Fig. 10) wird angewendet, wenn es sich um schnellfahrende Personenaufzüge handelt, die durch Fahrstuhlwärter geführt werden. Hierbei wird ebenfalls ein Steuerseil betätigt, das unter Anwendung mehrerer Führungsrollen mit dem in der Kabine angebrachten Steuerrad R verbunden ist. Durch Drehen der Rolle R wird die Lage der Rollen L zueinander verschoben; die feste Rolle O teilt diese Bewegung dem Anlasser A mit. In diesem Falle geschieht also auch das Anlassen von Hand aus und ist deshalb nur ein Wendeanlasser vorzusehen. Die Fahrgeschwindigkeit kann vom Führer reguliert werden.

Die mechanischen Steuerungen werden immer mehr durch die elektrischen Steuerungen ersetzt. Man unterscheidet dabei die Druckknopf- und die Hebelsteuerung. Die Druckknopfsteuerung eignet sich vorzüglich zur Selbstbedienung und findet deshalb in Wohnhäusern und bei solchen Aufzügen Verwendung, welche keinen Führer erfordern. Die Vorzüge dieser Steuerung bestehen darin, daß die Kabine ohne besondere Übung von jedem Stockwerk nach jedem beliebigen Stockwerk nur mittels einmaligen kurzen Drückens an den entsprechenden Tastern, welche sowohl in der Kabine als auch in jedem Stockwerk angebracht sind, geführt wird. Für die Sicherheit des Betriebes sind Vorkehrungen getroffen, die die Bewegung des Fahrstuhles verhindern, solange die Kabinentür oder eine Schachttür offen steht. Die einmal eingeleitete Fahrt kann von anderen Personen nicht beeinflußt werden, da durch Belastung des Kabinenbodens ein Kontakt betätigt wird, welcher alle an den Schachtzugängen befindlichen Druckknöpfe wirkungslos macht. Beim Überfahren der Endhaltestelle wird die Stromzuführung durch Notschalter selbsttätig unterbrochen und der Aufzug sofort zum Stehen gebracht.

Anstatt der Druckknopfsteuerung wird für stark benützte, von einem Führer betätigte Personenaufzüge die Kabinen- oder Hebelsteuerung benützt. Die Steuerung erfolgt von Hand aus an einem in der Kabine angebrachten Hebelumschalter, durch den die Anlaßapparate elektrisch betätigt werden. Die Verbindung des Schalters mit dem Anlaßapparat erfolgt wie bei der Druckknopfsteuerung durch ein biegsames Kabel. Das genaue Anhalten des Fahrkorbes bleibt jedoch der Geschicklichkeit des Führers überlassen.

c) Sonstige elektrisch betriebene Apparate.

Weitere Stromverbraucher, wie Staubsaugapparate (300 bis 500 W), Nähmaschinenmotore (zirka 300 W), Ventilatoren (300 bis 1000 W), Zigarrenanzünder, Brennscherenwärmer, Warmlufttrockenapparate usw., sind in der Ausführung und Konstruktion sehr mannigfaltig und kann daher auf eine weitere Beschreibung nicht eingegangen werden.

5. Elektrische Installationen.

a) Allgemeines.

Der ausführenden elektrotechnischen Firma sind Grundrißpläne mit den eingezeichneten gewünschten Auslässen, Ort der Schalter und Steckkontakte usw. zur Verfügung zu stellen. Die gebräuchlichen Signaturen sind aus Fig. 24 ersichtlich. Die Anordnung von Verteiler, Zähler usw. sowie die Leitungsführung im allgemeinen soll mit dem Elektrotechniker genauest durchberaten werden, um zu vermeiden, daß Tragmauern durch Verteilernischen oder starke Leitungen zu viel geschwächt werden. Die Schaltung von Lampen oder Lampengruppen ist aus der Signatur der zugehörigen Schalter zu ersehen. Fig. 12, T. 94, zeigt verschiedene Lampenschaltungen, und zwar:

a) Schaltung einer Lampe oder Lampengruppe von 3 Stellen aus durch Wechsel-Kreuz-Wechselschalter. Die Beleuchtung kann von jeder der 3 Stellen ein- und abgeschaltet werden und die Zahl der Schaltstellen durch Hinzufügen von Kreuzschaltern vermehrt werden.

b) Schaltung einer Lampe von 2 Stellen aus durch 2 Wechselschalter.

c) Schaltung für 2 Lampengruppen mittels Serienschalters. Je nach der Stellung des Schalters können entweder die Lampengruppe *a* oder *b* oder beide in Betrieb genommen werden.

d) Schaltung einer Lampe oder Lampengruppe von einer Stelle aus mittels eines einpoligen Ausschalters.

e) Eine besondere Schaltung bedingt die selbsttätige Treppenbeleuchtung mit Druckknopfbetätigung. Je nach der Stellung des „Tag- und Nachtschalters“

wird entweder die Beleuchtung ganz ausgeschaltet (Stellung Tag) oder ständig eingeschaltet (Stellung Abend) oder für den Gebrauch durch Druckknopfbetätigung bereitgestellt (Stellung Nacht). Bei dieser Stellung ist im normalen Zustand die Beleuchtung ausgeschaltet. Durch Betätigung eines der eingezeichneten Druckknöpfe wird die Beleuchtung auf 1 bis 5 Minuten eingeschaltet und nach Ablauf dieser einstellbaren Zeit selbsttätig mittels des Schaltapparates verlöscht.

Fig. 25, T. 95, zeigt einen Installationsplan, aus welchem die besprochenen Schaltungen zu ersehen sind. Dieser Plan ist einpolig gezeichnet, d. h. es ist nur eine Leitung angegeben. Die Anzahl der Drähte ist aus der Anzahl der Querstriche zu ersehen. Die zweipolige Zeichnung ist wegen Raummangels in den meisten Fällen unmöglich. Die Lampenzuleitungsdrähte werden zu Verteilern (Fig. 15) geführt, welche, in trockenen Räumen aufgestellt, aus Eternit, Marmor oder sonstigen isolierendem Material bestehen können und die nötigen Sicherungen enthalten. In feuchten Räumen werden Sicherungen verwendet, welche in gußeisernen Gehäusen untergebracht sind.

Alle an zwei zugehörigen Sicherungen angeschlossenen Drähte gehören zu einem Stromkreis. An einem solchen Stromkreis, welcher nach den Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen mit höchstens 6 Amp. zu sichern ist, werden in der Praxis höchstens 10 Auslässe angeschlossen. Überdies ist es ratsam, eine Reserve für eventuell später dazukommende Stromverbraucher zu belassen.

Die Stärke der Zuleitungsdrähte richtet sich nach der den Leiter durchfließenden Stromstärke. Die folgend angeführten Querschnitte dürfen, wie folgt, höchstbelastet werden: 1.5 mm^2 10 Amp., 2.5 mm^2 15 Amp., 4 mm^2 20 Amp. usw. Wenn diese Belastungen eingehalten werden, wird es nicht vorkommen, daß eine feuergefährliche Erwärmung der Zuleitungen auftritt.

Leiter mit massivem Kupferleiter heißen Drähte, solche mit mehreren Litzen werden Kabel genannt. Die Konstruktion dieser Leiter ist normalisiert. Im Wesen haben diese Leiter aus reinem Elektrolitkupfer zu bestehen, welches zu verzinnen ist, darüber ist eine den Normen entsprechende Gummischicht anzubringen, welche durch Umklöppelung mit Faserstoffen gegen mechanische Beschädigungen geschützt wird. Solche Drähte, welche diesen Normalien entsprechen, sind die heute meist angewendeten gummiisolierten Kupferdrähte G 1000, was bedeutet, daß sie mit einer Spannung von 1000 V geprüft sind. Auch finden noch vielfach die Glühlichtschnüre Verwendung, die ähnlich wie die vorher angeführten Kabel aus mehreren Litzen bestehen und zu 2 oder 3 gegeneinander verdreht sind. Die Farbe der Umklöppelung wird der Umgebung angepaßt. Andere Drähte und Schnüre dienen Spezialzwecken. Als untere Grenze des Kupferquerschnittes hat zu gelten: 0.75 mm^2 für Beleuchtungskörper, 1 mm^2 für Installationsleitungen. Jedoch ist es ratsam, durchwegs, namentlich bei 110 V, mindestens 1.5 mm^2 zu verwenden.

b) Sicherungen.

Diese haben den Zweck die betreffende Leitung vor zu großen Stromstärken zu bewahren und dadurch die Umgebung der Leitungen vor Feuergefahr, welche durch Glühen und Schmelzen der Drähte entstehen könnte, zu schützen. Sie trennt durch Abschmelzen von sogenannten Schmelzdrähten, welche feuersicher in der Sicherung untergebracht sind, die Leitung vom Anschlußnetz ab. Für Niederspannung sind folgende Sicherungen im Gebrauch:

Bei der Siemenssicherung (Fig. 14, T. 93) ist der Schmelzdraht im Sicherungsoberteil untergebracht. Der Sicherungsunterteil enthält die Anschlußklemmen. Diese noch heute gebrauchte Sicherung wird durch neue, bedeutend verbesserte Systeme verdrängt.

Fig. 13, T. 93, stellt eines der vielen Patronsensysteme dar. Der Schmelzdraht ist in der Sicherungspatrone untergebracht. Eine durchgeschmolzene

Patrone ist von außen durch das Herabfallen des Hütchens der Patrone zu erkennen, welche letztere in diesem Falle gegen eine neue auszutauschen ist.

Die Wirkung der neuesten Sicherungen ist auf elektromagnetischem Prinzip aufgebaut. Der Vorteil dieser Sicherungen besteht darin, daß eine Reparatur durch Auswechseln irgendeines Bestandteiles nicht notwendig ist, es genügt vielmehr ein Druck auf einen Hebel, um die Sicherung wieder gebrauchsfähig zu machen, man nennt sie Kleinautomaten.

Fig. 15 zeigt die Anordnung von Sicherungen auf einem Verteiler für ein Zweileiternetz. Vor einem solchen Verteiler wird der Zähler und bei der Abzweigung von der Steigleitung wieder ein Sicherungspaar angeordnet. Im allgemeinen sind Sicherungen überall dort anzubringen, wo eine Querschnittsverminderung des Leiters eintritt.

c) Installationsmaterial.

Dosenschalter (Fig. 16) werden meist in einpoliger Ausführung verwendet, d. h. der Schalter schaltet bloß eine Leitung. Installationschalter müssen als Momentschalter ausgebildet werden, was bedeutet, daß der Schaltvorgang durch langsame Bedienung nicht verzögert werden kann (der Löschfunke wird momentan abgerissen).

Zweipolige Dosenschalter sowie Wechsel-Kreuz- und Serienschalter werden in der äußeren Form ähnlich gebaut, jedoch erhalten sie entsprechend ihrem Zwecke die nötigen Kontakte und Verbindungen.

Fassungen (Fig. 18) dienen zur Aufnahme der Glühlampen, verbinden diese mit den Leitungen und werden mit oder ohne Hahn (Schalter) ausgeführt.

Eine einfache Deckenbeleuchtung zeigt Fig. 18.

Die wasserdichte Deckenbeleuchtung (Fig. 19) gewährt Sicherheit gegen Feuchtigkeitseinflüsse.

Die gesicherte Steckdose (Fig. 17) wird für den Anschluß beweglicher Stromverbraucher verwendet. Die schräge Wandfassung (Fig. 20) wird gern in Nebenräumen montiert.

Schalter und Steckkontakte werden auch in „Ausführung unter Putz“ verwendet und ist nach erfolgtem Einbau nur eine Glasplatte und der Schaltergriff bzw. die Steckkontaktbüchse zu sehen. Für das Schalten von größeren Leistungen werden Schalter mit Hebel (Hebelschalter) verwendet.

d) Der Hausanschluß.

Entsprechend der Ausführung des Anschlußnetzes in Freileitung auf Masten oder in Erdkabel muß für den Anschluß (Hauptverteiler, Leitungsführung, eventuell Zähler) entweder im Kellergeschoß oder im Stockwerk ein geeigneter Platz zur Verfügung gestellt werden. Dieser Raum soll so beschaffen sein, daß die vorzusehenden Apparate weder durch Feuchtigkeit noch durch Erschütterung oder Anstoßen beschädigt werden können. Sind gleich beim Anschluß Zähler vorzusehen, so müssen die Bedingungen erfüllt sein, die ein Anbringen des Zählers gestatten.

Im Wohnhaus wird von den vielen Arten Zähler fast ausschließlich der Wattstundenmotorzähler verwendet. Ein kleiner Motor, der durch den in den angeschlossenen Stromkreisen verbrauchten Strom in rotierende Bewegung versetzt wird, überträgt diese unter Zwischenschaltung von Zahnrädern auf ein Zifferblatt. Die Angaben des Zählers sind dann mit der Zählerkonstanten zu multiplizieren, um Wattstunden zu erhalten. Die Zähler müssen geeicht sein und dürfen nur in trockenen, womöglich allgemein zugänglichen Räumen, zirka 1,60 m hoch, so an eine freie Wand gehängt werden, daß sie frei von Erschütterungen und auch leicht zugänglich sind.

Die Abspannung der Freileitung am Hause kann mittels Porzellanlockenisolatoren auf Mauerstützen, bei mehreren Drähten unter Zuhilfenahme von ein-

fachen Eisenkonstruktionen, auf welche auch die Hausanschlußsicherungen angebracht werden können, erfolgen. Die Zuleitung zum Zähler soll nur durch allgemein zugängliche Räume führen und womöglich unter dem Mauerputz in armierten Isolierrohren verlegt werden. Sind von der Zuleitung mehrere Zähler zu speisen, so ist ein entsprechender Verteiler anzuordnen. Zweigen von jeder Steigleitung in jedem Stockwerke wieder ein oder mehrere Zähler ab, so ist an diesen Stellen ebenfalls ein Verteiler vorzusehen. Fig. 23 stellt ein Anschlußschema für ein größeres Wohnhaus dar, aus welchem das Gesagte zu entnehmen ist.

Das Erdkabel wird zu einem für die Verteilung möglichst günstigen Ort gelegt, am Ende des Kabels wird der sogenannte „Kabelkopf“ montiert und in höchstens 1 m Abstand werden die Hauptsicherungen angeordnet. Das Erdkabel ist infolge seiner robusten Bauart gegen mechanische und Feuchtigkeitseinflüsse besser geschützt wie normale Leitungen. Die Kabel werden entweder zirka 0,75 m in die Erde verlegt, in Sand gebettet und mit Ziegel abgedeckt, oder es erfolgt die Verlegung in seichten, im Mauerwerk hergestellten oder eingestemmtten Kanälen, welche nach dem Verlegen der Kabel mit Holz- oder Eisenplatten abgedeckt werden. Frei an der Wand geschieht die Verlegung mittels eigens geformter Mauerhaken.

e) Ausführung von Installationen.

Die Verlegung der Installationsleitungen hat im allgemeinen so zu geschehen, daß Beschädigungen der Leitungen möglichst vermieden werden. Werden die Leitungen auf Isolierrollen ausgespannt, so darf der Rollenabstand bis zu Querschnitten von 4 mm² 80 cm nicht überschreiten; für größere Querschnitte sind größere Abstände zulässig. Meist jedoch werden die Drähte in Isolierrohre entweder über oder unter dem Verputz gelegt. Die Isolierrohre bestehen aus asphaltierten, spiralförmig gedrehten Pappstreifen, welche zum besseren mechanischen Schutz meist mit einem verbleiten, gefalzten Eisenmantel umgeben werden. Isolierrohre werden in Stangen zu 3 m in den Durchmessern 11, 13, 16, 23, 28, 32 und 36 mm geliefert und erfolgt die Verbindung der einzelnen Stangen mittels aufzusteckender Metallmuffen. Eisenverbleites (gepanzertes) Isolierrohr läßt sich mit der Biegezange leicht biegen und schmiegt sich so den Unebenheiten der Wand vollkommen an. Drahtverbindungen sind bei Verlegung in Rohr in Abzweigdosen, bei Verlegung der Drähte auf Isolierrollen in Abzweigrosetten zu bewerkstelligen und dabei Schraubeklemmen zu verwenden. Schalter und Steckkontakte werden an in die Mauer eingegipsten Holzpackeln angeschraubt und erhalten Unterlagscheiben aus Holz oder Papiermaché.

Von den verschiedenen Verlegungsarten der Leitungen sind folgende am meisten gebräuchlich:

1. Glühlichtschnur auf Rollen (Fig. 21).
2. Gummiisolierte Drähte auf Rollen.
3. Gummiisolierte Drähte in gepanzerten Isolierrohren auf Putz (Fig. 22).
4. Gummiisolierte Drähte in Isolierrohren unter Putz.

Das Rohrnetz, welches nur flache Bogen und genügend Abzweigdosen erhalten muß, wird so tief ins Mauerwerk verlegt, daß der Verputz die Rohre noch deckt. Dann werden die Drähte eingezogen, wenn nötig, mittels Klemmen in den Abzweigdosen verbunden und mit Isolierband oder Paragummiband an den Verbindungsstellen isoliert.

Andere Arten der Verlegung dienen Spezialzwecken.

6. Der Kurzschluß und die Reparatur desselben.

Entsprechend dem 3. Absatz des Kapitels „Allgemeines über Elektrizität“ wird der Strom beim Fehlen eines entsprechenden Widerstandes einen unzulässig hohen Wert annehmen und die Sicherung zum Schmelzen bringen. Dies ist der

Fall, wenn abisolierte (abgewetzte) Drähte entweder sich berühren oder an Metallteilen anliegen. In diesem Falle spricht man von einem Kurzschluß (die Leitungen sind kurzgeschlossen). Die Ursache ist meist in Fassungen, Glühbirnen, Bügeleisen und sonstigen Stromverbrauchern zu suchen, seltener in der Leitung selbst. Vor Aufsetzen der Sicherungspatrone ist erst der Kurzschluß zu beseitigen.

7. Elektrisch betriebene Signal- und Telephonanlagen.

a) Allgemeines.

Als Energie zum Betriebe der Apparaturen kommt fast ausnahmslos niedrig gespannter Gleich- oder Wechselstrom seiner Gefahrlosigkeit wegen zur Anwendung. Derselbe wird entweder von „Galvanischen Elementen“ auf chemischem Wege gewonnen oder von Akkumulatoren mit entsprechender Zellenanzahl (Spannung, siehe Allgemeines über Elektrizität) entnommen, in welchen Fällen Gleichstrom zur Verfügung steht, oder es wird, allerdings nur für Klingelanlagen, in ein Wechselstromsystem höherer Spannung ein sogenannter Klingeltransformator eingeschaltet, welcher die Spannung je nach Bedarf reduziert.

Über die Ausführung der Leitungen, Anordnung von Apparaten in Privatanlagen bestehen wohl keine Vorschriften, doch ist es im Interesse der verlässlichen Funktion des Betriebes gelegen, die Leitungen solide, ähnlich den Starkstromleitungen zu verlegen (siehe dort).

b) Signalanlagen.

(T. 97.)

Die Signalapparate erzeugen entweder Geräusche (Läuten, Summen, Huppen usw.) oder Lichtsignale. Die einfachste Form ist die elektrische Hausklingelanlage, welche aus der Stromquelle, einem Taster und der Glocke besteht. Alle diese Apparate sind hintereinander geschaltet. Sind mehrere Taster anzuordnen, so sind diese parallel zu schalten. Die Funktion einer Glocke ist im Prinzip unter Telephonanlagen erläutert.

Fig. 6 gibt eine einfache Hausglockenanlage mit 4 Klingeln (Wohnungen) im Schema wieder. Bei dieser Schaltung kann an einem gemeinsamen Taster-tableau jedes Stockwerk, und bei jedem Stockwerkstaster die zugehörige Klingel, in Tätigkeit gesetzt werden.

Soll eine Klingelanlage mit mehreren Tastern erkenntlich machen, von welchem Taster gedrückt wurde (Hotels, Badeanstalten, größere Herrschaftswohnungen, Betriebe usw.), so ist an geeigneter Stelle (in der Nähe des Dienstpersonals) ein Indikateur (Tableau) anzuordnen, der auf elektromagnetischem Wege eine Klappe, welche den Ort des gedrückten Tasters bezeichnet, freigibt. Meist unmittelbar in der Nähe des Indikateurs (Klappenschrank) ist auch die Klingel angebracht, welche so lange ertönt, bis die Klappe entweder von Hand aus oder elektromagnetisch rückgestellt wird. Fig. 5 zeigt schematisch die Schaltung.

Ähnlich wie diese Klingelwerke arbeiten die in kleineren Städten angebrachten Feuermeldeanlagen.

Selbsttätige Feuermelder, die in feuergefährlichen Räumen montiert werden, stellen einen automatisch wirkenden Taster dar, der sich infolge ungleicher Ausdehnungskoeffizienten der aus verschiedenen Metallen hergestellten Bestandteile bei bestimmten Temperaturen (zirka 70° C) selbsttätig schließt und auf diese Weise gefährliche Raumtemperaturen meldet.

Ähnliche Zwecke erreichen auch die diversen automatisch wirkenden Zeichengebungen, z. B. Signalgebung beim Öffnen einer Türe, beim Erreichen eines bestimmten maximalen und minimalen Wasserstandes in Reservoirs u. dgl.

Auch der Klingelruf beim Telephonieren arbeitet auf demselben Prinzip wie die Hausklingel, nur wird in den meisten Fällen ein Wechselstrominduktionsapparat (kleine Dynamomaschine) als Stromquelle benützt.

c) Fernsprehwesen (Telephon).

Fernsprechen heißt, die Sprache auf elektrischem Wege übertragen. Dazu sind nötig: ein Apparat zur Verwandlung der Sprache in elektrische Ströme, d. i. das Mikrophon, und ein Apparat zur Verwandlung der elektrischen Ströme in Töne, d. i. der Fernhörer (Telephon), außerdem die Leitung zwischen den beiden Sprechstellen. Da ferner die Teilnehmer nicht dauernd empfangsbereit sind, müssen Signale zum Heranrufen (Wecker) vorgesehen sein.

Eine prinzipielle Anordnung einer einfachsten Telephonapparatur zeigt Fig. 4. Die Apparate befinden sich im Innern eines Wandschranks, und zwar: der Druckknopf D für den Anruf, die Glocke G mit Weckerelektromagneten WE , Feder F und Klöppel Kl , Umschalthebel U , Batterie B , welche sowohl den Klingelstrom als auch den Mikrophonstrom liefert;

das Mikrophon M auf welches mit der am Vorderdeckel des Kastens angebrachten Sprechmuschel gesprochen wird, variiert durch bessere oder schlechtere Kontaktgebung der Kohlenwalzen α die Indentität des Primärstromes und ruft so je nach der Sprache Stromschwankungen hervor;

die Induktionsspule J , die durch Induktionswirkung die Stromschwankungen der Primärspule an den Hörstromkreis (Sekundärspule) überträgt;

die Hörmuschel, welche einen vom Hörstrom erregten Elektromagneten enthält, der je nach seiner Indentität, die in Bruchteilen von Sekunden je nach der Stromstärke des Hörstromes wechselt, eine Stahlmembrane in größere und kleinere Schwingungen versetzt und so die elektrischen Schwingungen hörbar macht.

Die 2. Station erhält genau dieselbe Apparatur und wird mit dem L.- (Leitungs-) Draht mit der L.-Klemme der ersten Station verbunden. Klemmen E werden mit feuchter Erde verbunden oder besser auch mit einem Draht geschlossen.

Bei Anruf mit Induktorbetrieb ist die Schaltung und Apparatur etwas geändert.

Will man ein Gespräch führen, so drückt man auf den Druckknopf D , wodurch der Stromkreis über Kontakt k_2 mit dem zweiten ebensolchen Apparat geschlossen wird, und die Klingel ertönt. Der Stromweg führt über L. H , k_1 zur Unterbrecherfeder F des Weckers, durch den Weckerelektromagneten WE über K_3 , U_1 und E zur Erde. Der Anker des Weckers wird angezogen, der Stromkreis bei F unterbrochen, die Feder schließt wieder den Kontakt usw., der Klöppel Kl schlägt an die Glocke, es läutet.

Der Angerufene nimmt das Telephon vom Hakenumschalter. Die Feder f zieht den Arm U hoch, Kontakt k_2 wird geöffnet, dagegen der primäre Mikrophonstromkreis (dick gezeichnet) durch Kontakt k_4 geschlossen und der Telephonstromkreis durch k_5 an die Erde gelegt.

Sobald nun gegen die Membrane gesprochen wird, werden im Mikrophonstromkreise Stromschwankungen hervorgerufen, wodurch in der sekundären Induktionsspule J Induktionsströme erzeugt werden. Diese fließen über C , k_1 , H zu L und in die Leitung, während die sekundäre Spule über K_1 , das eigene Telephon, K_2 , k_5 und U_1 mit E verbunden ist. Auf der zweiten Station fließen die ankommenden Ströme von L über H , k_1 , C durch die sekundäre Spule und über K_1 in das Telephon wo sie die Membrane in Schwingungen versetzen, sodann über K_2 , k_5 und E zur Erde.

Telephonapparate können als Tisch- oder Wandapparate verschiedenartig ausgebildet sein.

Sobald mehrere Stellen untereinander sprechen wollen sind nun besondere Apparate notwendig, und zwar:

Ist die Zahl der untereinander verkehrenden Sprechstellen nicht sehr groß, so ist jedem Telephonapparat ein Linienwähler beigelegt, an welchem alle anderen Sprechstellen angeschlossen sind. Jede der einzelnen Stationen schaltet (wählt) sich die gewünschte Verbindung. Die Anzahl der Drähte zur Verbindung der Stationen untereinander ist verhältnismäßig groß.

Fig. 8 zeigt schematisch die Verbindung der Stationen der Linienwähleranlage. Die Verbindung mit der gewünschten Station wird durch Einstecken des Stöpsels *s* in das entsprechende Loch bewerkstelligt. Vielfach werden statt Stöpsel Kontakthebel (Kipper) verwendet. Bei gewöhnlichen Linienwähleranlagen können alle Stationen dem Gespräche zuhören. Wird dies nicht gewünscht, so muß die sogenannte Geheimschaltung angewendet werden.

Häufig kommen auch Anlagen vor, in denen eine Hauptstelle mit mehreren Nebenstellen verkehren und auch von diesen angerufen werden kann, ohne daß die Nebenstellen untereinander verkehren können. In diesem Falle ist die Hauptstelle mit einem Umschalter ausgerüstet, von welchem die jeweilige Verbindung hergestellt werden kann.

Sollen 2 Nebenstellen und eine Hauptstelle auch untereinander verkehren können, so bedient man sich eines Wechselzwischenhalters.

Auf alle möglichen Fälle einzugehen, würde hier zu weit führen.

Bei einer größeren Zahl von Sprechstellen werden Vermittlungsstellen eingerichtet, bei welchen der Anrufende sich durch Wecker oder Lichtsignale bemerkbar macht und mit der gewünschten Sprechstelle verbunden werden kann.

In den letzten Jahren sind vielfach automatische Fernsprechämter eingerichtet worden, in denen alle Verbindungen selbsttätig hergestellt werden.

Alle Fernsprechanlagen, welche über das Freie führen, erhalten Blitzschutzvorrichtungen.

Privattelephonanlagen, das sind solche, welche nicht an das staatliche Telephonnetz angeschlossen sind, bedürfen der behördlichen Genehmigung nur, wenn sie über öffentliche Straßen geführt werden und unterliegen der behördlichen Kontrolle nur insoweit ob bei ihrer Einrichtung und dem Betriebe die gesetzlichen Vorschriften erfüllt sind.

Fig. 7 zeigt die für Schwachstromanlagen gebräuchlichen Signaturen.