

# Vorwort zur 29. bis 43. Auflage

Die neue Ausgabe wurde entsprechend den neuen Schaltzeichen umgearbeitet, die Radioschaltungen wurden erweitert.

Der Absatz von über 90 000 Schaltungsbüchern (1. bis 28. Auflage) in 3 1/2 Jahren beweist die Brauchbarkeit des Büchleins. Es erfüllt die Wünsche und Bestrebungen um die Auszubildungsverkürzung unseres gewerblichen Nachwuchses und hat sich als Ergänzungsheft für folgende im gleichen Verlage erschienenen Werke in Schule und Praxis bewährt:

1. Jek-Röhne, Leitfaden für den Fachunterricht in Elektriker-Klassen.
2. Jek-Röhne, Fachzeihenhefte I bis IV für Elektriker.
3. Frensemeyer-Jek-Röhne, Rechenarbeitsblätter für Elektriker, 2 Hefte, E 1, E 2.
4. Wilhelm Friedrich, Tabellenbuch C für Elektrotechnik.
5. Spaethe-Semper, Merk- und Arbeitsblätter für Elektrotechnik: I—III.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurde für die Stromstärke der Buchstabe J beibehalten, da der normgerechte Buchstabe I erfahrungsgemäß von Praktikern und Schülern sehr oft mit der römischen Eins verwechselt wird.

Für Anregungen zur weiteren Ausgestaltung des Taschenbuches und unserer anderen Werke sind wir stets dankbar.

Auf §§ 2 und 15 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen v. 14. 1. 1928 (RGBl. I S. 8) und auf das Gesetz gegen die Schwarzsender vom 27. 11. 1937 (RGBl. I S. 1298) sei hingewiesen. Nicht nur zur Errichtung und zum Betrieb von Funksendern, sondern auch schon zum Herstellen (Basteln), zum Handel und sogar zum bloßen Besitz (zur Verwahrung) solcher Sender ist die vorherige Genehmigung des Reichspostministers erforderlich.

Lage/L., Ikehoe und Wesermünde, im Januar 1943.

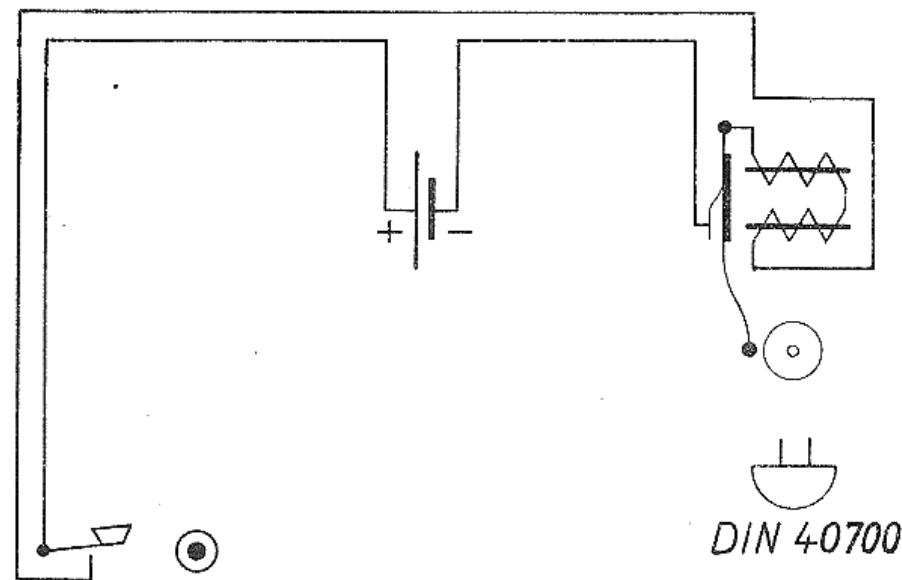
Eingescannt und bearbeitet von DL2NDO  
für [www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)

Die Verfasser

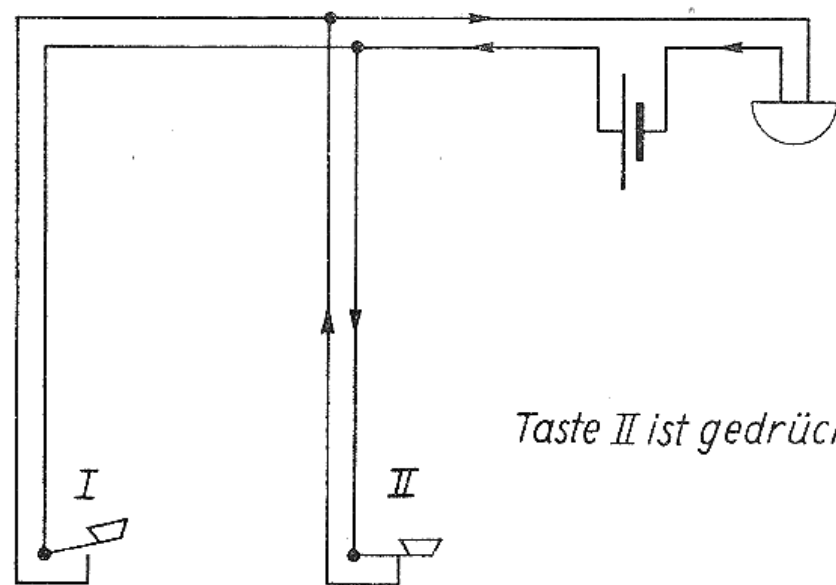
# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Weckerschaltungen</b>	
Gleichstromwecker, Wechselstromwecker, Gefahrmelbeanlagen, Hauswecker . . . . .	1...12
Ruf tafeln, Schützenschaltungen . . . . .	13...17
Marmanlagen, Feuermelder . . . . .	18...20
<b>Fernanzeiger</b>	
Uhren, Fernanzeiger, Telegraf . . . . .	21...23
Temperatur-Fernmeß-Anlage . . . . .	23
<b>Fernsprechanlagen</b>	
Einfache Anlagen, Hausfernsprecher . . . . .	24...25
Induktor-Anruf, Rückstell- und Kontrollruf tafeln . . . . .	26...27
Linienwähleranlage, Zwischenstellen-Umschalter, Schlußzeichen	28...30
Glühlampenschrank, Klappenschrank . . . . .	31...32
Selbstanschluß, Selbstwähler . . . . .	33...35
<b>Beleuchtungsanlagen</b>	
Schalter, Steckdosen, Sparschaltungen . . . . .	36...44
Treppenhausehaltungen . . . . .	45...46
Mittelbare (indirekte) Schaltungen durch Schwachstrom . . . . .	47...50
Bogenlampen . . . . .	51...52
<b>Generatoren und Motoren</b>	
Klemmenbrettler für Generatoren und Motoren, Fliehkraftschalter . . . . .	53...59
Generatoren- und Motorschaltungen . . . . .	60...63
Laden von Akkumulatoren-Batterien . . . . .	64...65
Rechts- und Linkslauf von Motoren . . . . .	66...67
Anlasser, Walzenschalter . . . . .	68...77
Schaltungen für Straßenbahnmotoren . . . . .	78...80
Leonardschaltung, Stromwächterschaltung . . . . .	81...84
Kleinmotoren für beide Drehrichtungen . . . . .	85
Drehstrom-Generatoren und -Motoren . . . . .	86...95
Rastadenschaltung, Einanker-Umformer . . . . .	96
Kurzschlußläufermotoren, Fernsteuerung, Schutzschaltung . . . . .	97...99
Aufzug . . . . .	100
Reihenschlußmotor, Repulsionsmotor . . . . .	101

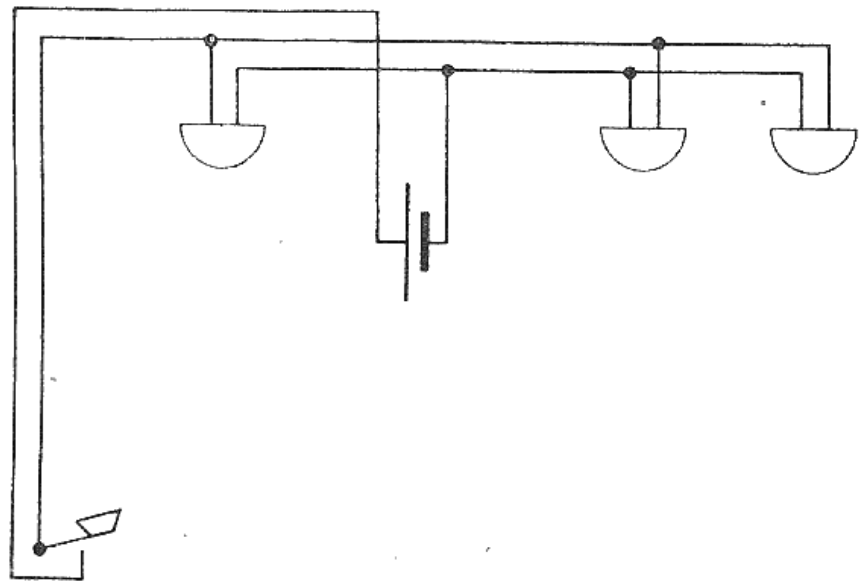
	Seite
Winter-Eichberg-Motor . . . . .	102
Thomson-Motor, Deri-Motor . . . . .	103
Umspannerstation . . . . .	104
<b>Leuchtröhren, Leuchtbuchstaben</b> . . . . .	<b>105</b>
<b>Schweißen</b>	
Schweißgeneratoren . . . . .	106 ... 107
Schweißumspanner . . . . .	108
<b>Schutzvorrichtungen, Schutzschaltungen</b>	
Berührungsschutz, Schutzschalter . . . . .	109 ... 110
Störschutzschaltungen . . . . .	111 ... 112
Beispiele von Entstörungsmitteln und Entstörungen an Motoren, Gleichrichtern, Heißgeräten, Leuchtröhren, Fahrdrahlleitungen, Schaltgeräten und Klingeln . . . . .	113 ... 122
Ueberspannungsschutzschaltungen . . . . .	123
<b>Radio- und Fernseh- Schaltungen</b>	
Antennenkreise, Detektoren . . . . .	124 ... 125
Gitter-, Anoden-, Heizkreis, Verstärker . . . . .	126 ... 127
Wechselstrom-, Aufstrom-, Kleinempfänger . . . . .	128 ... 131
Kraftverstärker . . . . .	132
Empfänger Audion . . . . .	133
Sockelschaltungen (Röhren) . . . . .	134 ... 135
Fernsehen . . . . .	136 ... 137
<b>Anhang (Tabellen)</b>	
Elektrotechnische Einheiten und Bezeichnungen . . . . .	138
Widerstandsberechnung . . . . .	139
Leitungsberechnung . . . . .	140 ... 143
Einheitswiderstand, Einheitsleitwert, Temperaturzahl . . . . .	144
Strombelastungsfähigkeit blanker Widerstandsdrähte . . . . .	145
Isolierte Leitungen . . . . .	146 ... 148
Mindestabstände von Leitungen . . . . .	149
Rohrweiten nach DIN VDE . . . . .	150 ... 151
Stromverbrauch von Motoren . . . . .	152 ... 153
Störungen an Motoren . . . . .	154 ... 155
Uebersetzungsverhältnisse, Achsenabstände, Riemenscheiben- durchmesser, Anlaufstrom von Motoren . . . . .	156
Schaltkurz- u. Schaltzeichen nach DIN VDE Umschlagsseiten . . . . .	3 ... 4



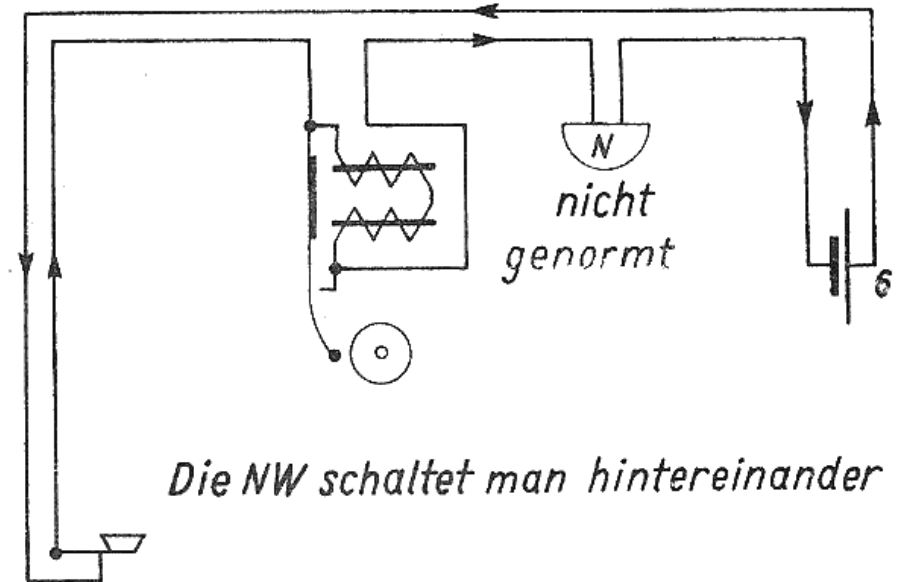
*Gleichstrom-Wecker-Schaltung*



*Gleichstr.-Wecker, von 2 Stellen zu betätigen*

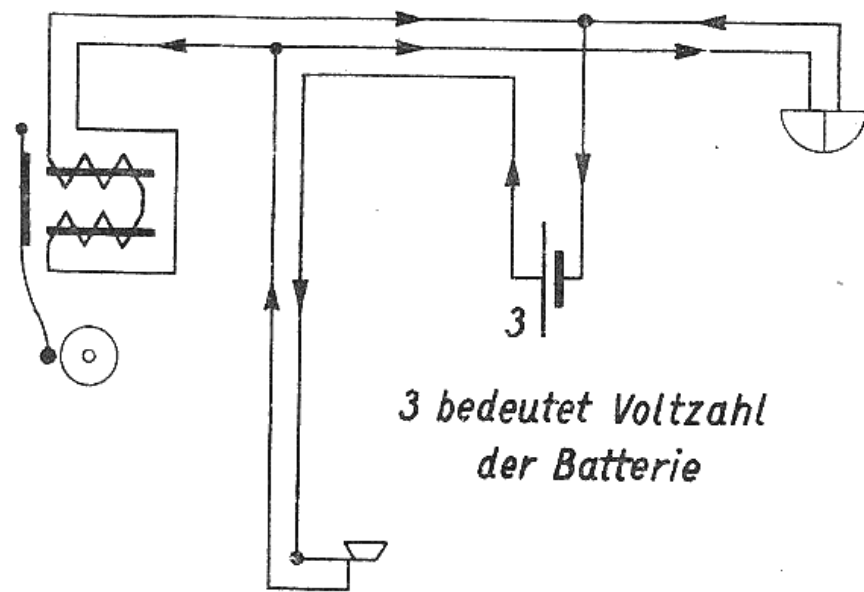


*Parallelschaltung mehrerer Wecker*



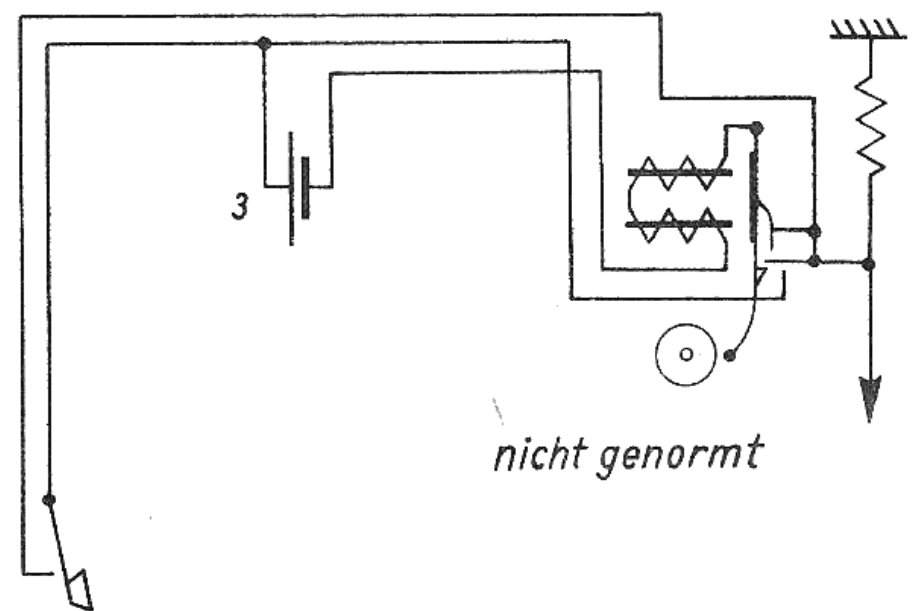
*Die NW schaltet man hintereinander*

*Nebenschluß-Wecker-Schaltung*



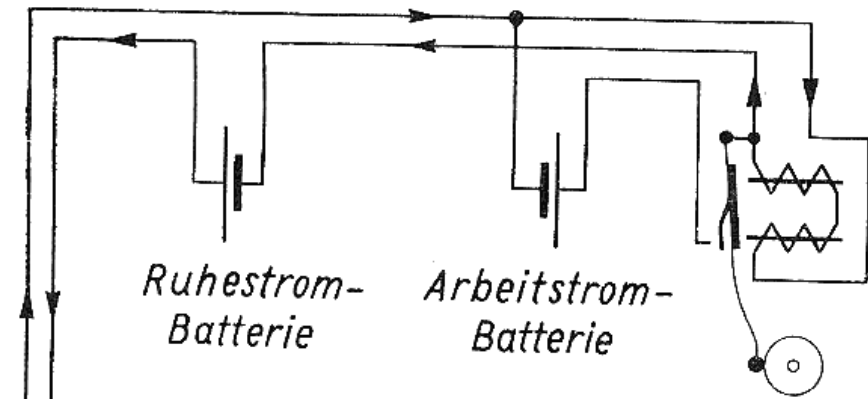
*3 bedeutet Voltzahl  
der Batterie*

*Von 1 Stelle werden 2 Einschlagwecker betätigt*

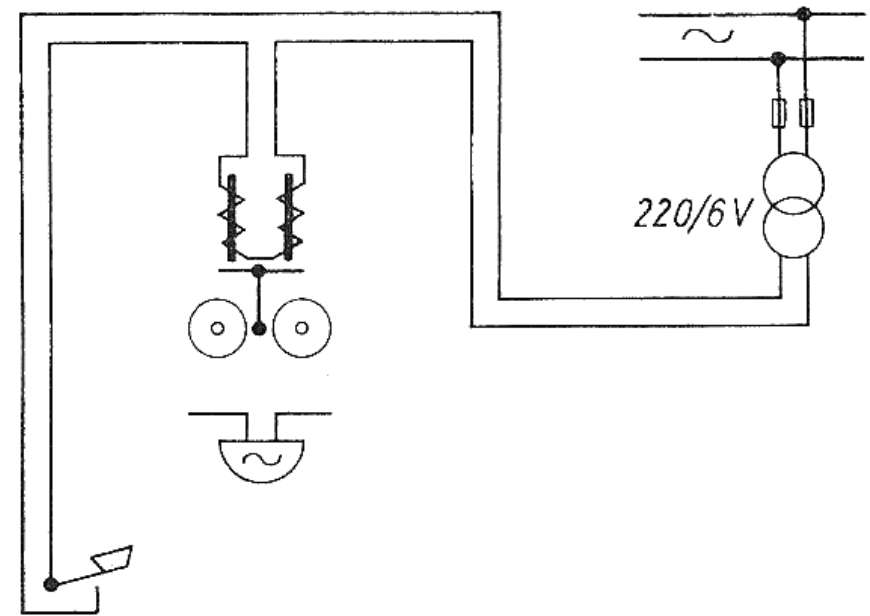


*nicht genormt*

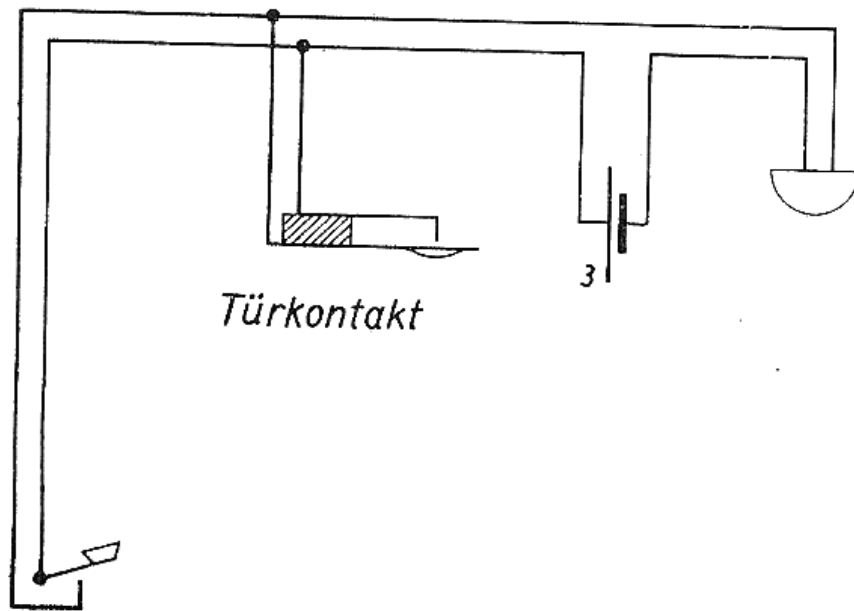
*Fortschell-Wecker-Anlage*



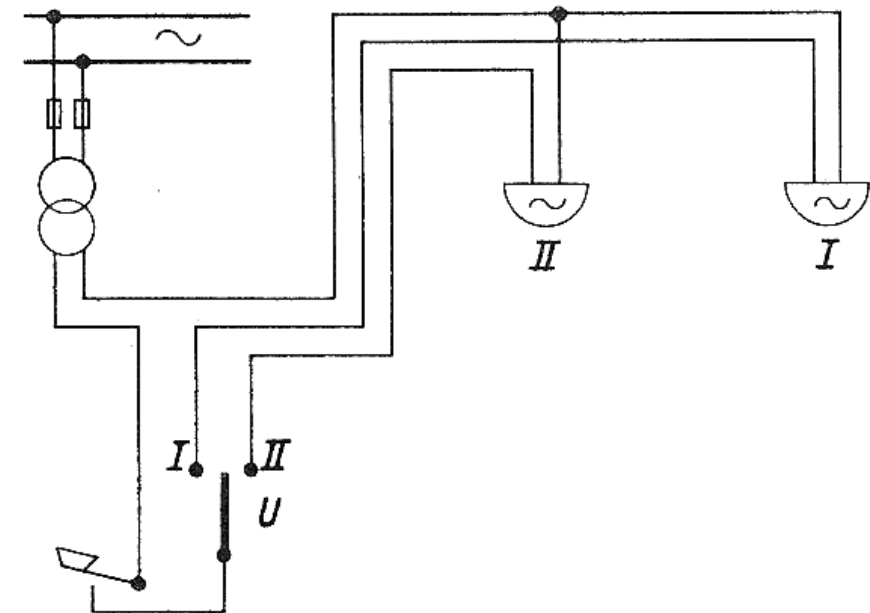
*Ruhestrom-Wecker-Anlage*



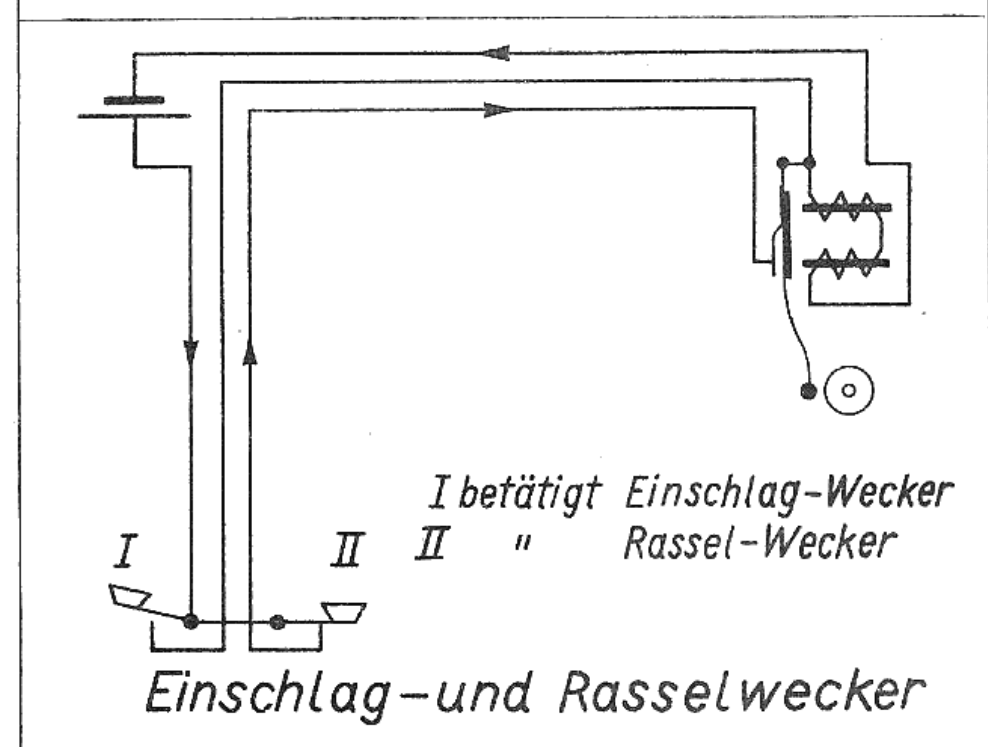
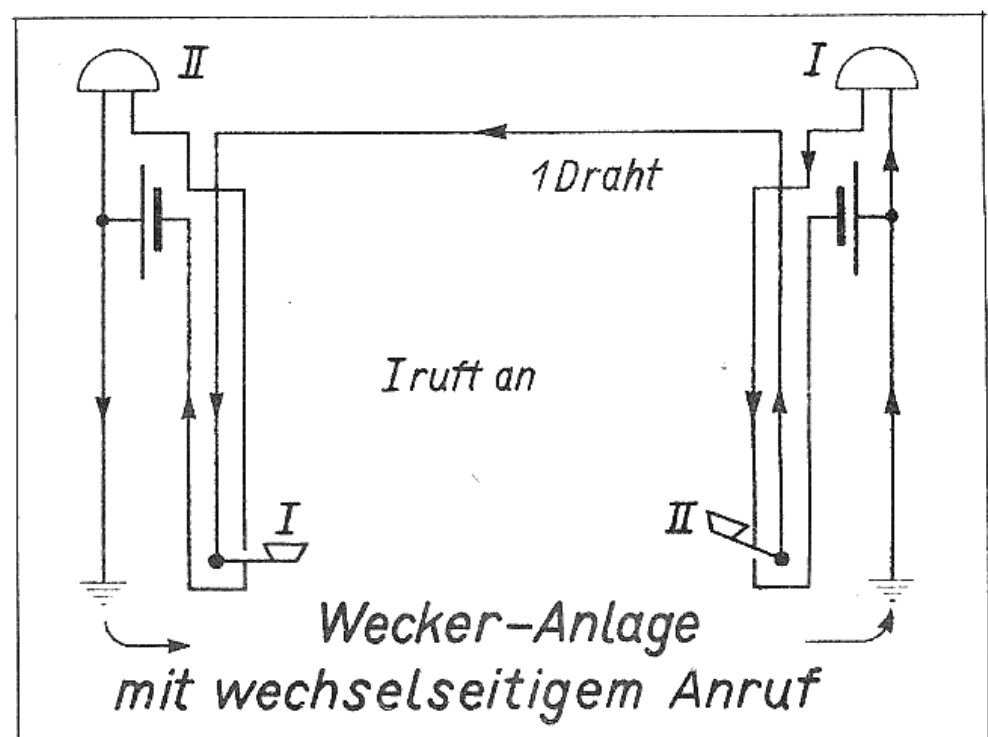
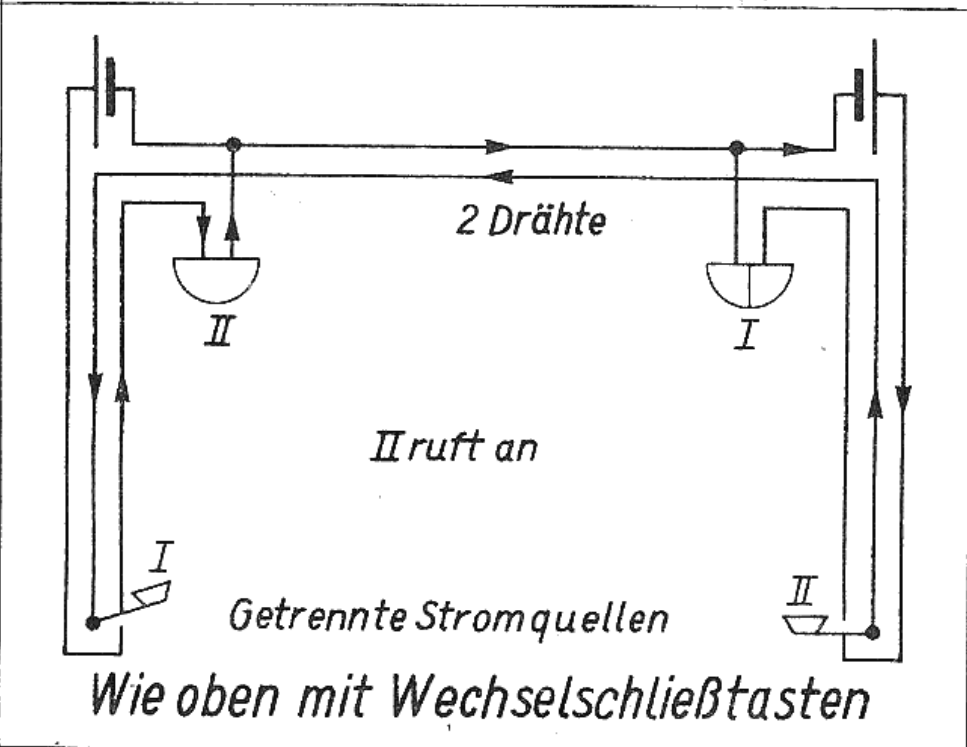
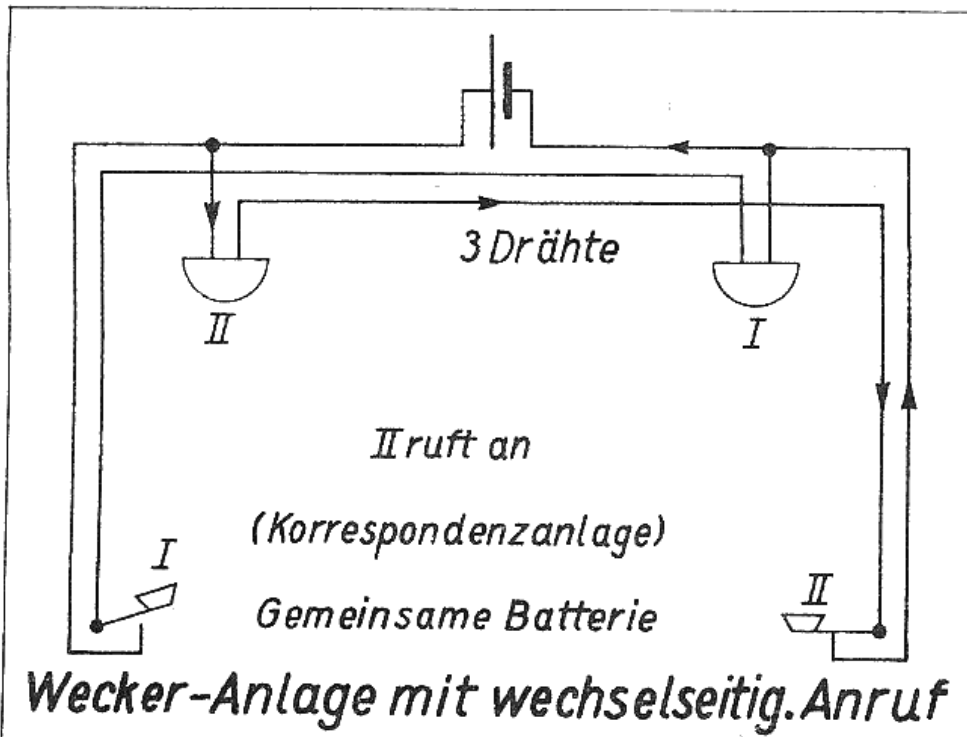
*Wechselstrom-Wecker mit Klingelumspanner*

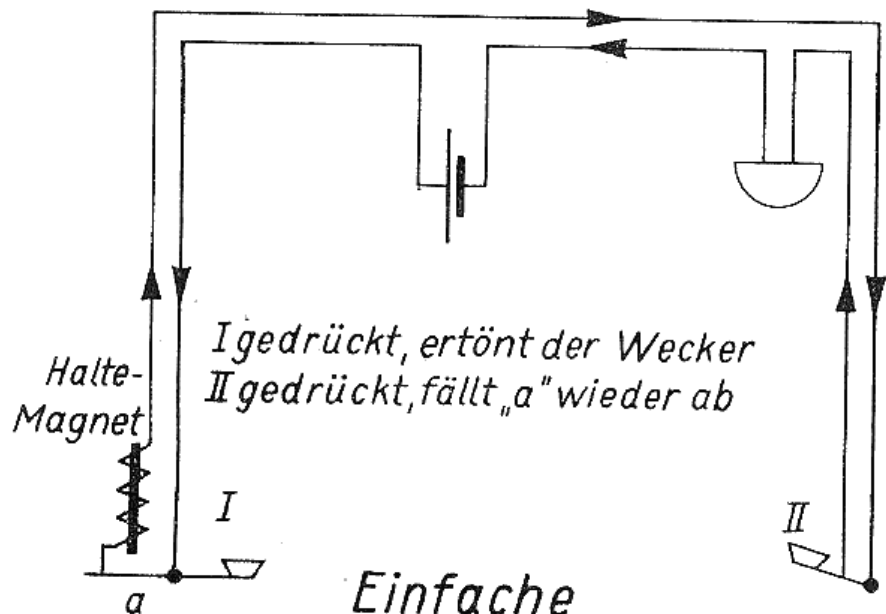


*Wecker-Anlage mit Taste u. Türkontakt*



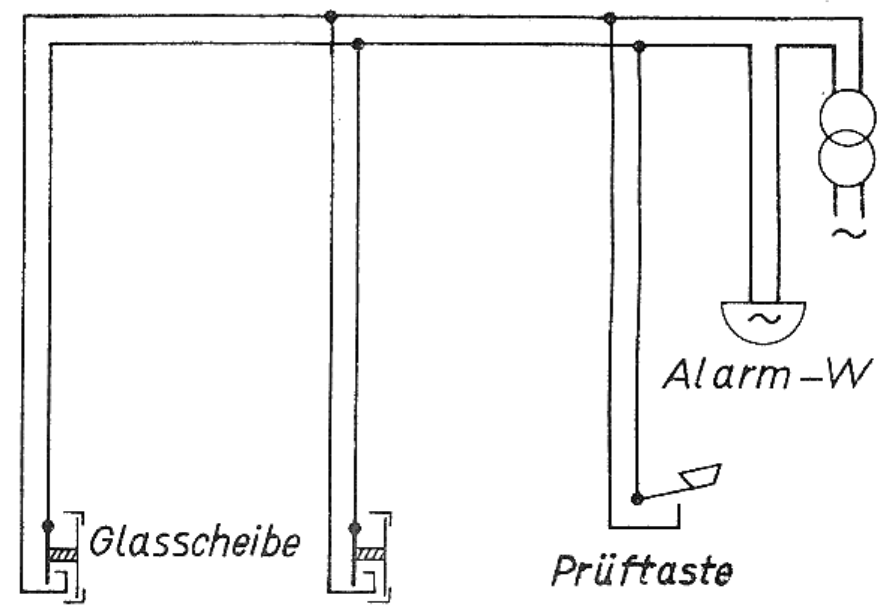
*Wecker-Anlage mit Umschalter*



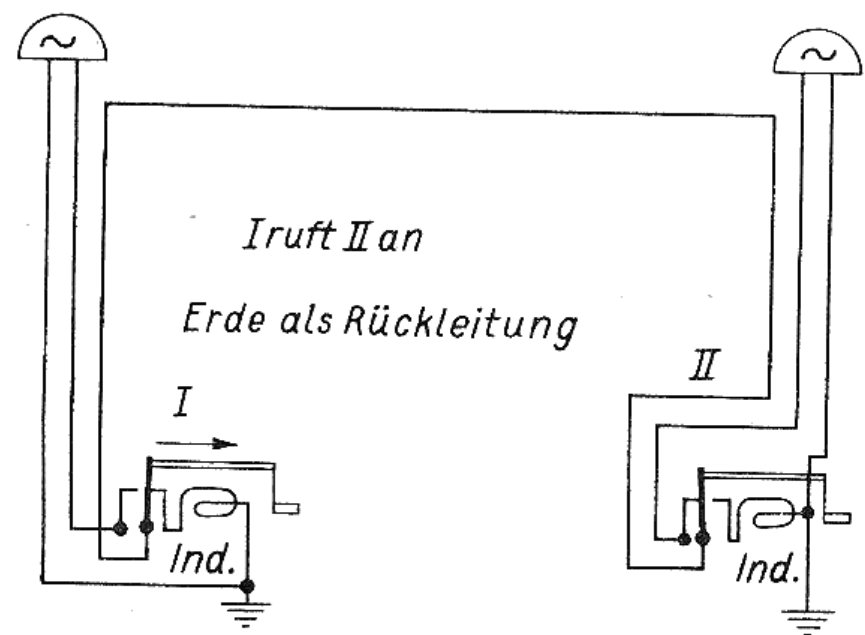


I gedrückt, ertönt der Wecker  
II gedrückt, fällt „a“ wieder ab

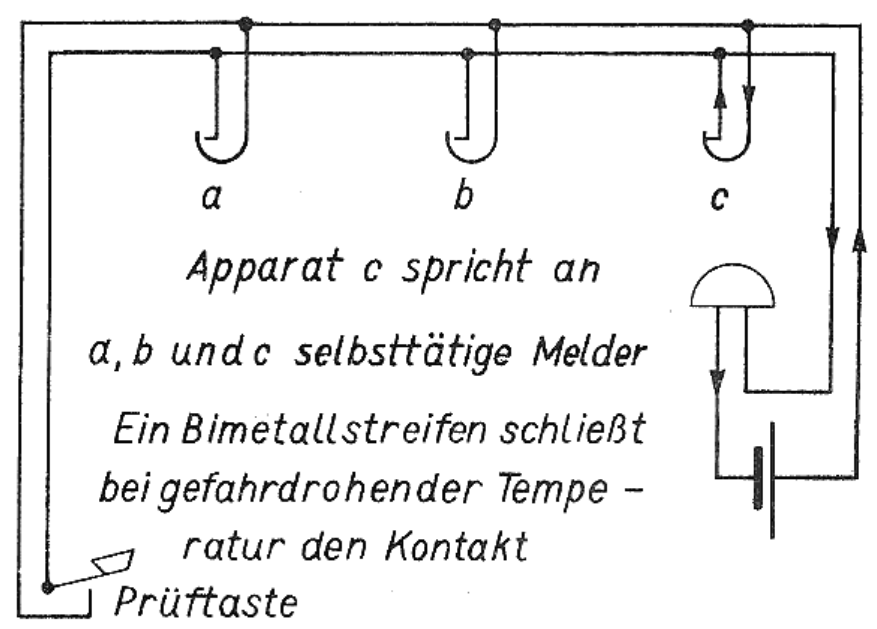
Einfache Wecker-Anlage mit Rückantwort



Bei Gefahr Glasscheibe einschlagen

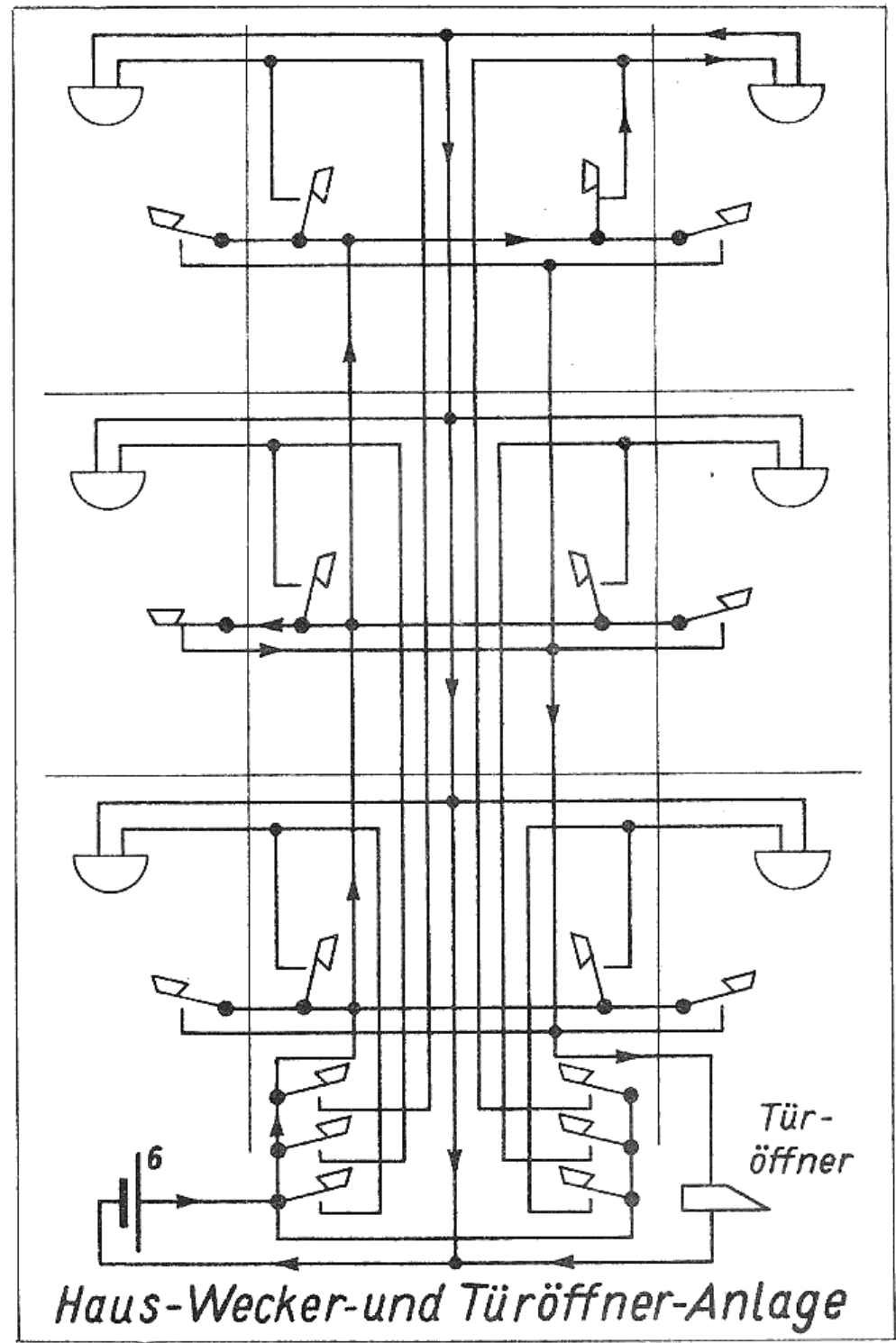
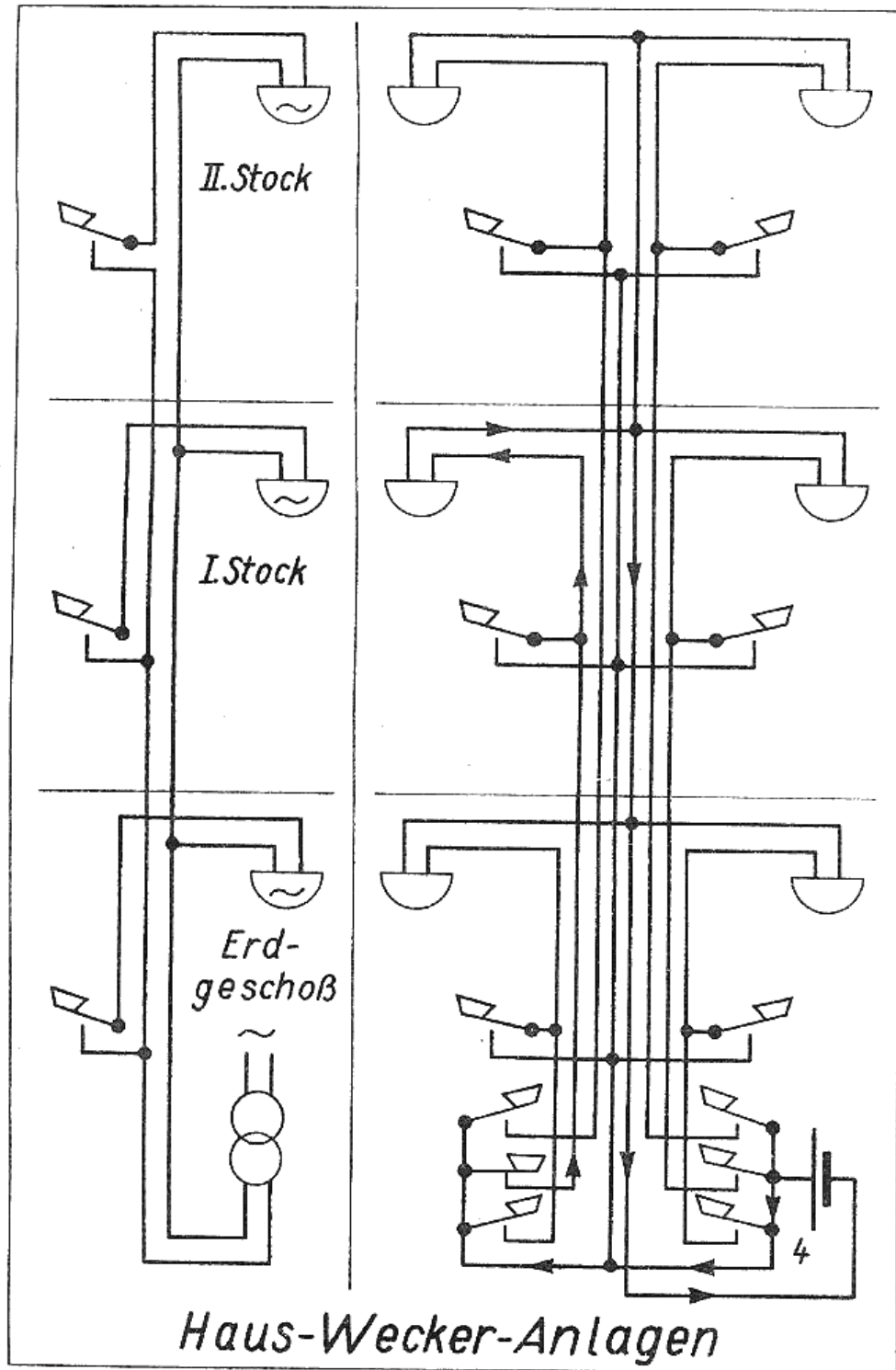


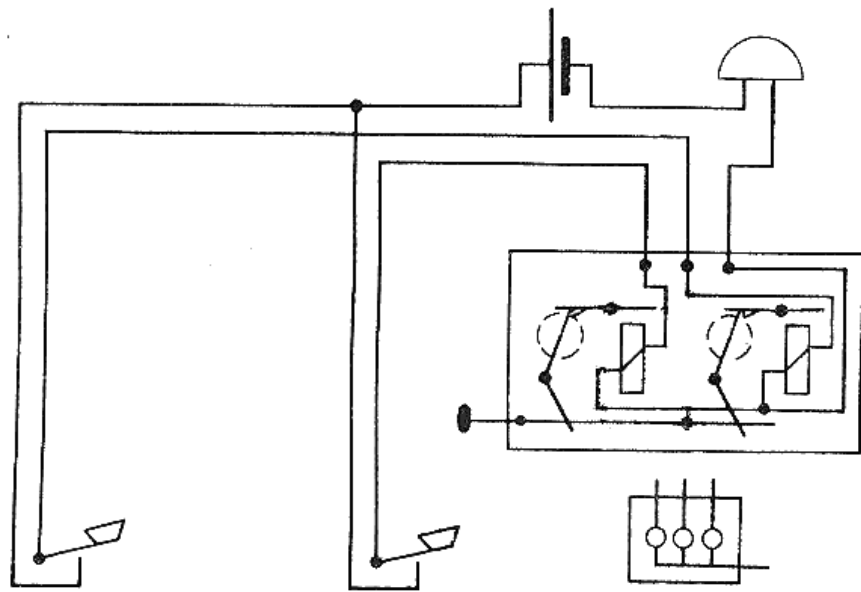
Wecker-Anlage mit Induktoranruf



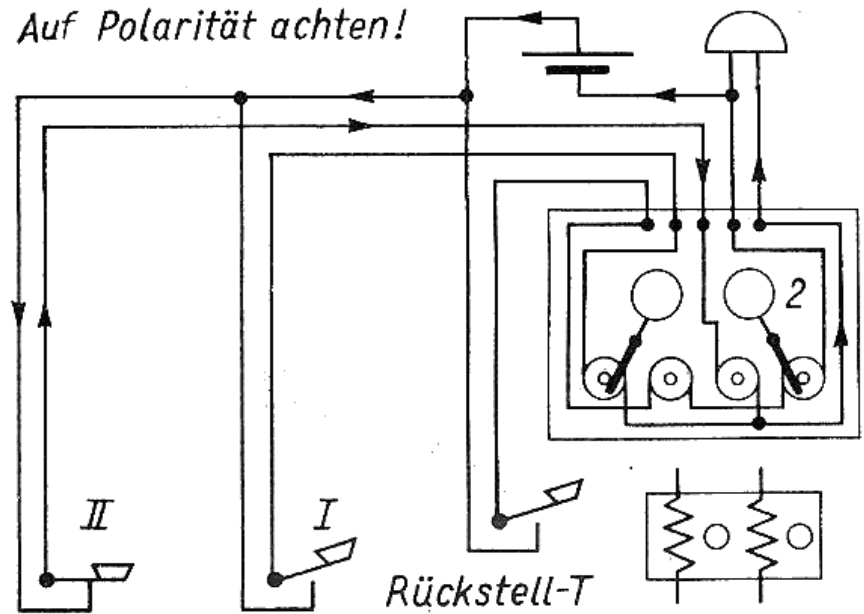
Apparat c spricht an  
a, b und c selbsttätige Melder  
Ein Bimetallstreifen schließt bei gefahrdrohender Temperatur den Kontakt

Gefahrmelde-Anlagen

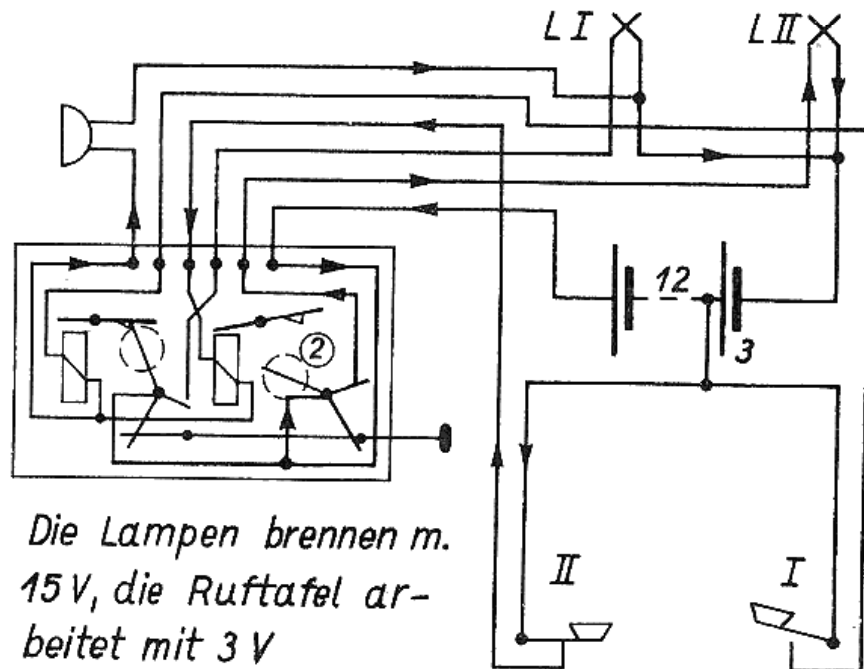




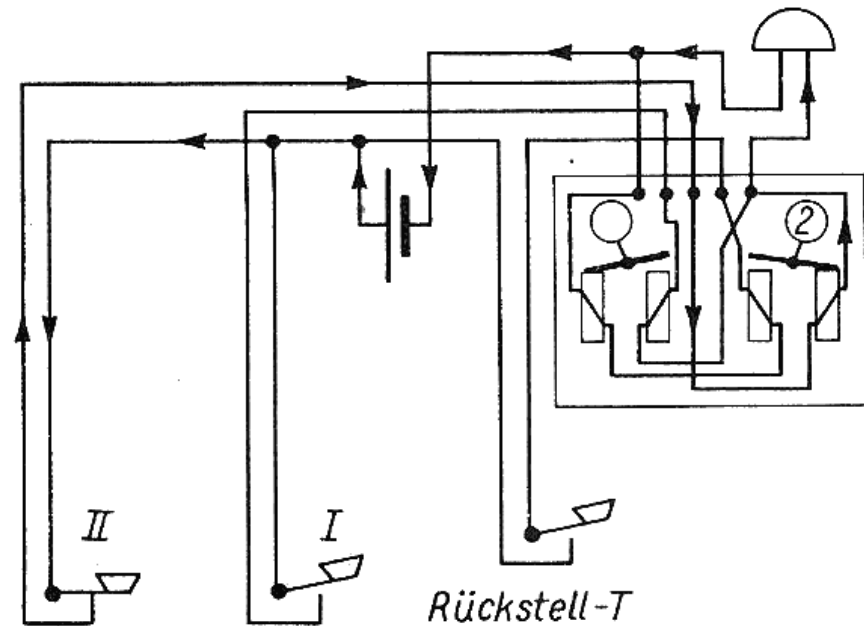
Mechanische Ruftafel (Tablo)



Stromwechsel-Ruftafel

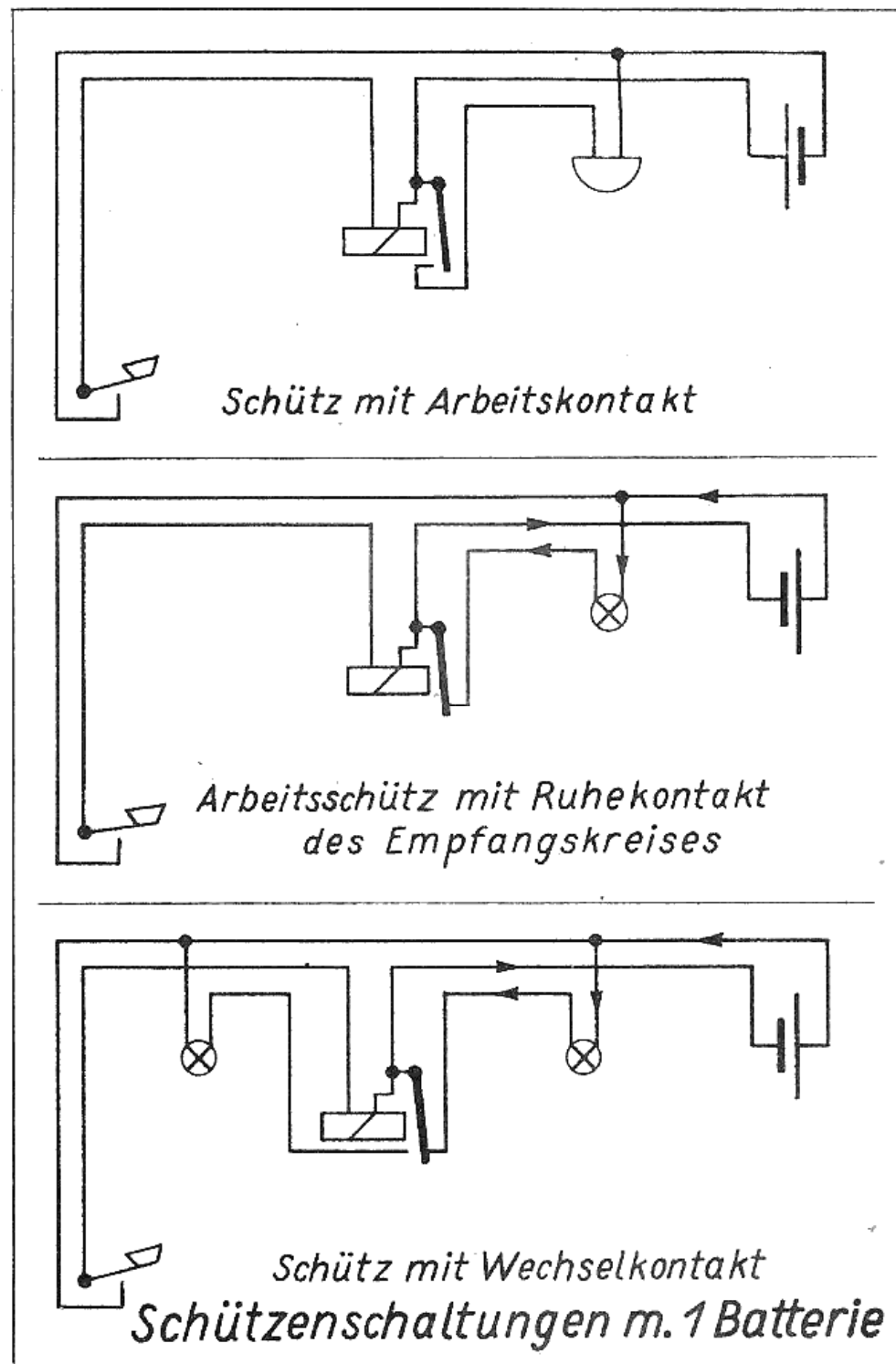
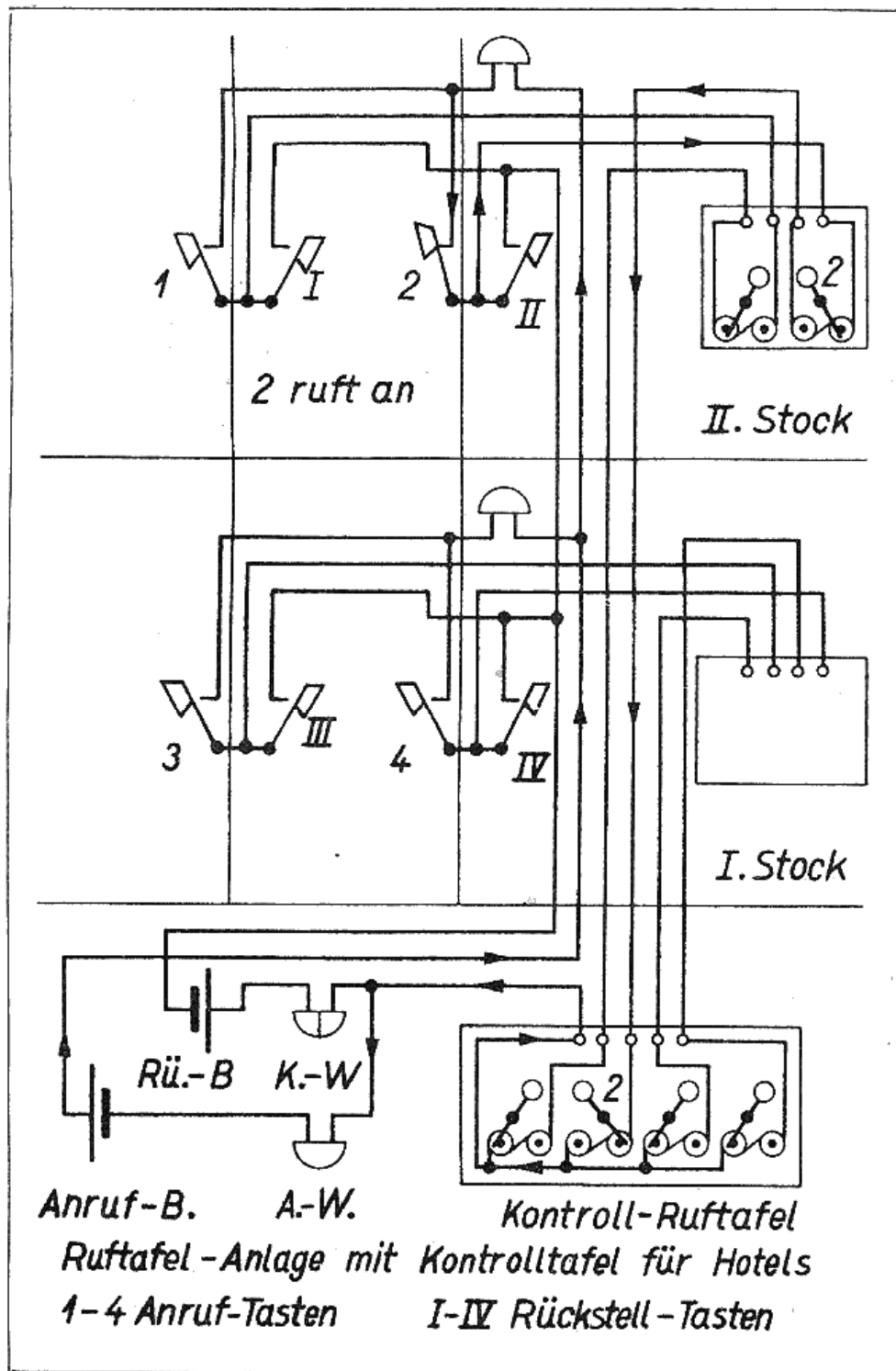


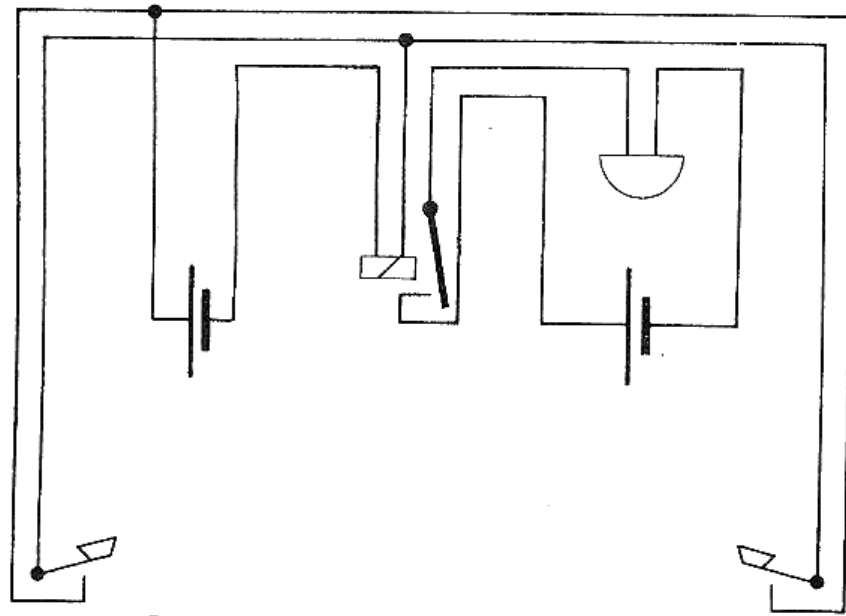
Die Lampen brennen m.  
15V, die Ruftafel ar-  
beitet mit 3V  
Mechan. Ruftafel m. Summer u. Lampen



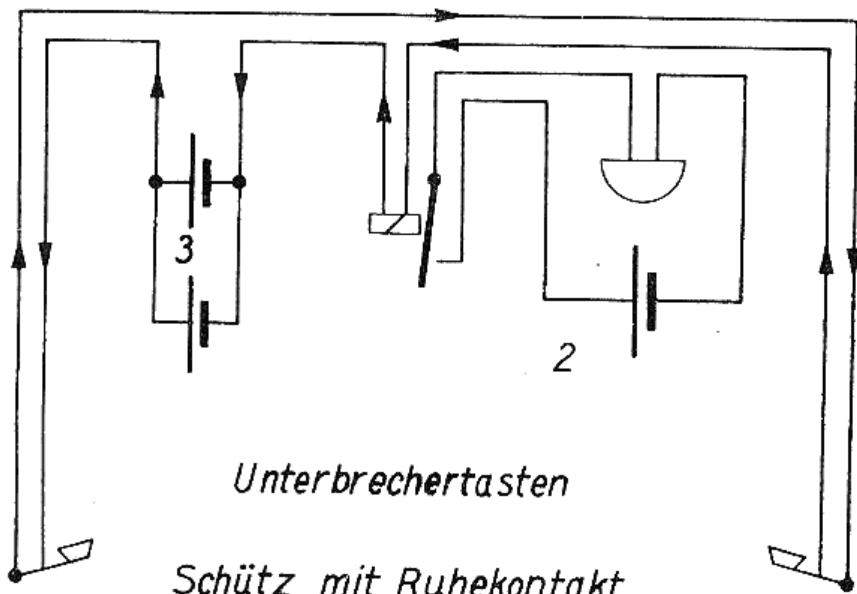
Kippklappen-Ruftafel





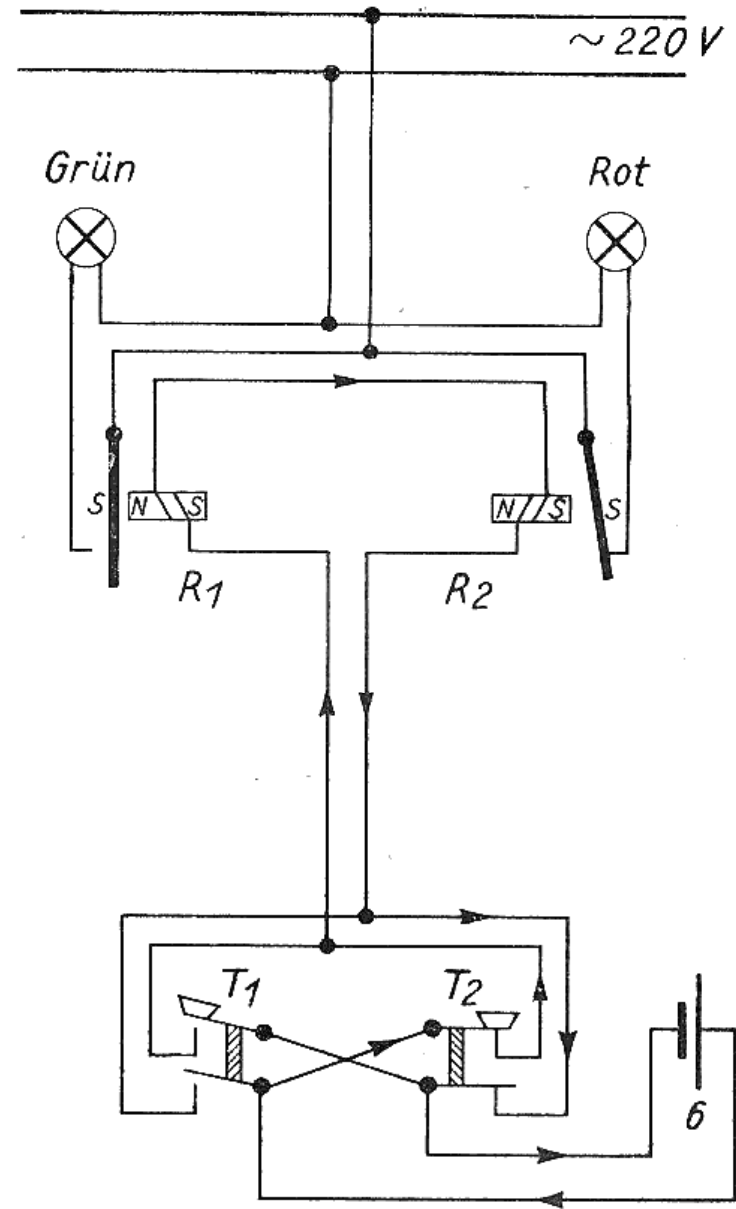


*Schütz mit Arbeitskontakt*



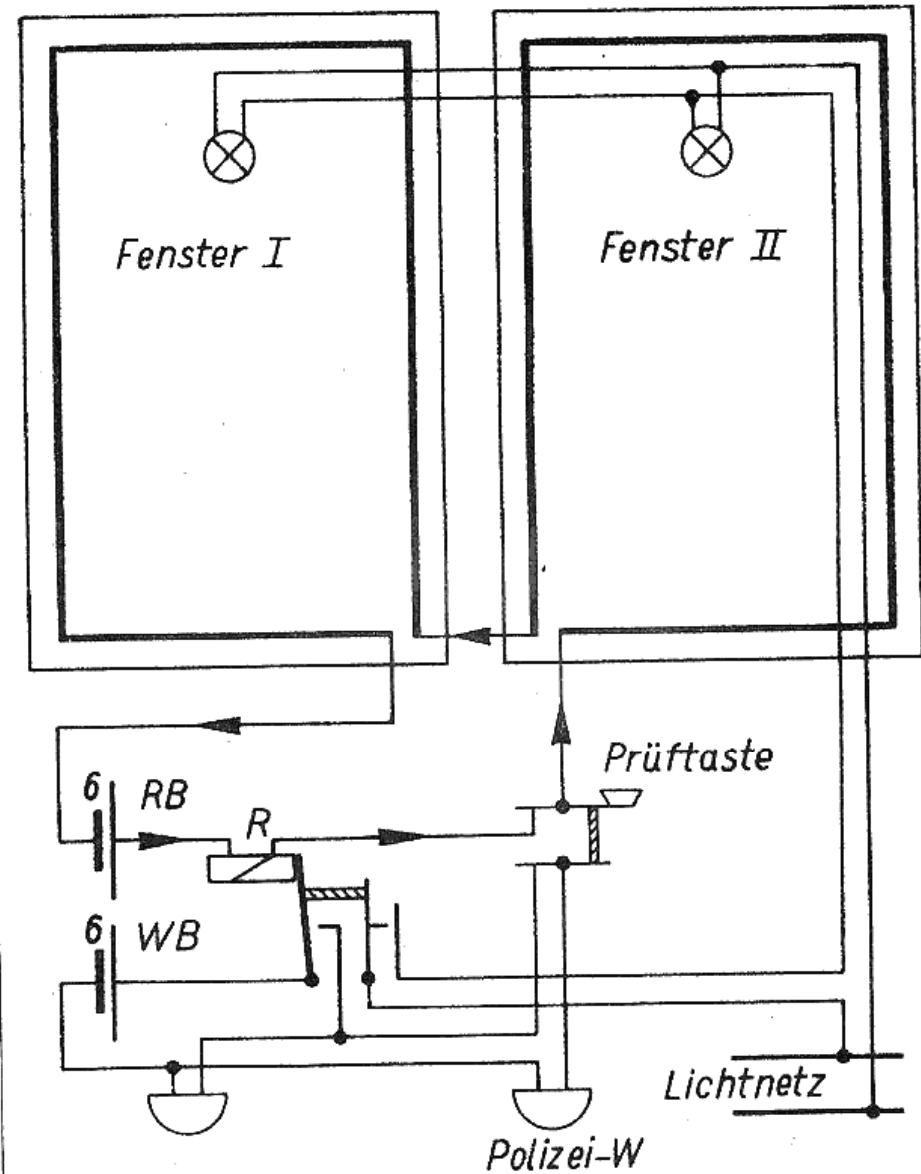
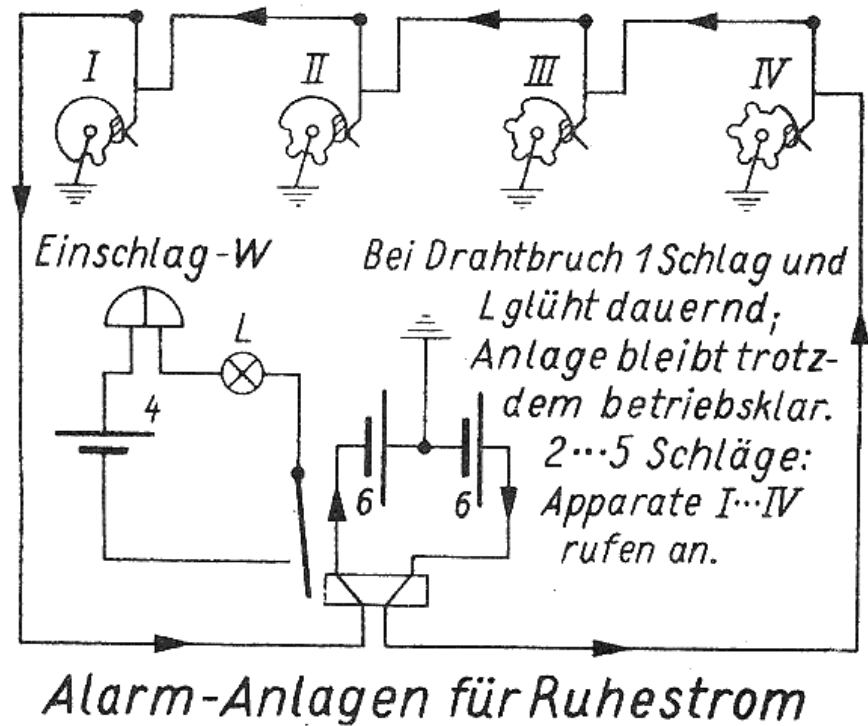
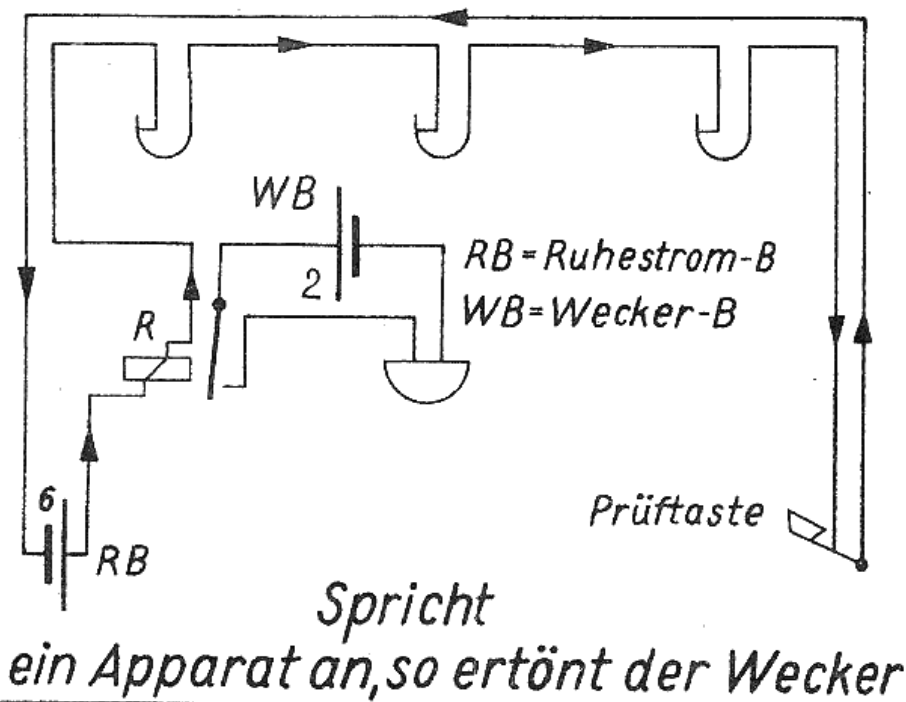
*Unterbrechertasten*

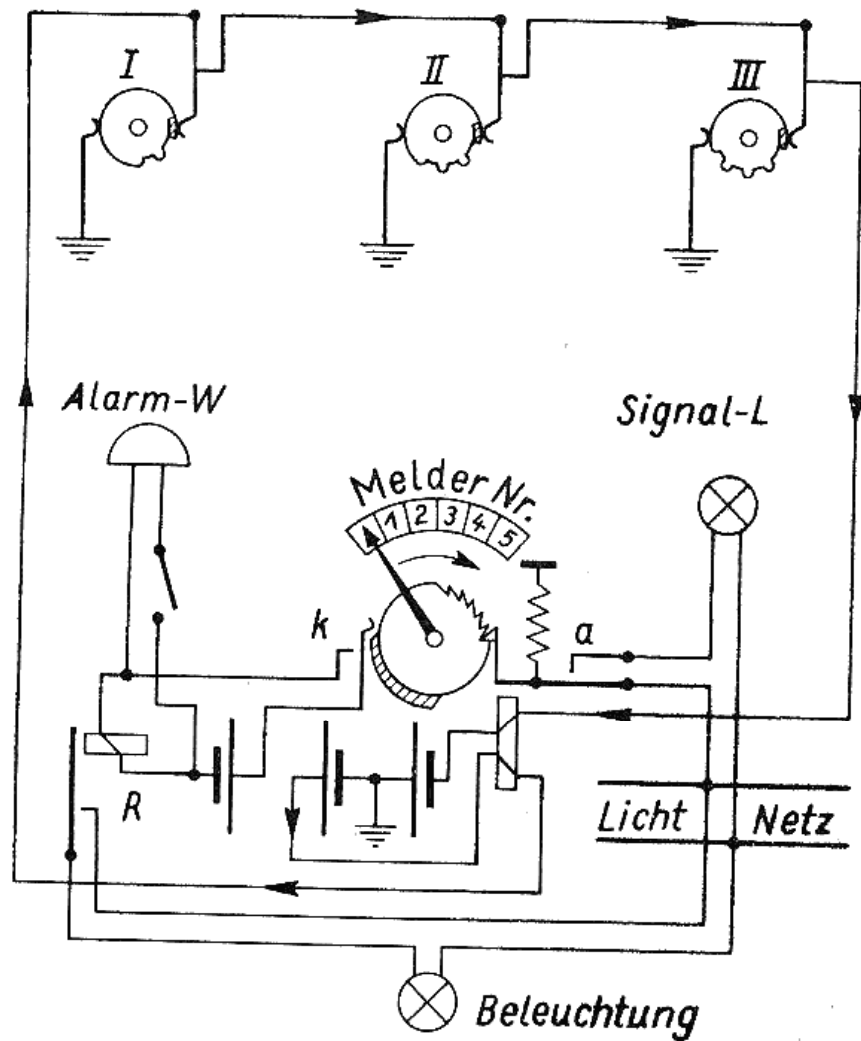
*Schützenschaltung mit 2 Batterien*



*T<sub>2</sub> ist gedrückt. R<sub>2</sub> schließt den Stromkreis für die rote Lampe*

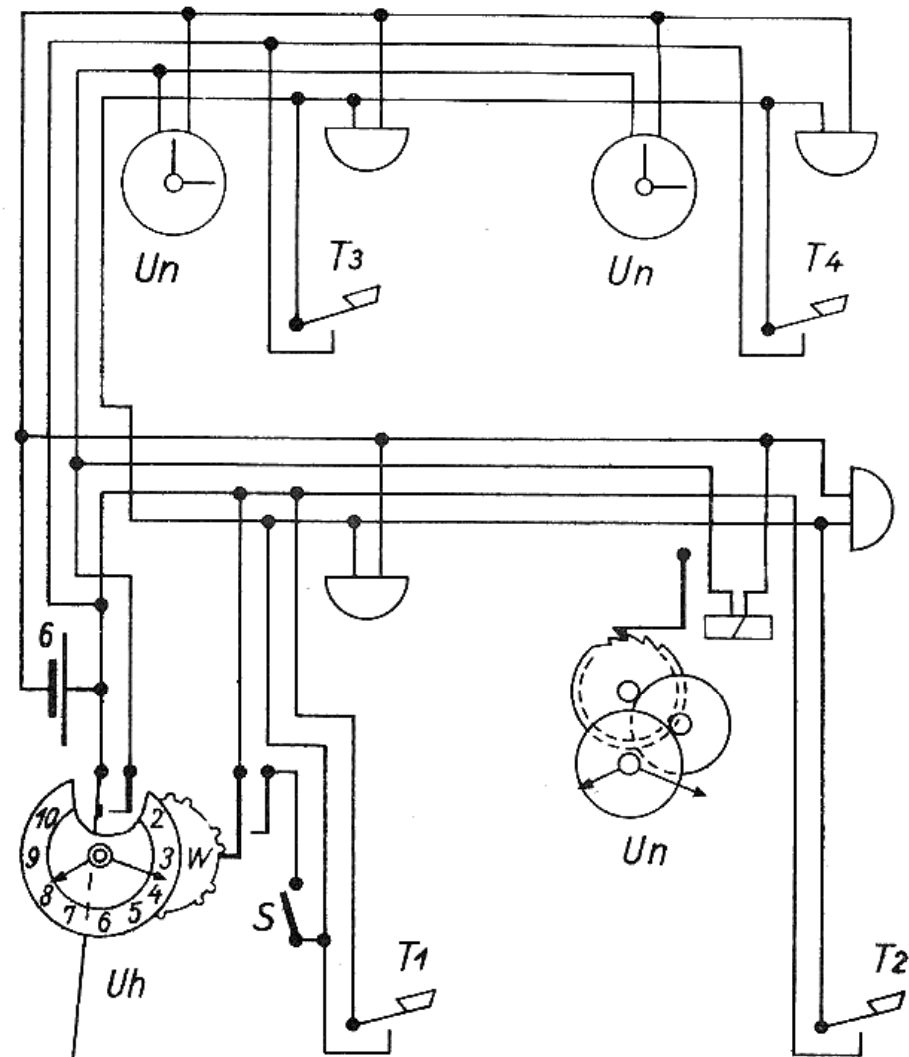
*Gepolte Schützen*





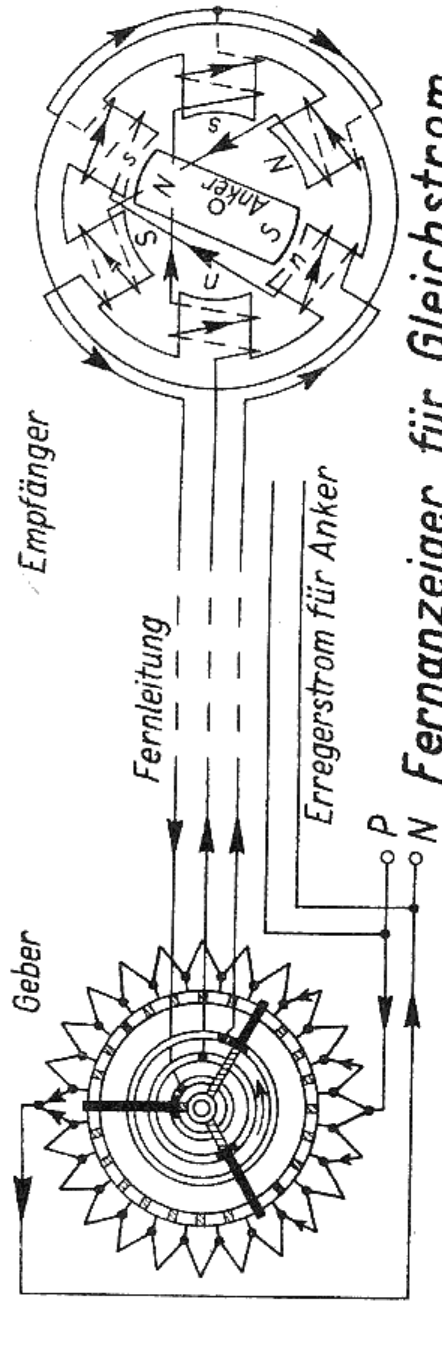
### Feuermelde-Anlage

Wird ein Melder (I, II oder III) in Tätigkeit gesetzt, so wird der Empfänger entsprechend den Stromstößen bewegt, der Zeiger gibt den Melder an, k schließt den Kontakt für den Alarm-W und Schütz R. — Letzteres schaltet die Beleuchtung ein. Bei Drahtbruch läßt der Anker los und schaltet die Signallampe ein; trotzdem ist die Anlage noch betriebsklar (über Erde).

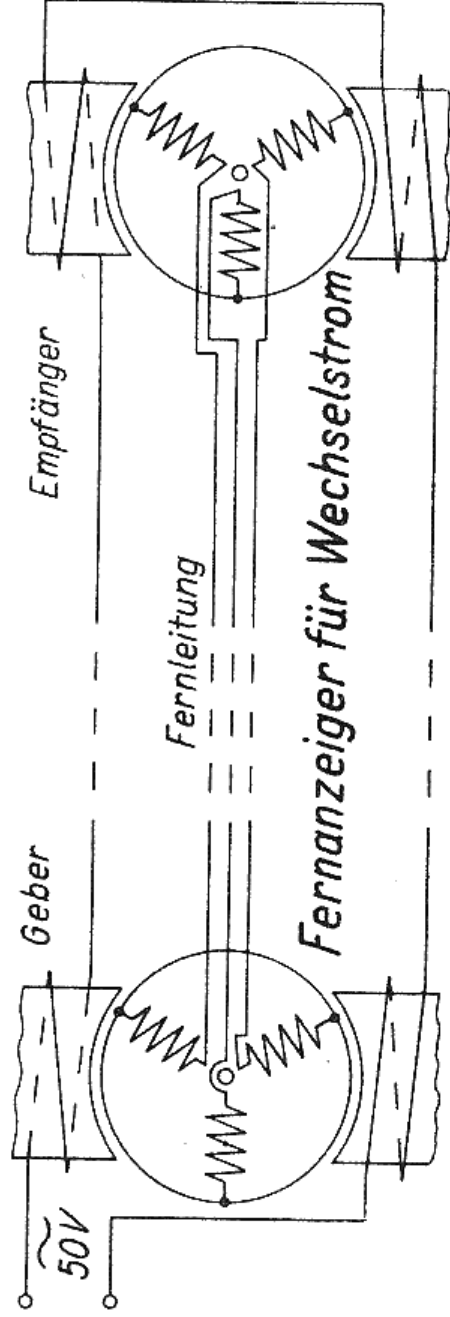


### Elektrische Uhren-Anlage

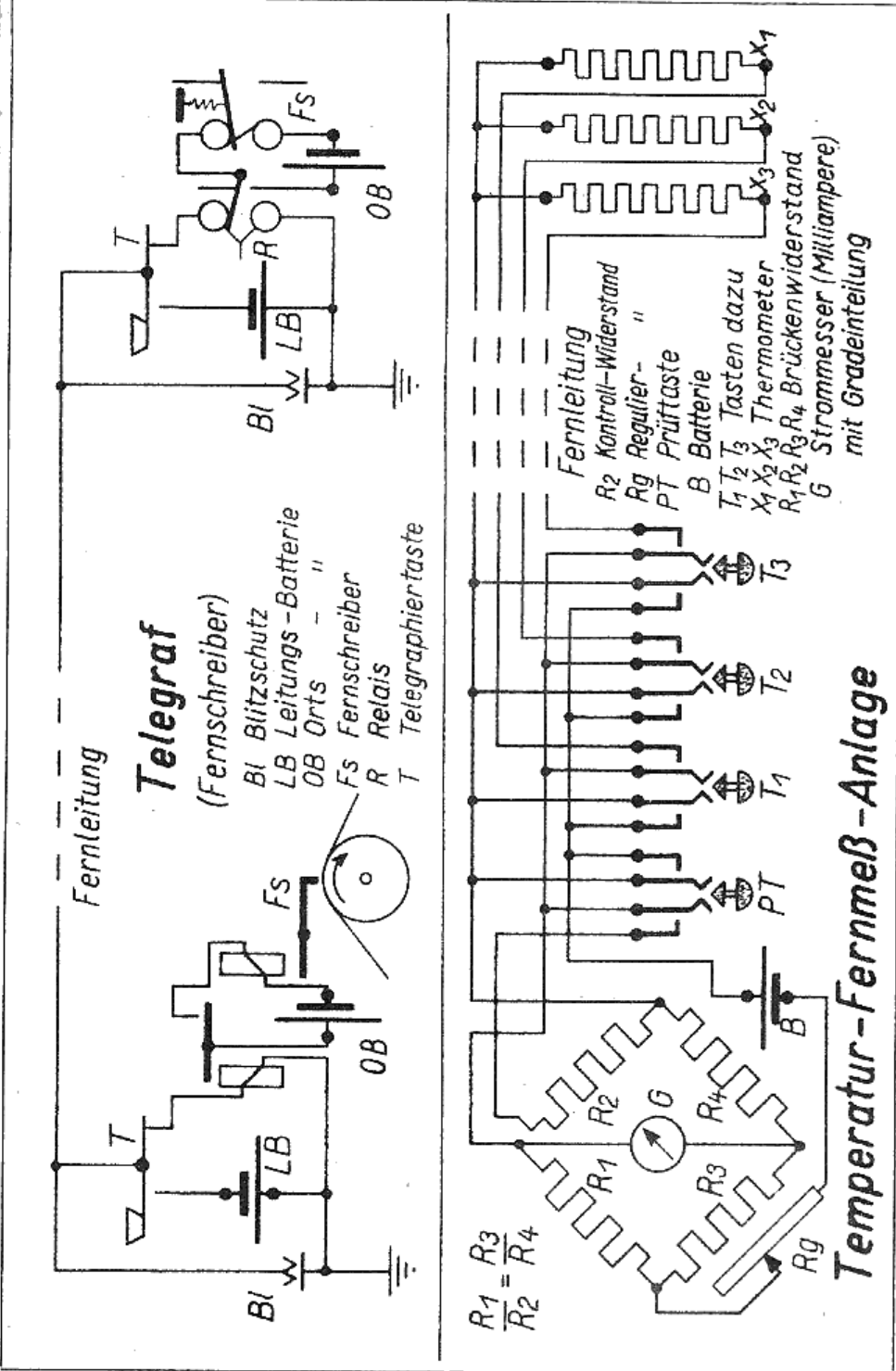
Die Hauptuhr Uh gibt die Stromstöße für die Nebenuhren Un. Die Schaltwalze W betätigt die 4 Wecker (Pausenzeichen). Mittels Schalter S können die W außer Betrieb gesetzt werden (Ferien). T<sub>1</sub>...T<sub>4</sub> dienen zum Inbetriebsetzen der W bei Feueralarm.



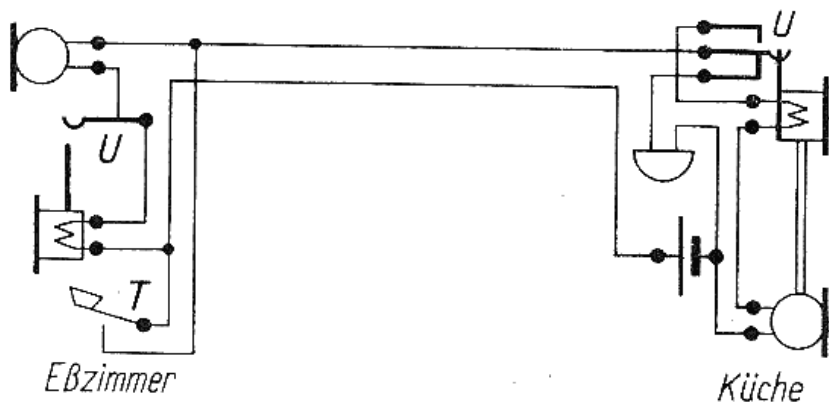
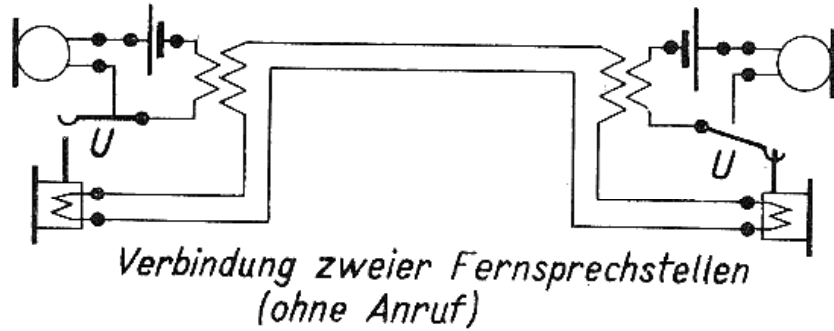
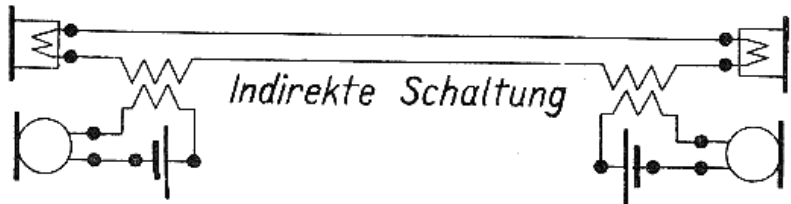
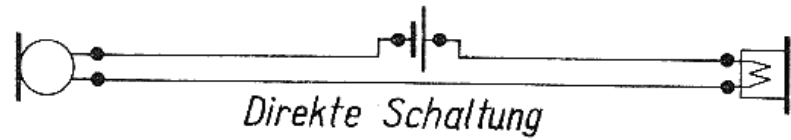
**Fernanzeiger für Gleichstrom**



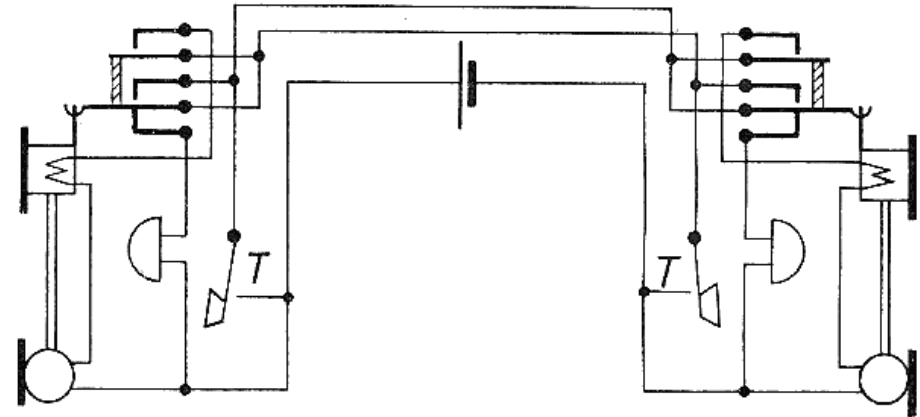
**Fernanzeiger für Wechselstrom**



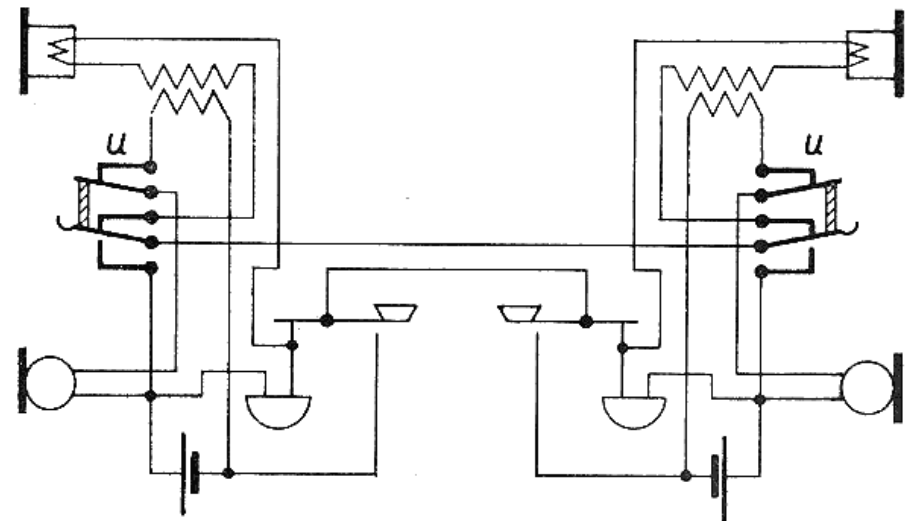
## Fernsprech-Anlagen



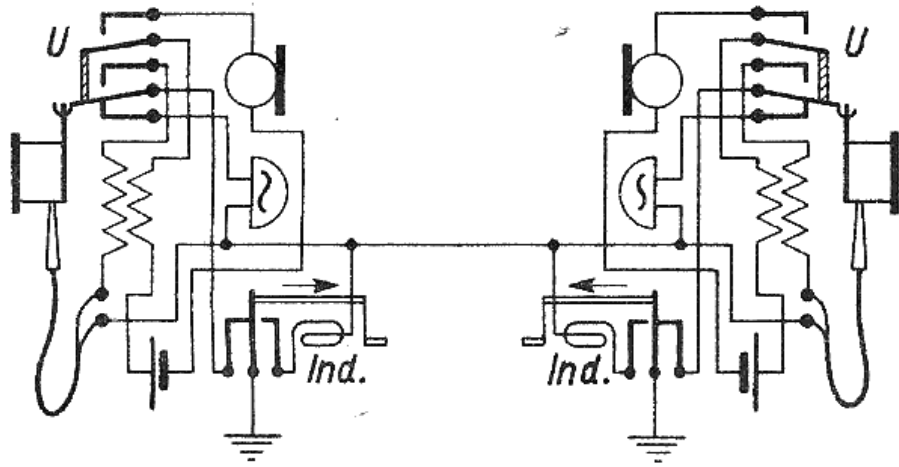
Einfache Fernsprechanlage mit Anruf  
nur von einer Stelle



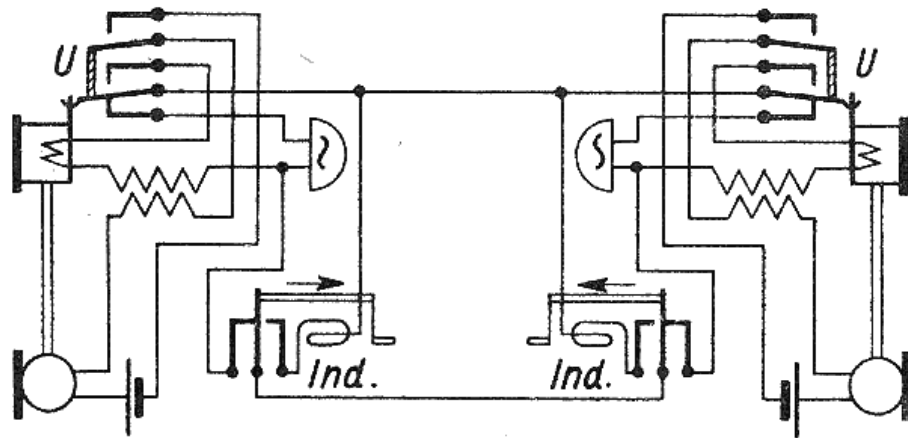
Hausfernsprechanlage  
mit gemeinsamer Batterie  
(direkte Schaltung)



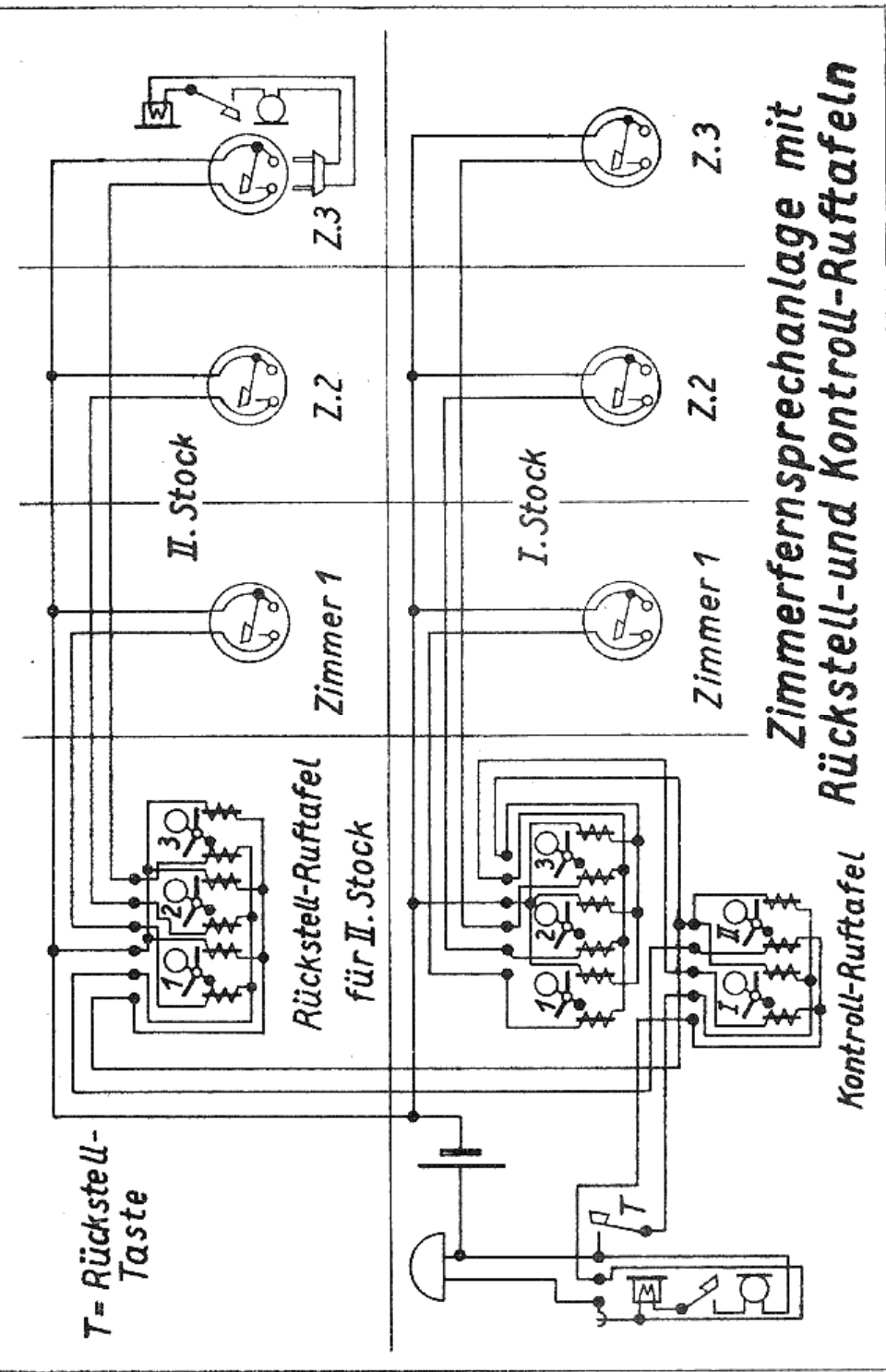
Verbindung zweier Sprechstellen  
(indirekte Schaltung)



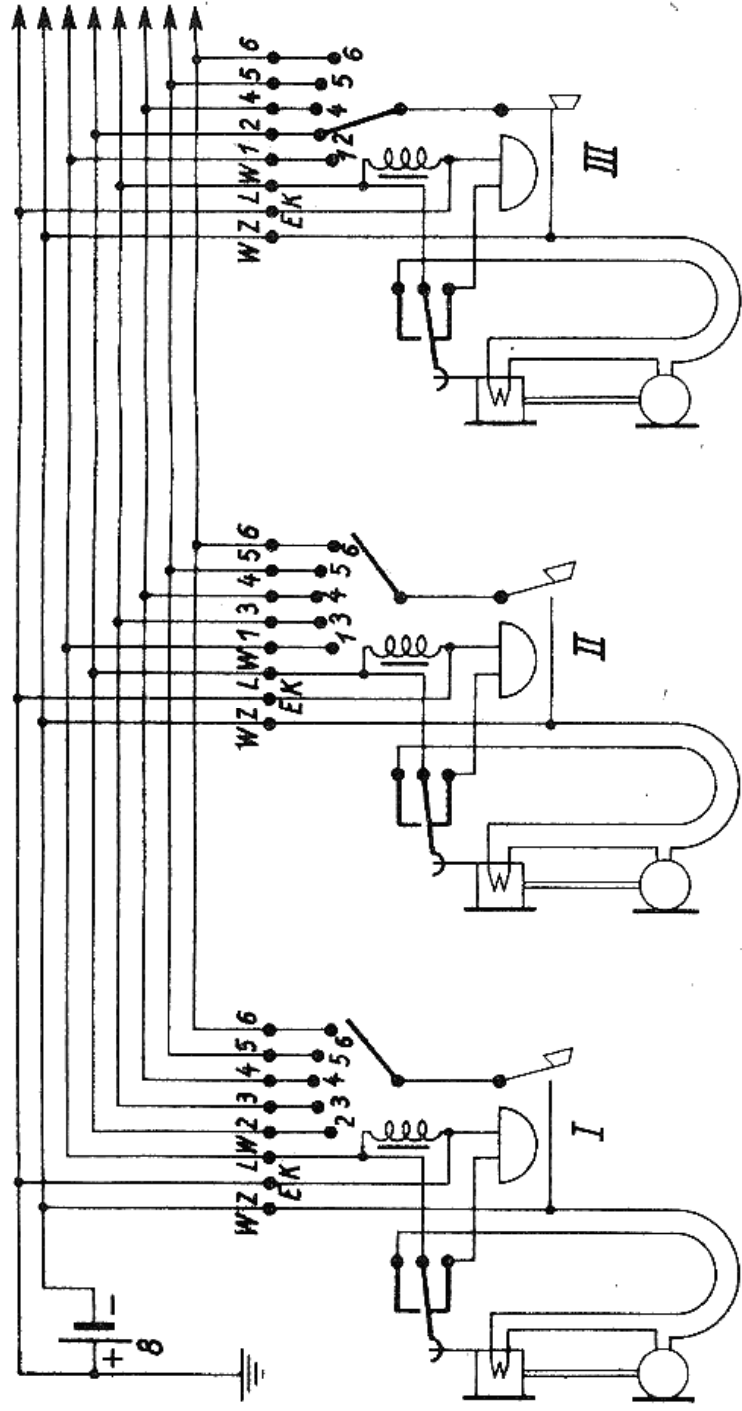
Verbindung zweier Sprechstellen mit Induktor-Anruf (Erde als Rückleitung)



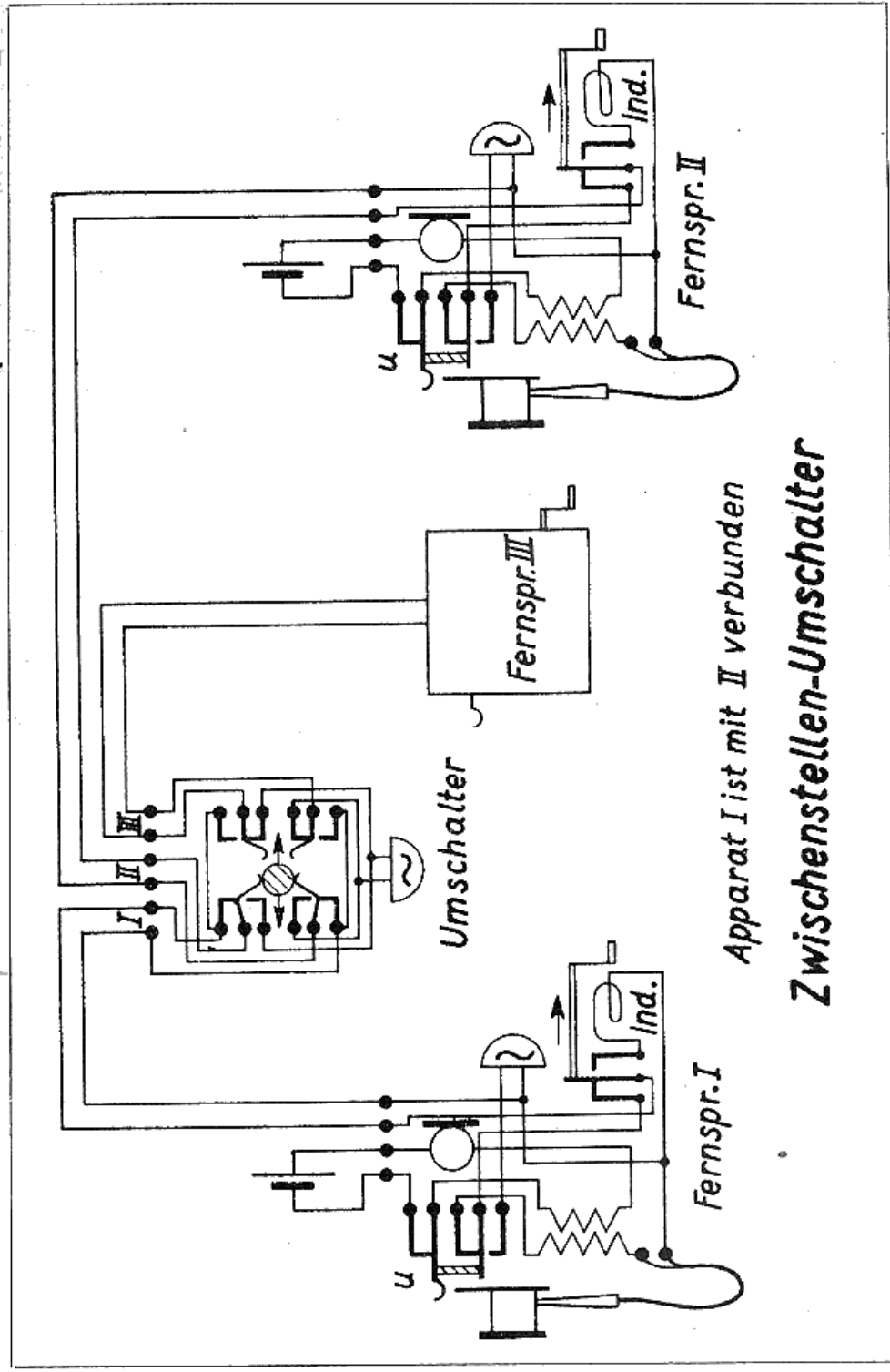
Verbindung zweier Sprechstellen mit Induktor-Anruf



Zimmerfernsprechanlage mit Rückstell- und Kontroll-Ruftafeln

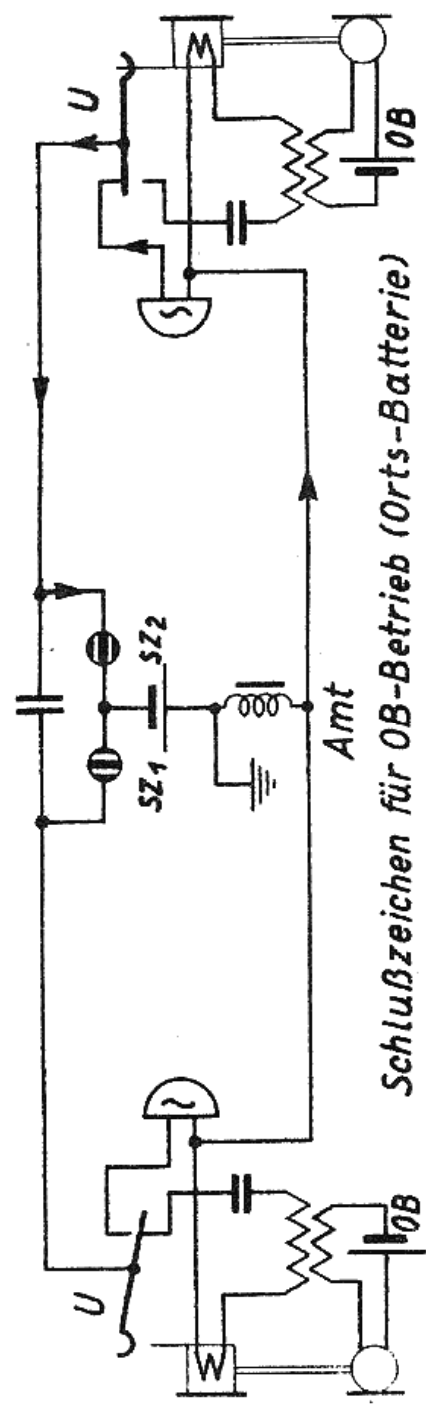


Apparat III ruft II an  
Schaltbild einer Linienwähler-Anlage

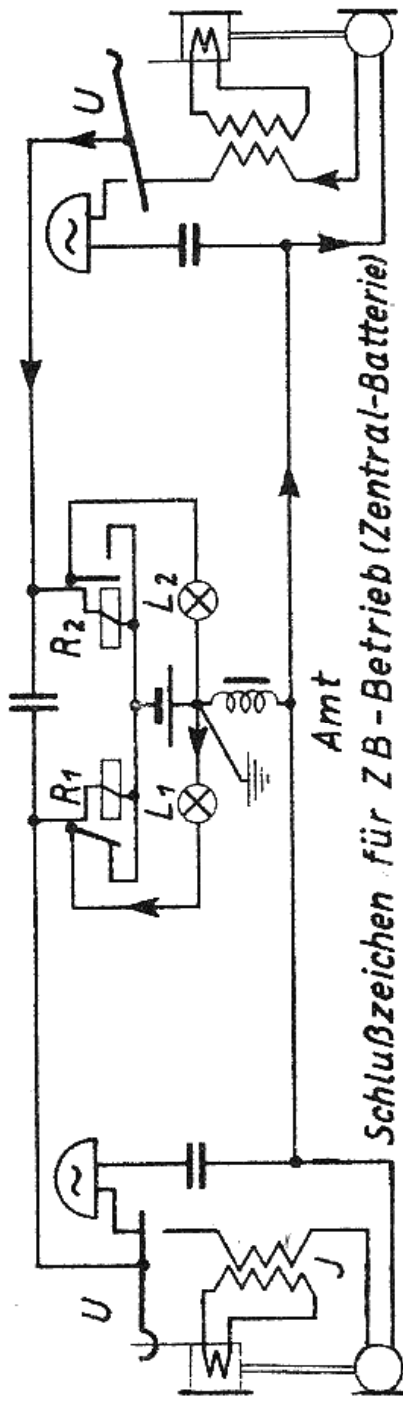


Apparat I ist mit II verbunden  
Zwischenstellen-Umschalter



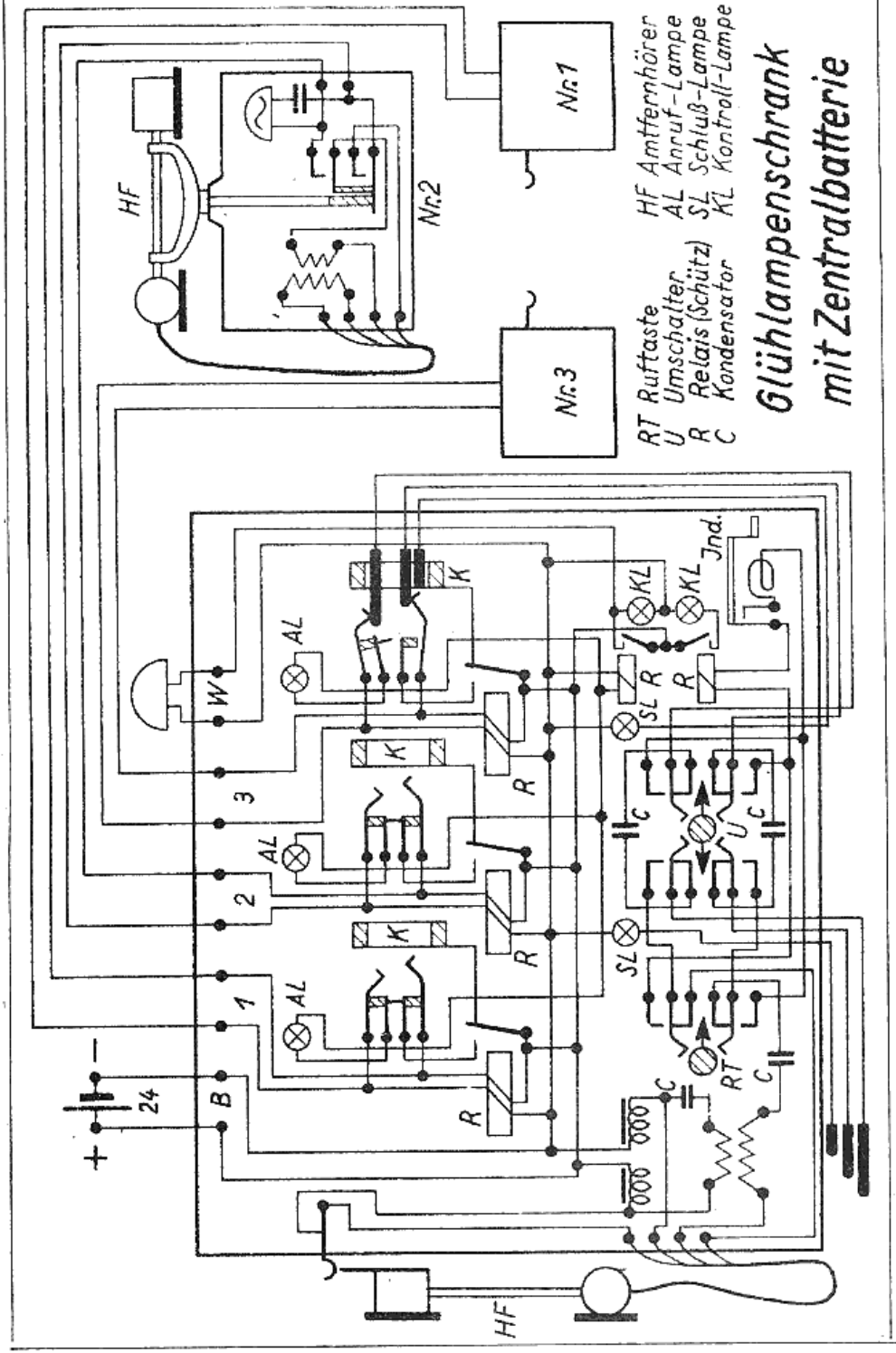


Schlußzeichen für OB-Betrieb (Orts-Batterie)



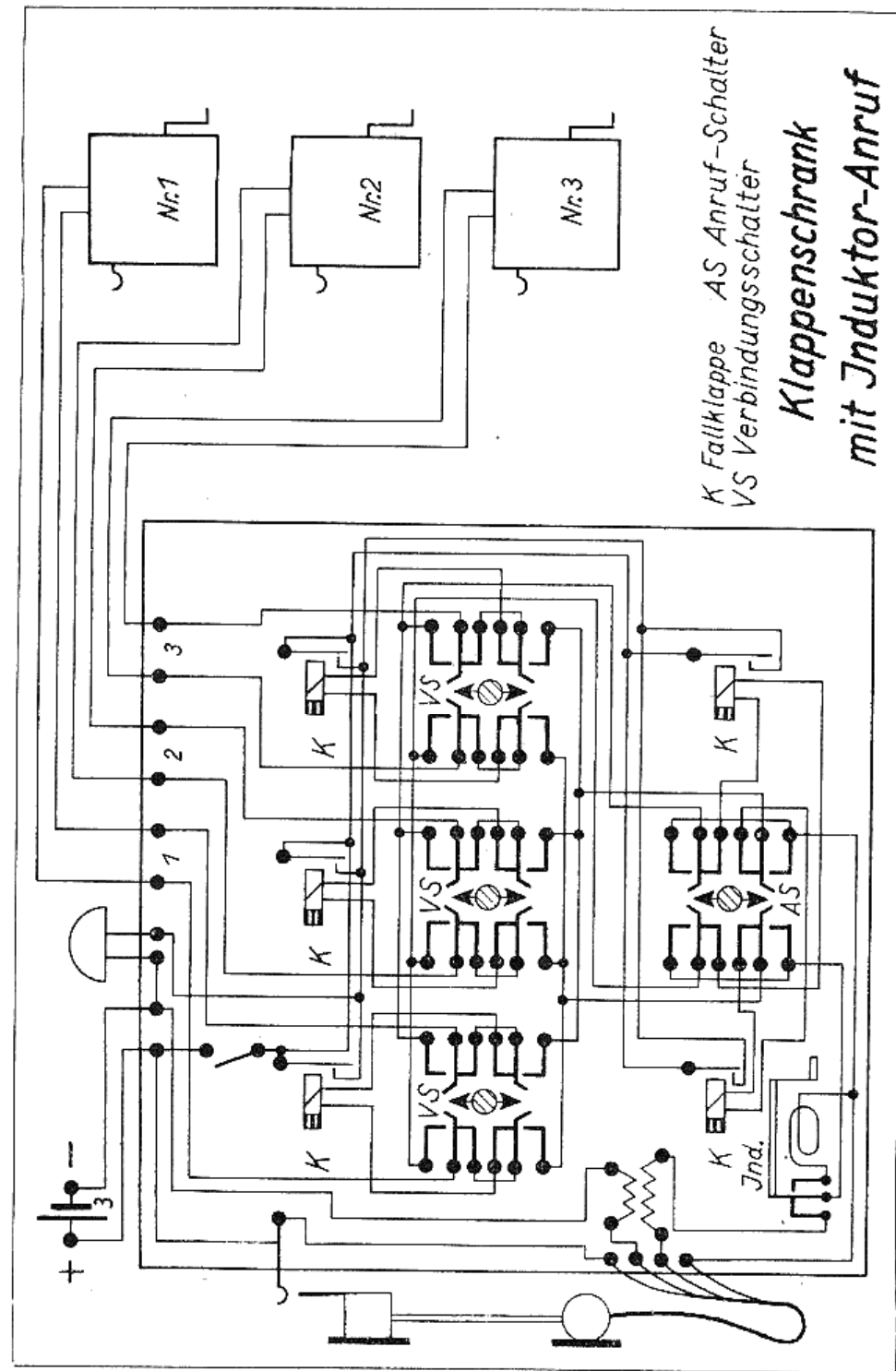
Schlußzeichen für ZB-Betrieb (Zentral-Batterie)

Selbsttätige Schlußzeichen

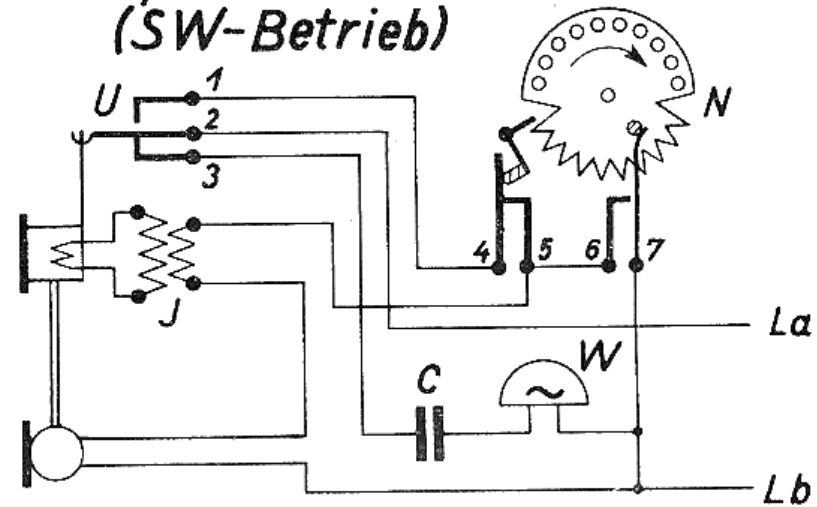


- Nr1
- Nr2
- Nr3
- RT Ruffaste
- U Umschalter
- R Relais (Schütz)
- C Kondensator
- HF Amfernhörer
- AL Anruf-Lampe
- SL Schluß-Lampe
- KL Kontroll-Lampe

Glühlampenschrank mit Zentralbatterie

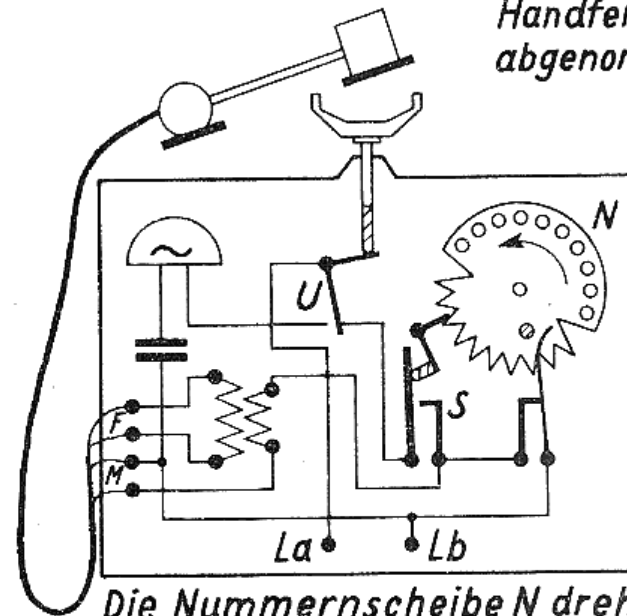


### Fernsprecher für Selbstanschluß (SW-Betrieb)



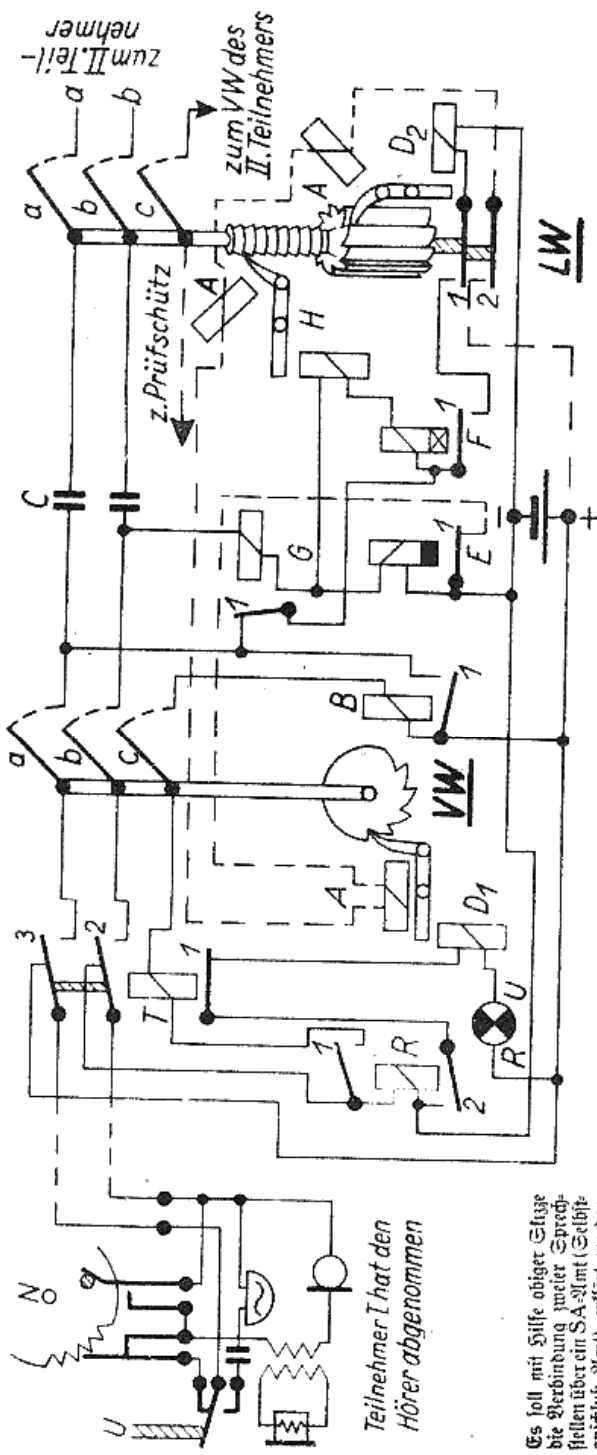
Rufstrom (Wechselstrom) = La-2-3-C-W-Lb  
 Stromstöße zum Wählen = La-2-1-4-5-6-7-Lb  
 Sprechstrom = La-2-1-4-5-J-M-Lb

Handfernörer  
abgenommen



Die Nummernscheibe N dreht sich zu-  
rück, wodurch bei S Stromstöße erzeugt werden,  
die den Wähler betätigen

# Selbstwähler-Amt



Teilnehmer I hat den Hörer abgenommen

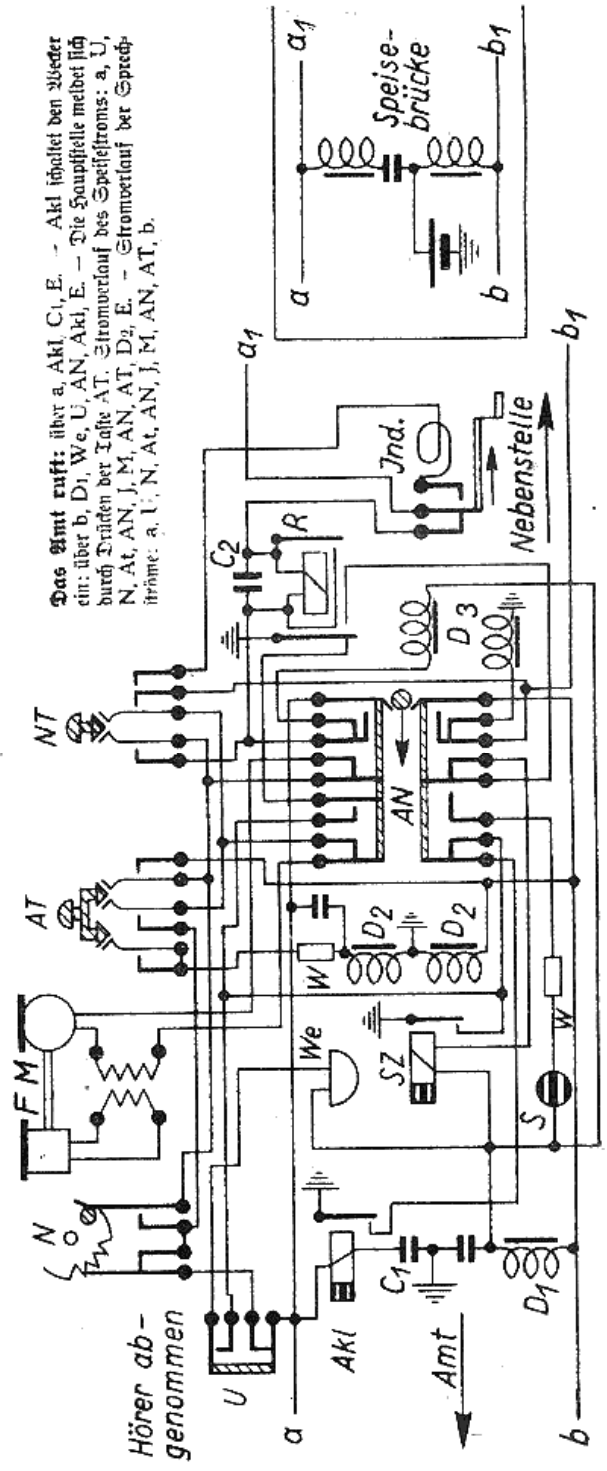
Teilnehmer II hat den Hörer abgenommen

Es soll mit Hilfe obiger Schläge die Verbindung zweier Sprechstellen über ein SA-Amt (Selbstwähler-Amt) errichtet werden. Die sämtlich verwendeten Bauelemente sind in der Zeichnung angegeben, Stromzuführung nach Teilnehmer II, Rückstrom u. a.) fortgelassen.

Teilnehmer I nimmt den Hörer ab; der Strom fließt von + T<sub>2</sub> - Vg. a - Teiln. I - Vg. b - T<sub>2</sub> - R nach Schütz R schließt Kontakte 1 u. 2. Kontakt 2 schließt den magnetischen Vorwähler VW kurz Stromflöße die VW soweit drehen, bis Arm c einen freien Leistungsleiter LW gefunden hat. In dem Augenblick fließt ein Strom - B - Arm c - T<sub>1</sub> - R - ; dadurch wird T<sub>1</sub> geöffnet und VW bleibt stehen. Gleichzeitig werden T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> umgeschaltet. Heber B<sub>1</sub> - a - Teiln. I - b - G - F erhält Teiln. I jetzt Strom. G<sub>1</sub> und F<sub>1</sub> sind geöffnet. Wird nun Teilnehmer II abgehört, gehen in ihre alte Lage zurück; zugleich werden sämtliche Stromkreise dadurch Stromlos.

So E ein Überstromschutz ist, löst E<sub>1</sub> bei zu kurzen Unterbrechungen nach nicht los. Durch Heben des LW sind die Kontakte LW<sub>1</sub> u. LW<sub>2</sub> geschlossen. Wird N nur zum 2. Mal gedreht, so gehen die Stromflöße über + - B<sub>1</sub> - G<sub>1</sub> - F<sub>1</sub> - LW<sub>1</sub> - D<sub>2</sub> - ; da in diesem Augenblick der Stromfluss im D<sub>2</sub>-Stromkreis kleiner ist als im H-Strom, D<sub>2</sub> dreht die Arme auf die gestrichelte Lage. Jetzt gehen die Stromflöße über die Kontakte C von einer Sprechstelle zur anderen. Vergl. nach Schluß des Gesprächs Teilnehmer I von der Hörer auf, so wird der Strom unterbrochen, E schließt mit E<sub>1</sub> den Stromkreis für die Musikmagnete A (gestrichelte Vg.), und VW und LW gehen in ihre alte Lage zurück; zugleich werden sämtliche Stromkreise dadurch Stromlos.

# Selbstwähler-Sprechstelle mit Nebenstelle



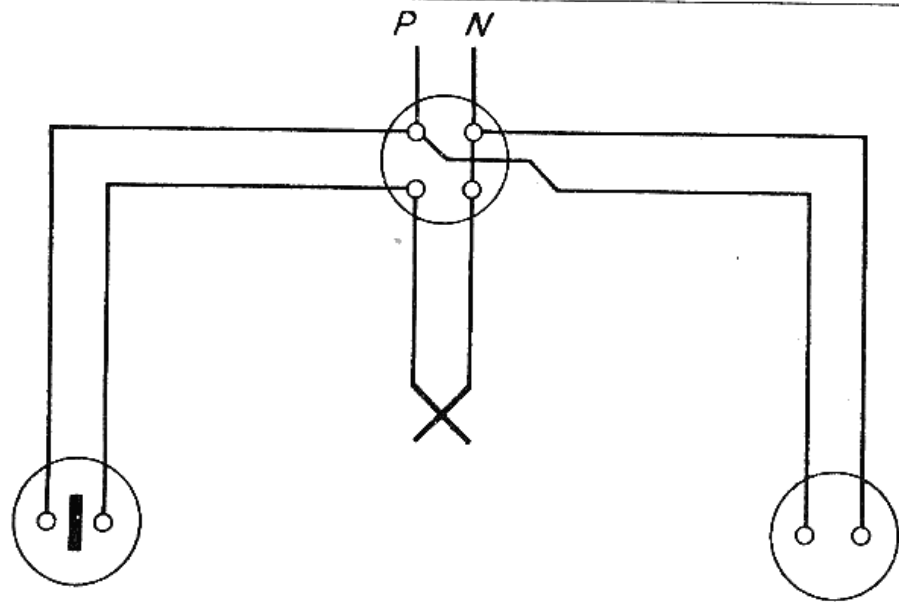
Das Amt ruft: über a, Akl, C<sub>1</sub>, E. - Akl schaltet den Wieder ein: über b, D<sub>1</sub>, We, U, AN, Akl, E. - Die Hauptstelle meldet sich durch Drücken der Taste AT. Stromverlauf des Speisestroms: a, U, N, At, AN, J, M, AN, AT, D<sub>2</sub>, E. - Stromverlauf der Sprechstroms: a, U, N, At, AN, J, M, AN, AT, b.

2. Die Hauptstelle will über das Amt mit einem Teilnehmer sprechen: Wie Stromverlauf des Speisestroms unter 1. Heber AT und N kommen auf dem Amt die Stromflöße auf, die den Heber bzw. Drehmagneten betätigen.

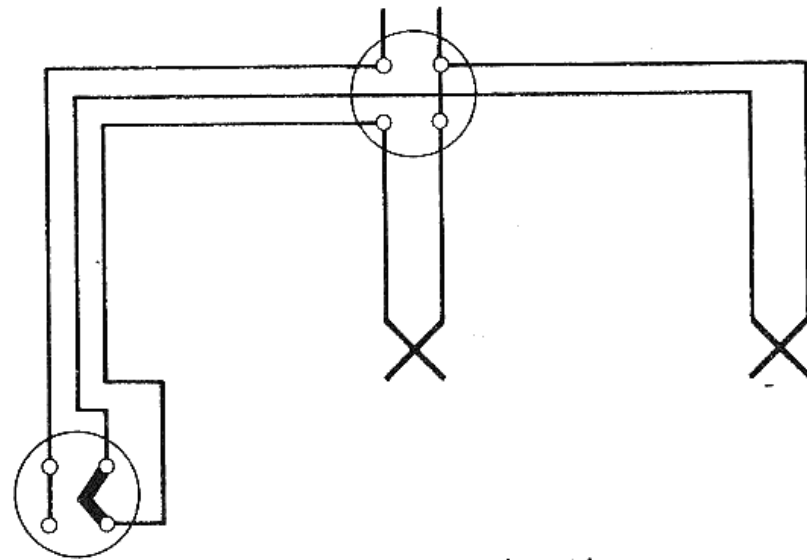
3. Die Nebenstelle will mit der Hauptstelle sprechen: Speisestrom - b<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>3</sub>, AN, R, Jnd., a<sub>1</sub>, Nebenstelle, b<sub>1</sub>, AN, D<sub>3</sub>, E. - R schaltet den Strom für SZ ein über - b, D<sub>1</sub>, SZ, AN, E bei R. - SZ (Hörerspeiser der NST) schaltet den We ein - b, D<sub>1</sub>, We, U, SZ, E.

4. Die Hauptstelle ruft Nebenstelle an: NT gedrückt - Jnd. drehen. Rufstrom: Jnd., a<sub>1</sub>, Wieder, ber N St, b<sub>1</sub>, NT, Jnd.-Speisestrom für N St wie unter 3.

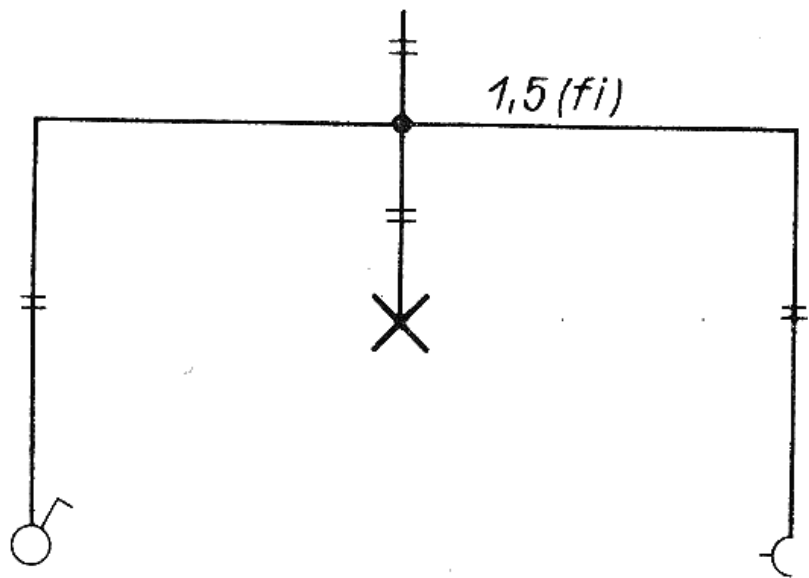
Die Nebenstelle will über das Amt mit einem Teilnehmer sprechen: Erst Hauptstelle anrufen wie unter 3. Die Hauptstelle legt darauf Schalter AN nach links. Stromverlauf des Speisestroms: a, AN, R, Jnd., a<sub>1</sub>, N St, b<sub>1</sub>, AN, D<sub>2</sub>, E. - Speisestroms über: a, AN, C<sub>2</sub>, Jnd., a<sub>1</sub>, NST, b<sub>1</sub>, AN, b. - Während der Verbindung Amt - Nebenstelle ist auf der Hauptstelle das Schloß S eingeschaltet über: b, D<sub>1</sub>, S, W, AN, R, E. Bei allen Änderungen mit N St ist auf dem Amt zwischen dem a- und b-Draht eine Speisebrücke geschaltet (s. oben).



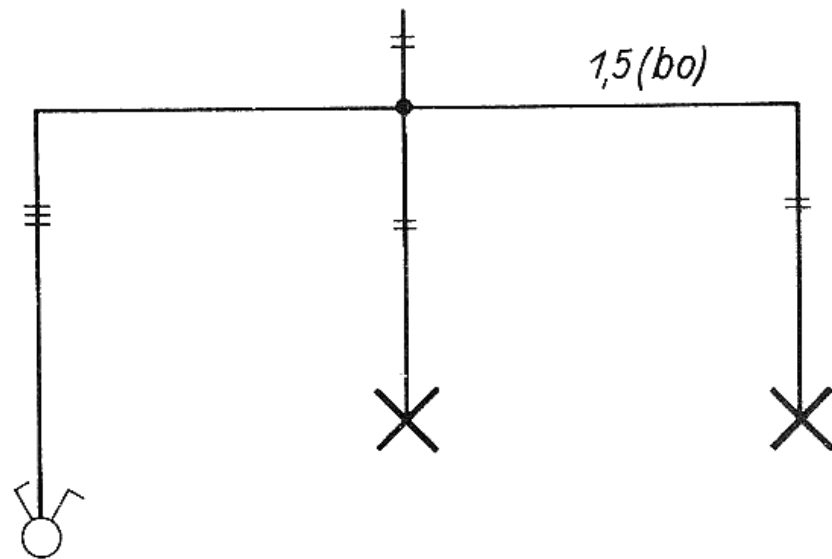
*Ausschalter mit Steckdose  
allpolig*



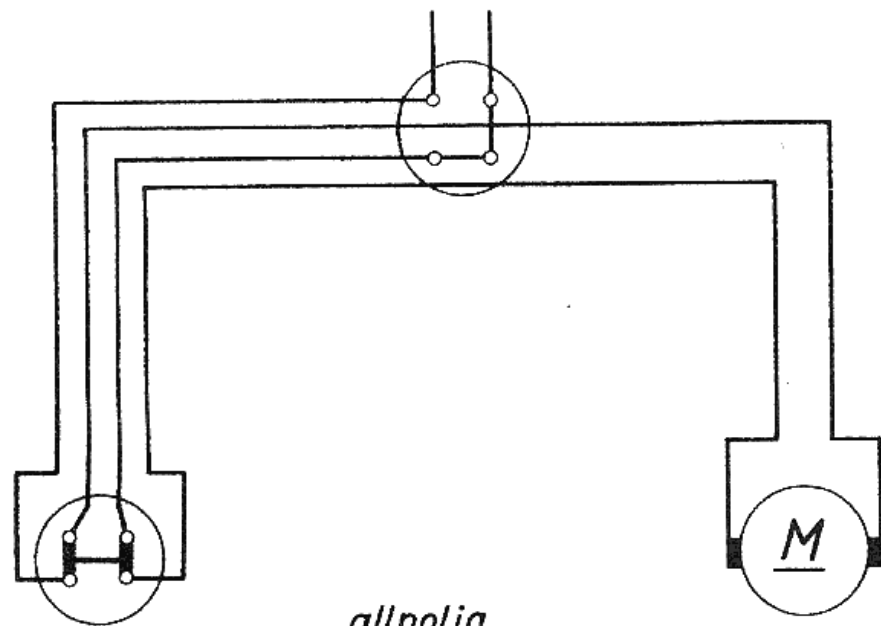
*Gruppenschalter  
allpolig*



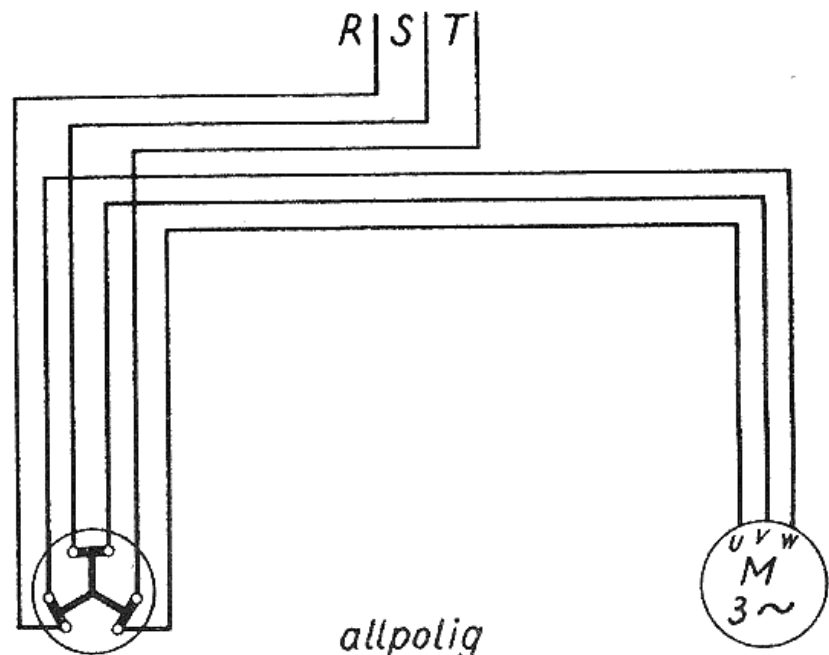
*einpolig*



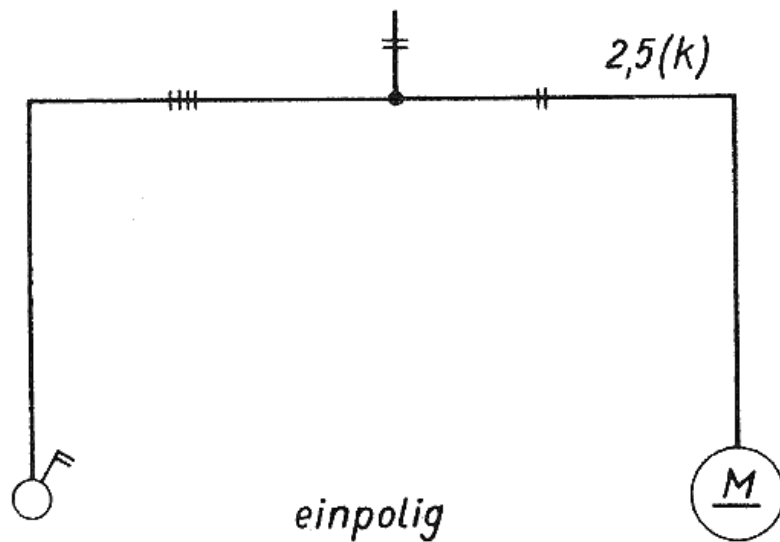
*einpolig*



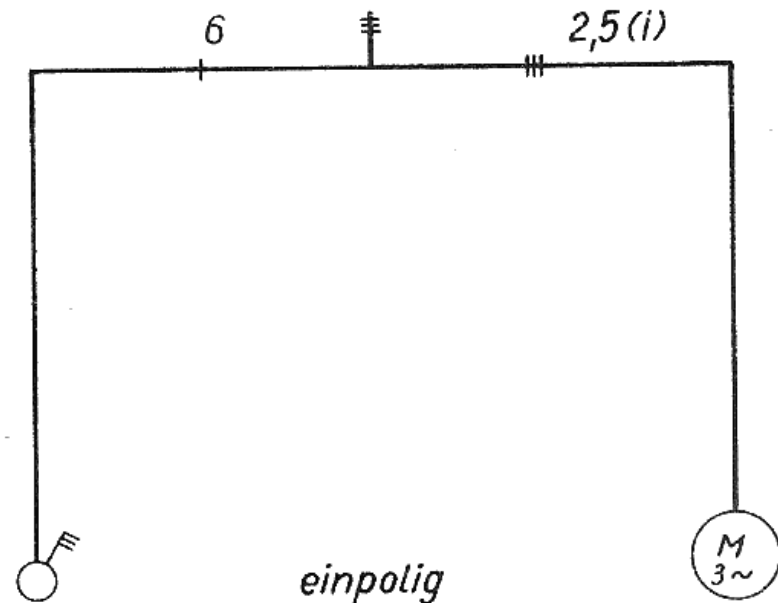
allpolig  
Zweipoliger Dosenschalter



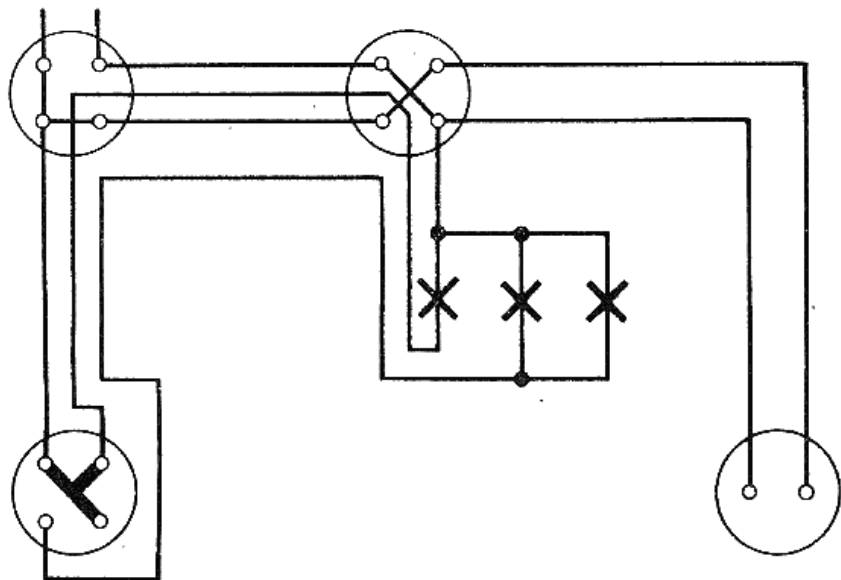
allpolig  
Dreipoliger-Dosenschalter



einpilig

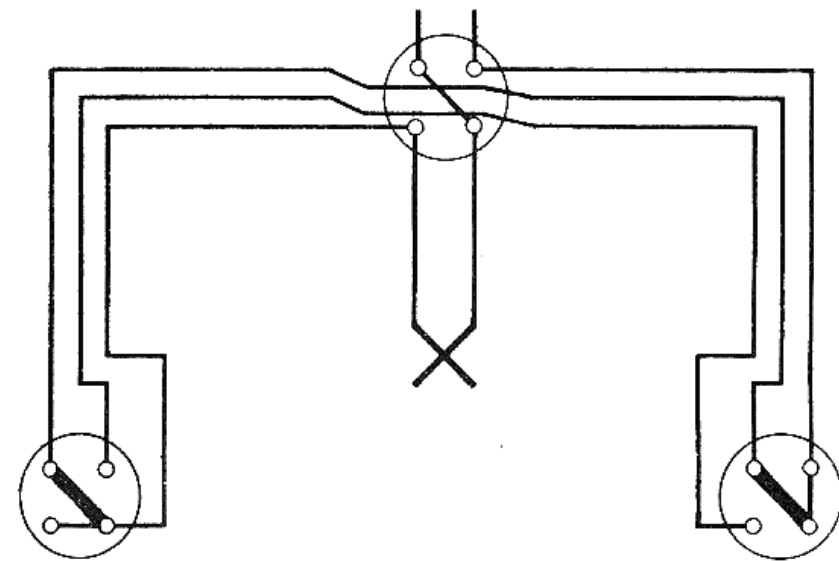


einpilig



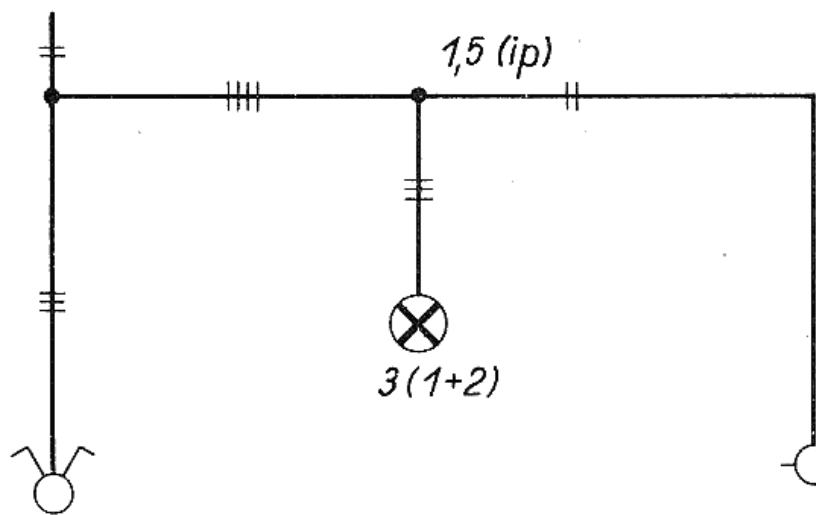
*allpolig*

*Serienschalter mit Steckdose*

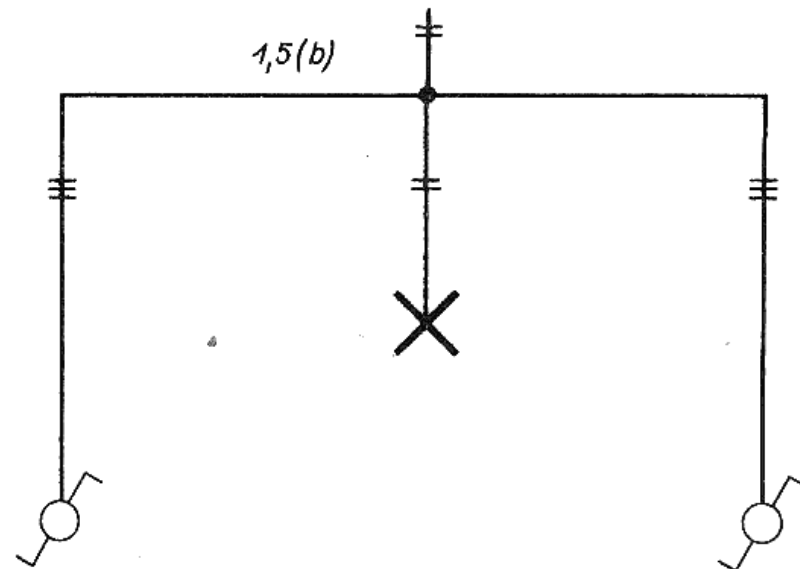


*Wechselschalter*

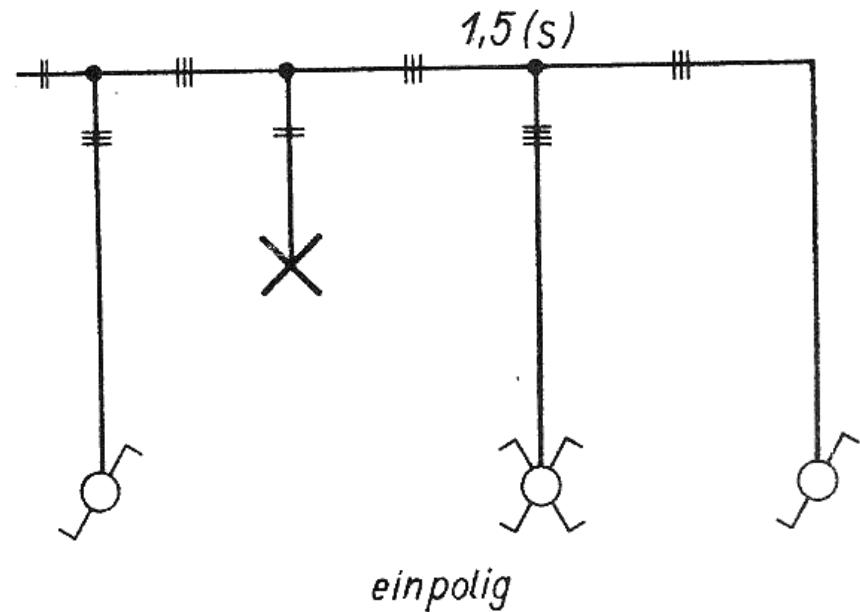
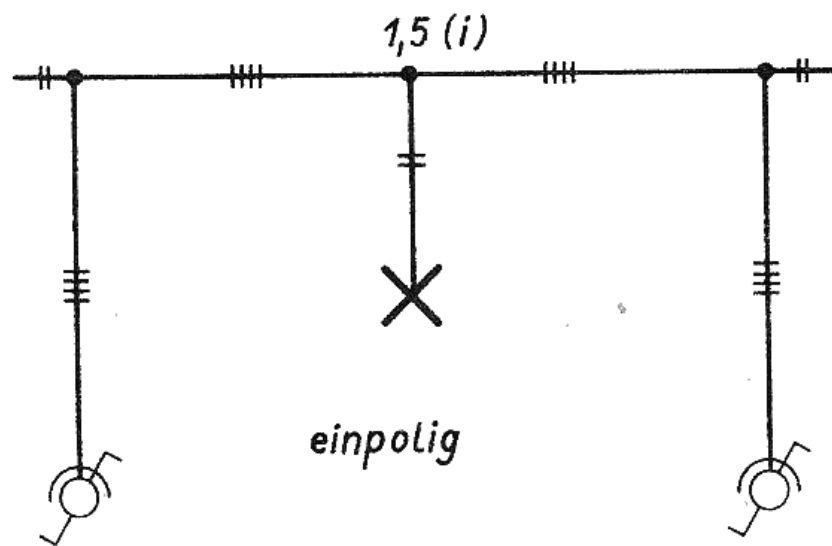
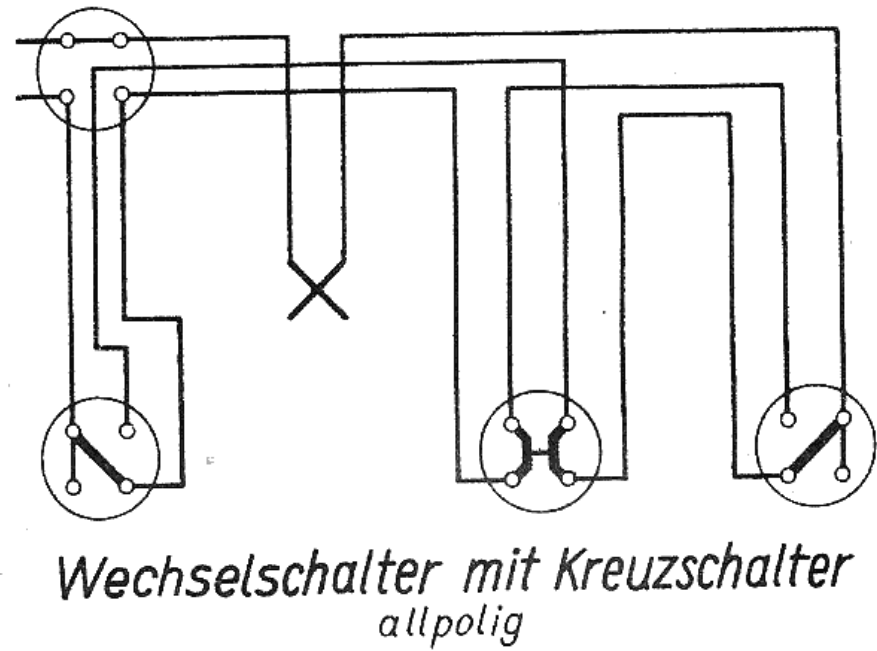
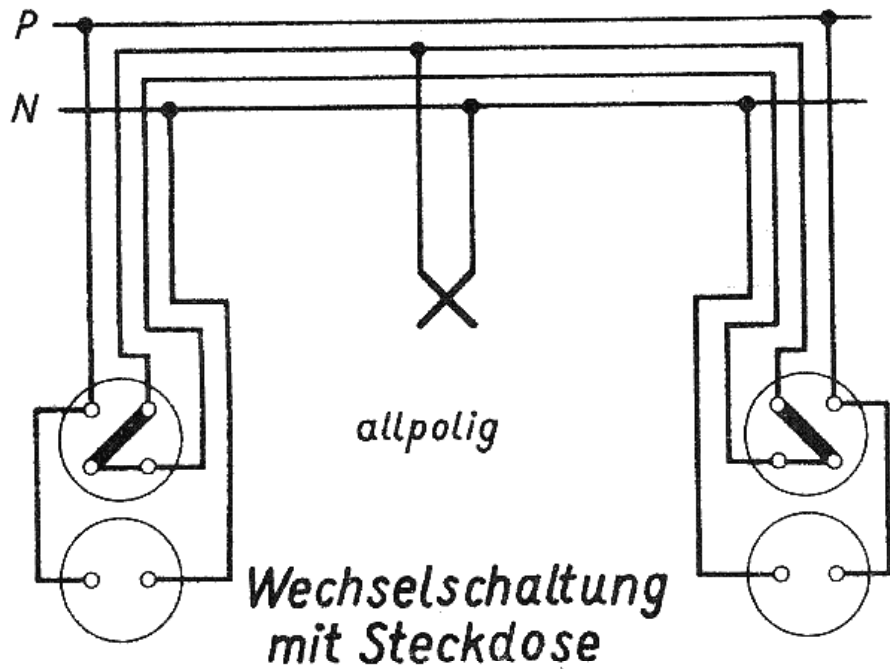
*allpolig*

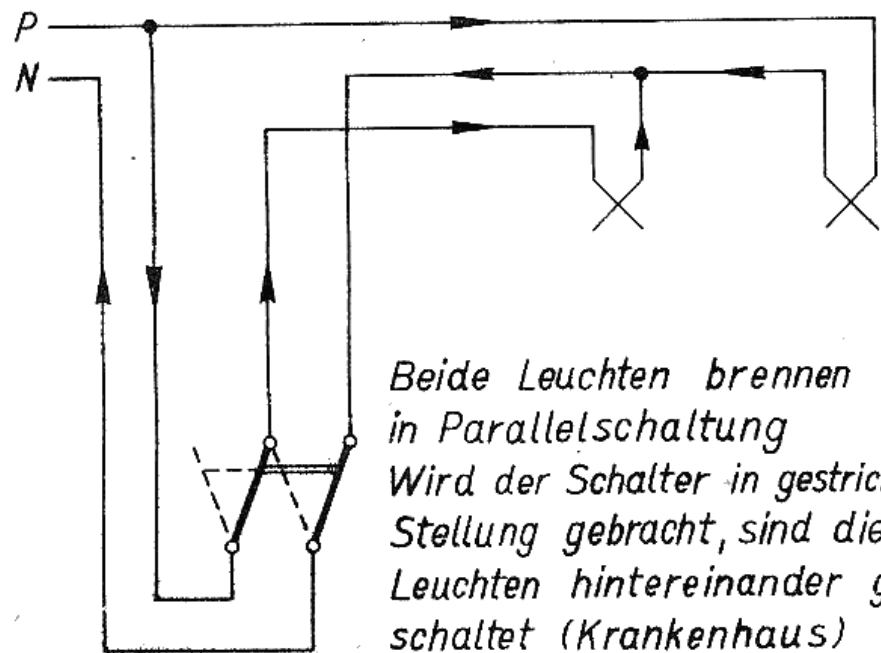


*einpolig*

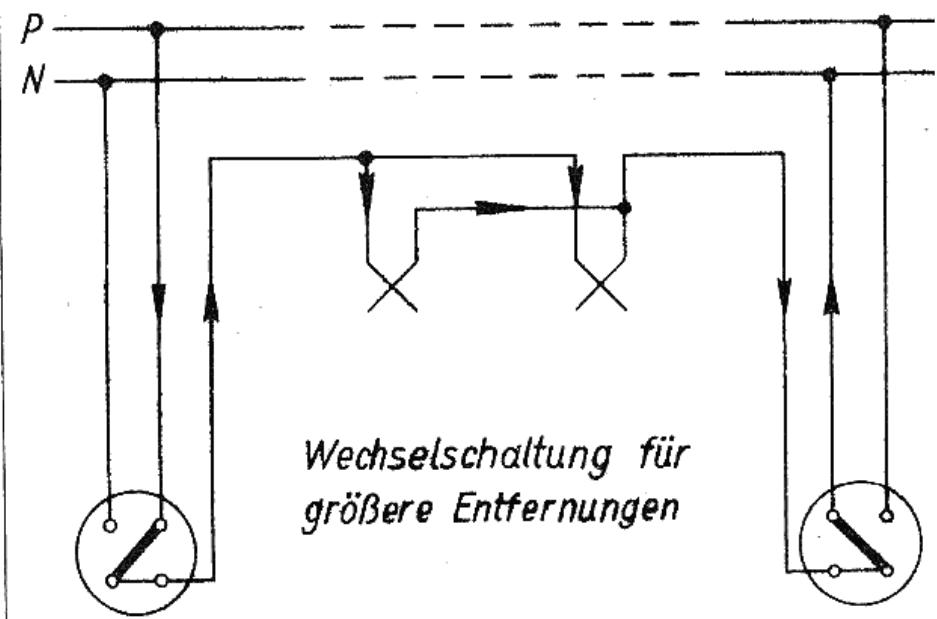


*einpolig*



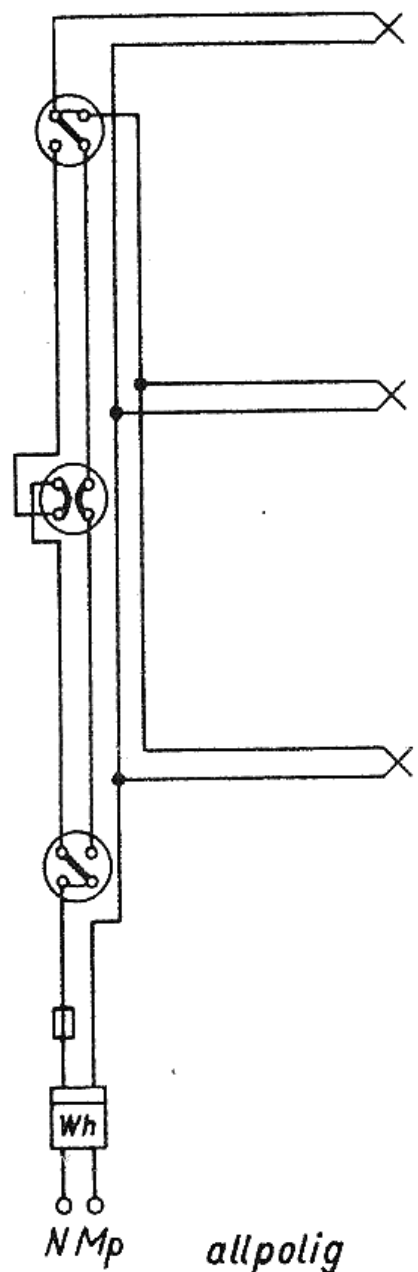


Beide Leuchten brennen  
in Parallelschaltung  
Wird der Schalter in gestrichelte  
Stellung gebracht, sind die  
Leuchten hintereinander ge-  
schaltet (Krankenhaus)

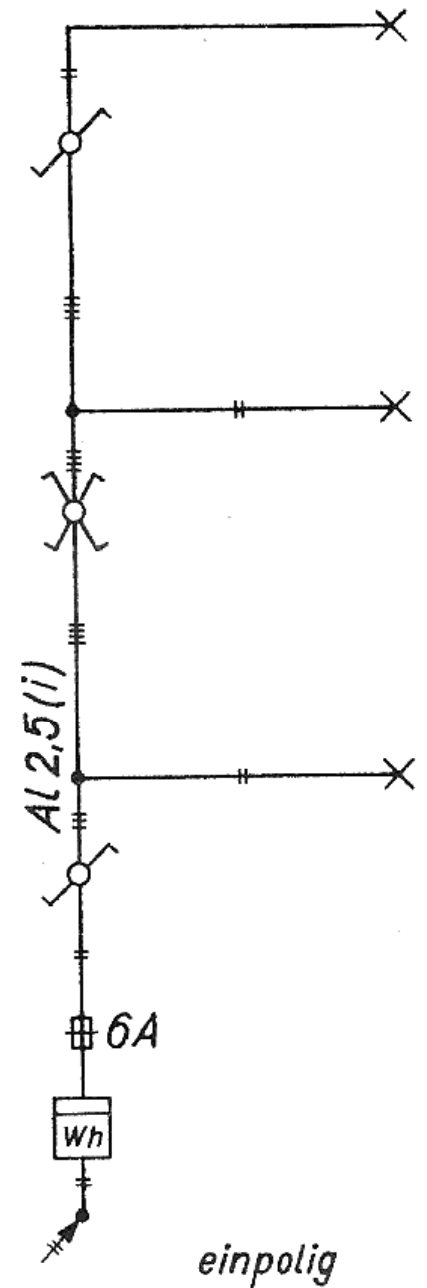


Wechselschaltung für  
größere Entfernungen

**Sparschaltungen**



NMp allpolig



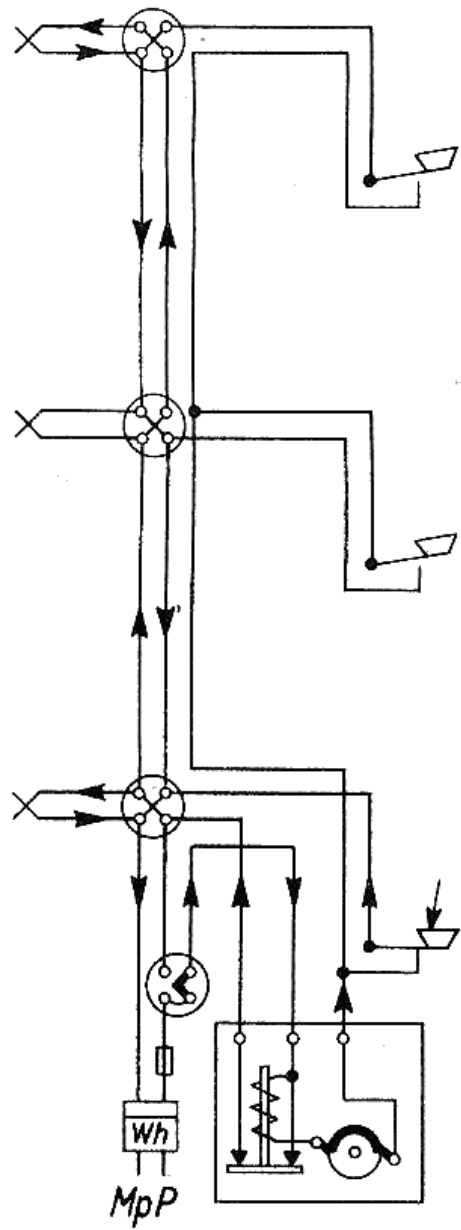
AL 2,5 (I)

6A

einpilig

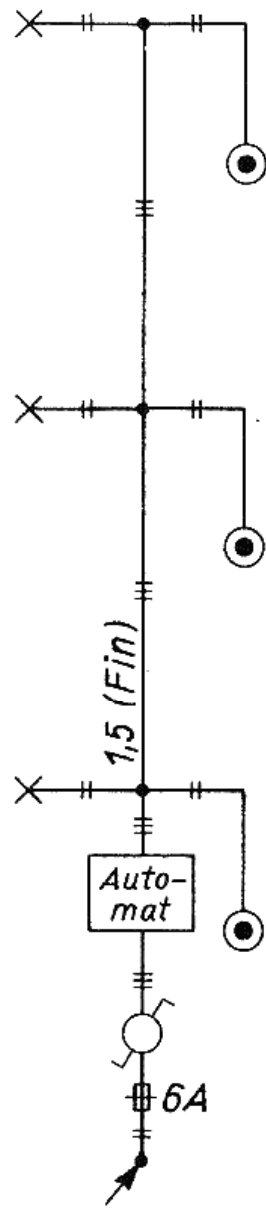
**Treppenhausschaltung m. Kreuzschalter**



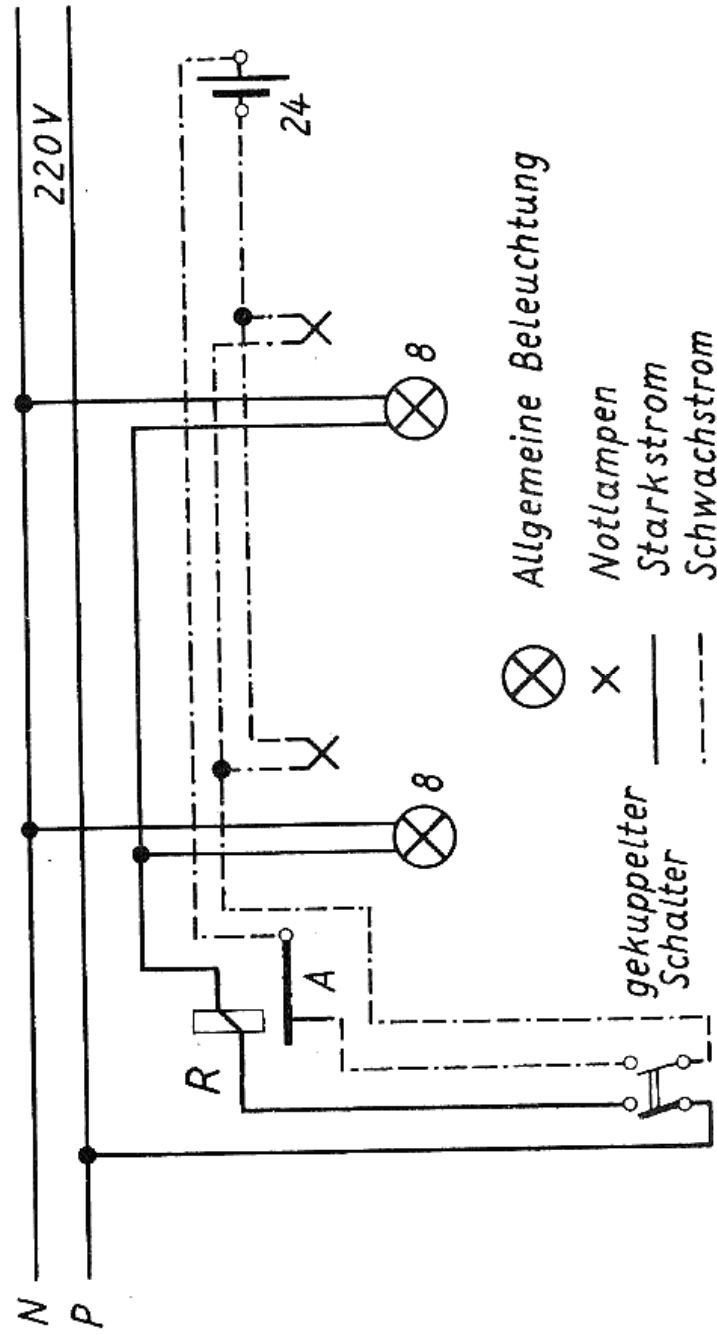


allpolig

Treppenhausschaltung m. Automat



einpolig



Allgemeine Beleuchtung

⊗

Notlampen

X

Starkstrom

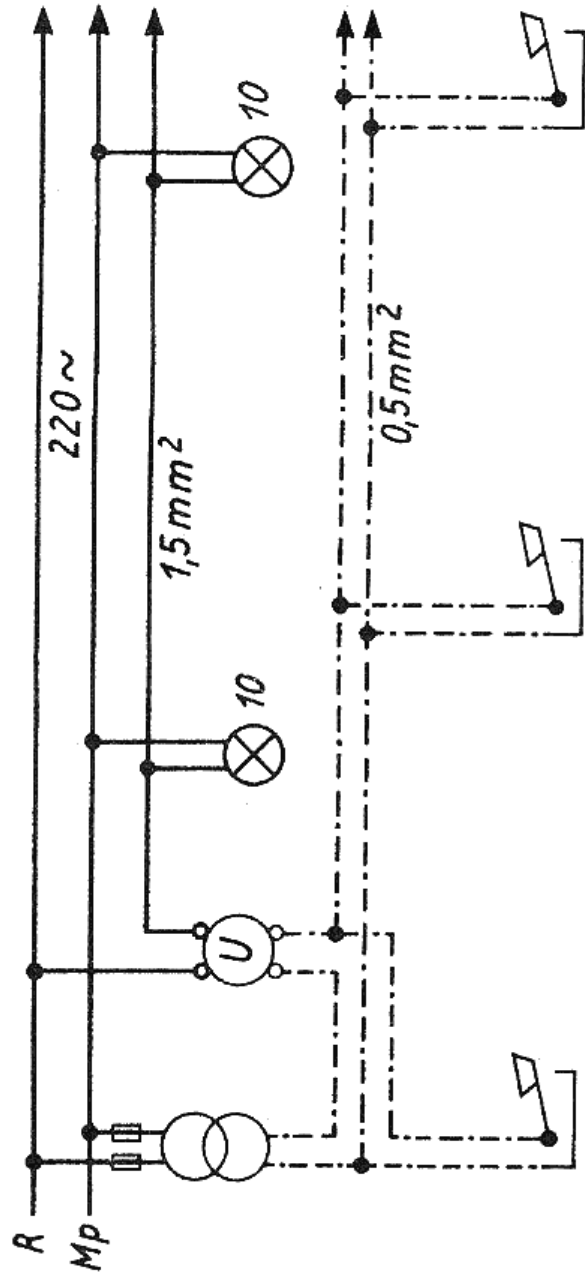
—

Schwachstrom

- - -

gekuppelter  
Schalter

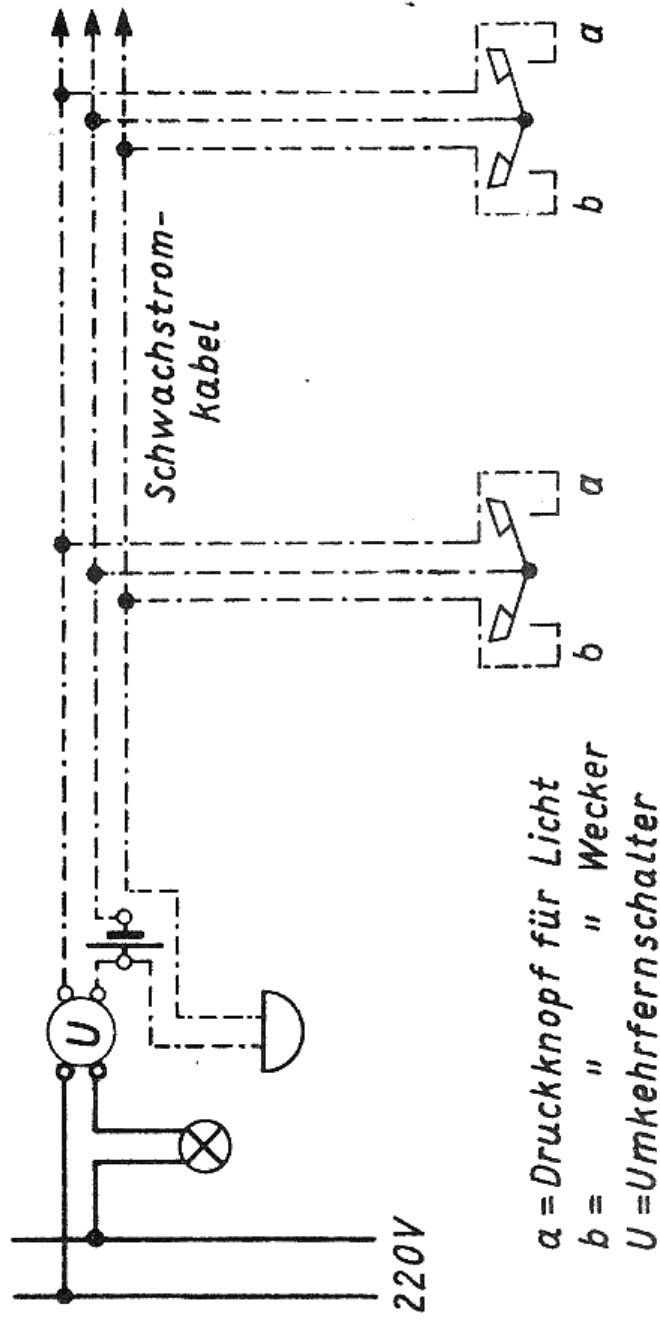
Versagt der Starkstrom, fällt A herab und schaltet Notlampen ein!  
Selbsttätige Notbeleuchtungsanlage



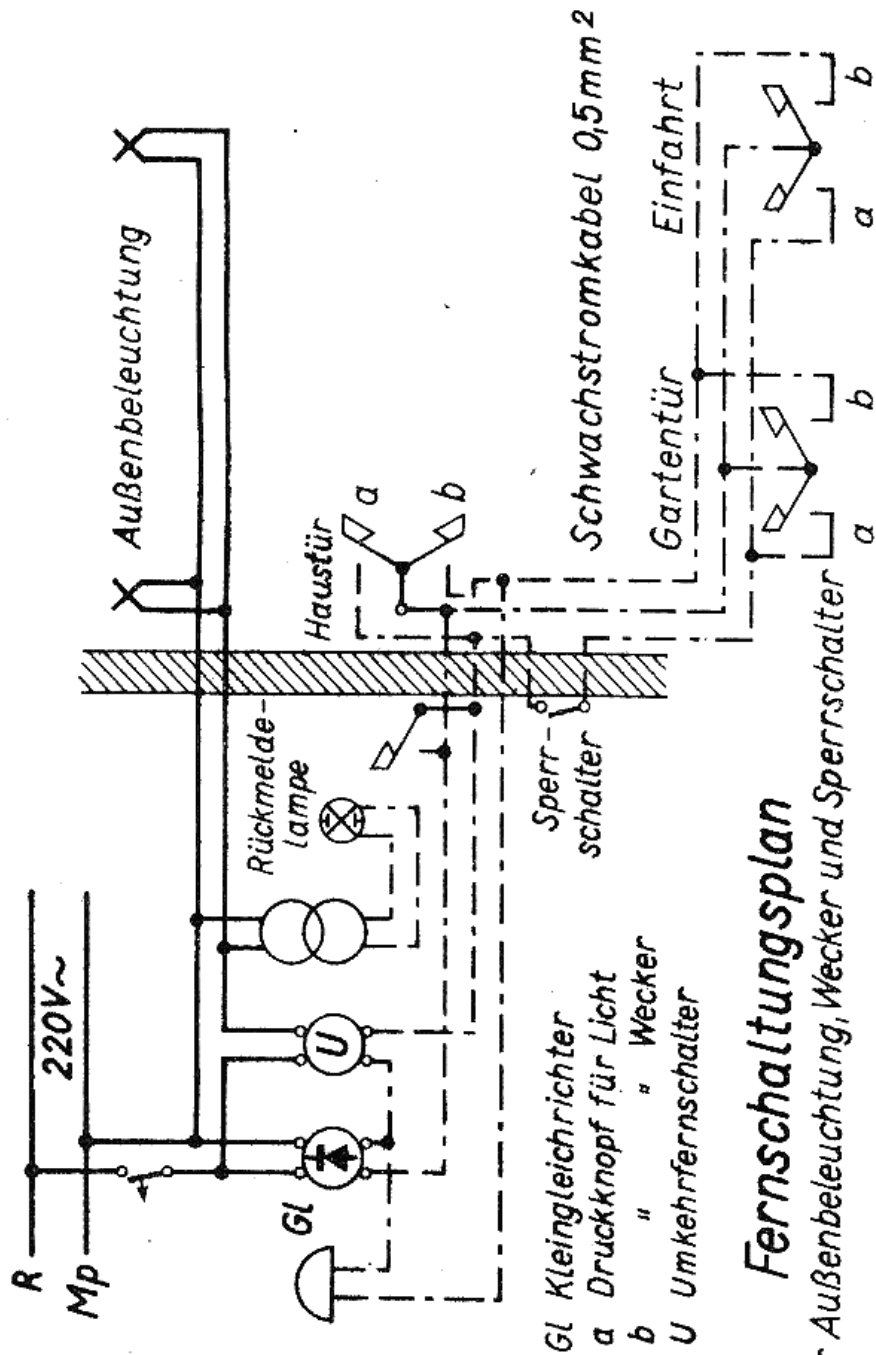
U = Umkehrfernschalter von Schwachstrom gesteuert

### Fernschaltungsinstallation

Vorteilhaft (Kupferersparnis) bei größeren Anlagen, wo Leuchten bzw. Gruppen von Leuchten von beliebig viel Stellen ein- u. ausgeschaltet werden können.

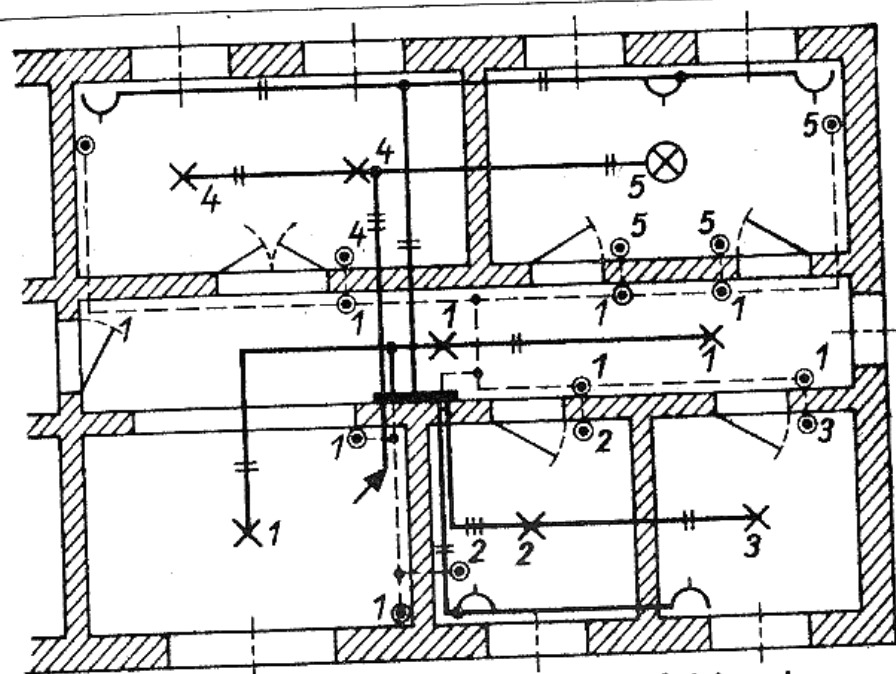


### Fernschaltungsinstallation mit Weckeranruf

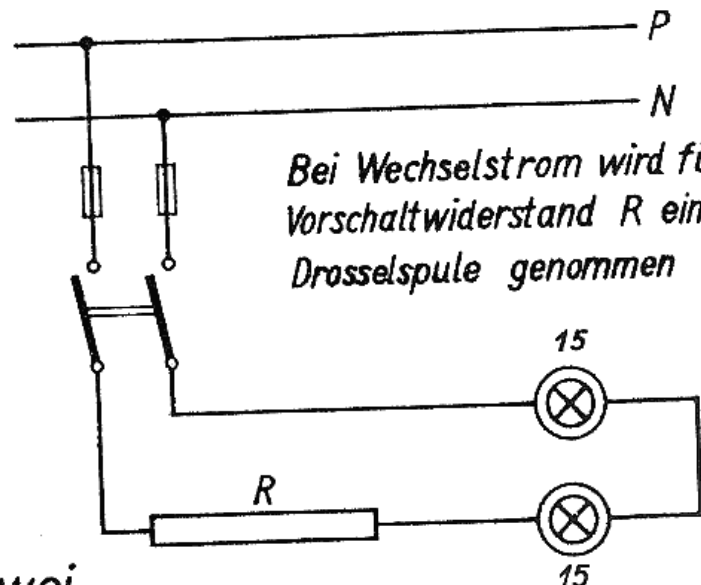


### Fernschaltungsplan

für Außenbeleuchtung, Wecker und Sperrschalter

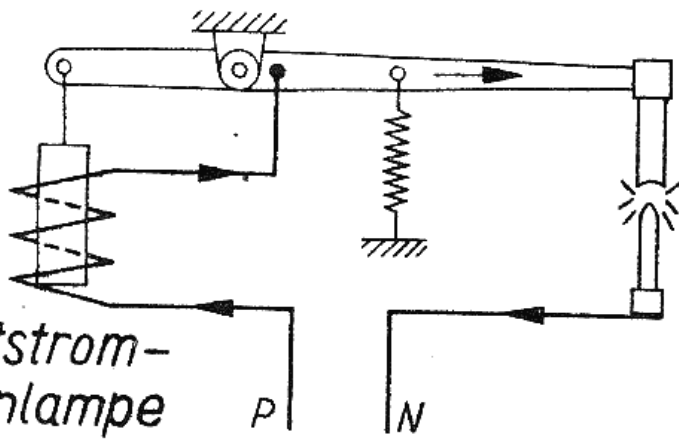


### Schwachstromgesteuerte Lichtanlage

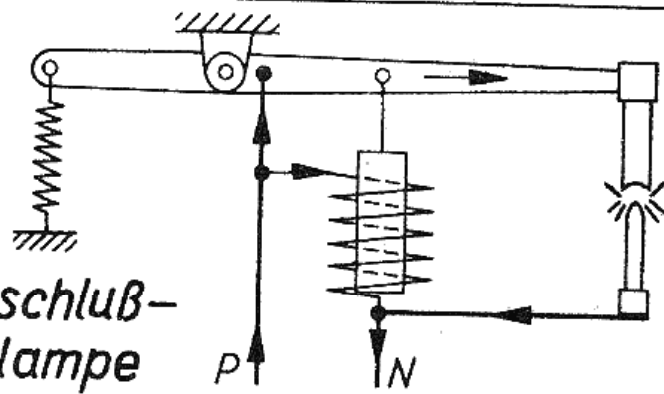


Zwei Bogenlampen in Hintereinanderschaltung

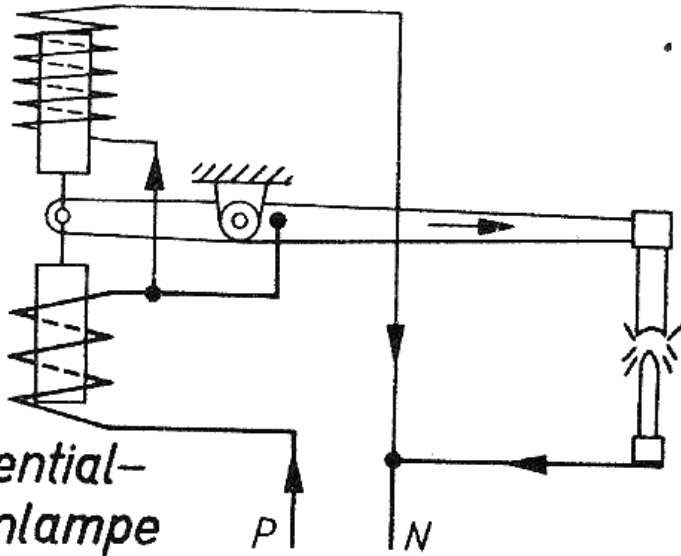
Hauptstrom-  
Bogenlampe



Nebenschluß-  
Bogenlampe



Differential-  
Bogenlampe



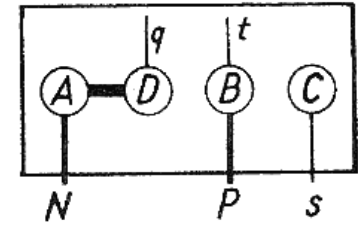
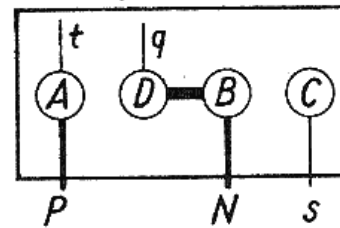
## Klemmenbretter der Gleichstrom-Generatoren

### A. Nebenschluß-Generatoren

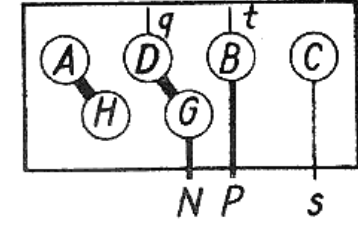
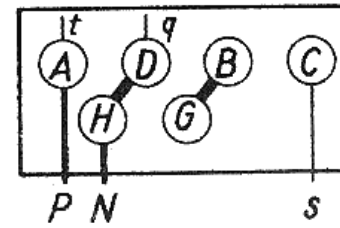
Rechtslauf

Linkslauf

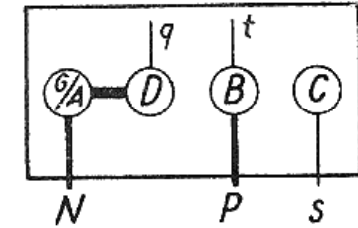
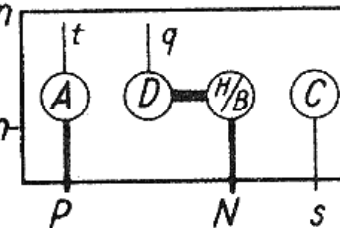
Ohne  
Hilfsspole



Mit  
Hilfsspolen

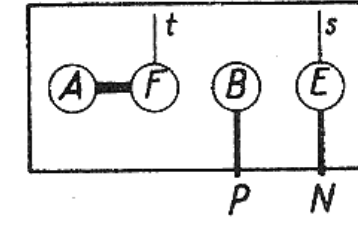
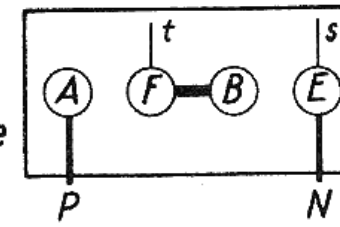


Innere  
Verbindun-  
gen

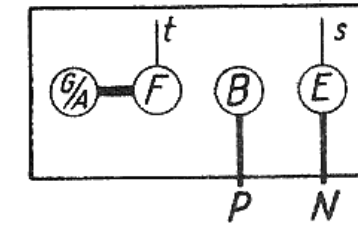
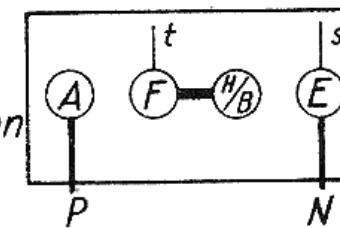


### B. Reihenschluß-Generatoren

Ohne  
Hilfsspole



Mit  
Hilfsspolen



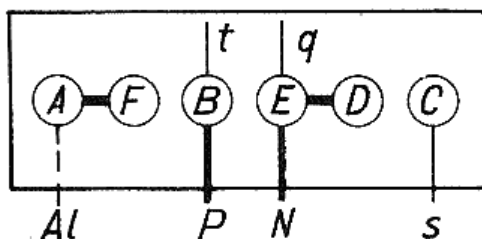
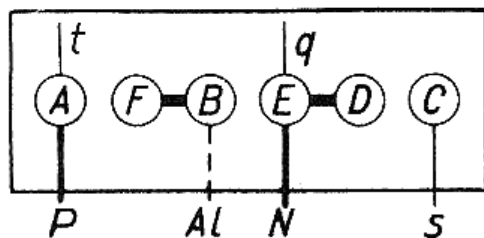
P-Positiv N-Negativ s,t,u,q Klemmen des Reglers

### C. Doppelschluß-Generatoren

a. Verbundwicklung nicht abschaltbar

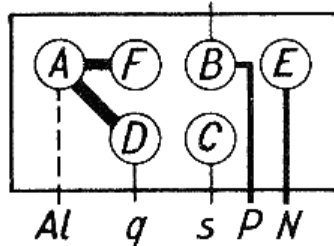
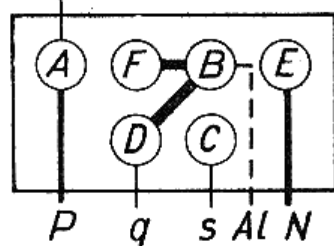
Rechtslauf

Linkslauf

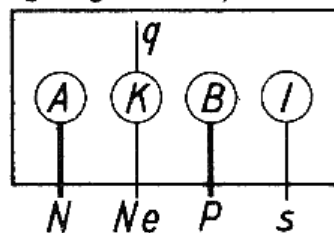
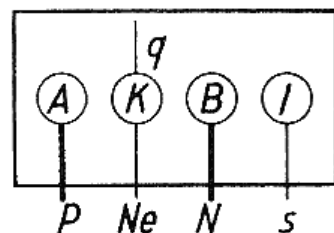


Al=Ausgleichs-  
leitung

b. Verbundwicklung abschaltbar

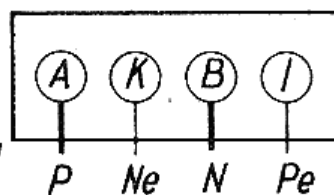


D. Generator mit Fremderregung



E. Querfeld-Generator  
von Rosenberg für  
Rechts- und Linkslauf

Pe u. Ne Fremderregung



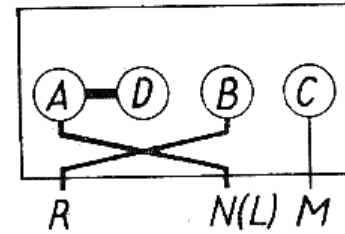
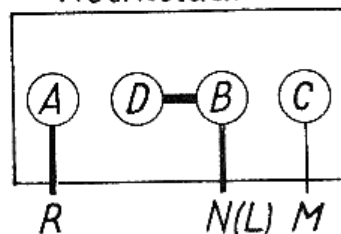
### Klemmenbretter der Gleichstrom-Motoren

A. Nebenschluß-Motoren

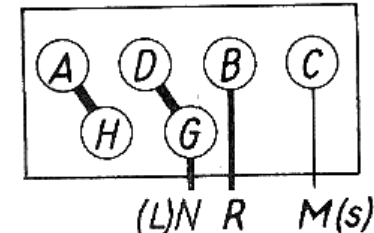
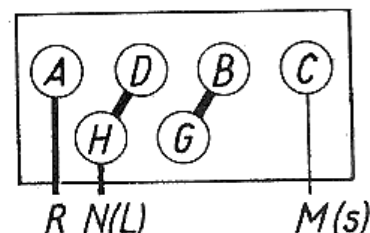
Rechtslauf

Linkslauf

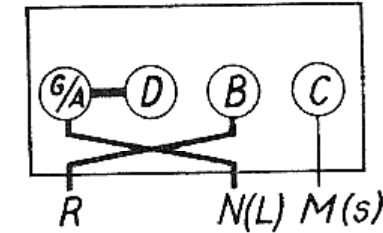
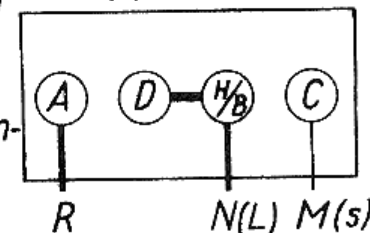
Ohne  
Hilfspole



Mit  
Hilfspolen

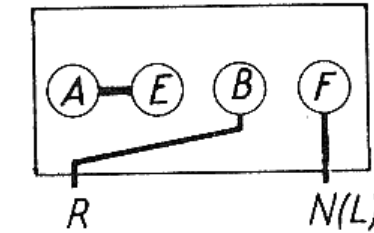
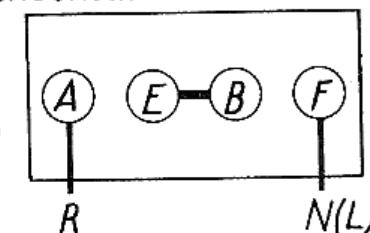


Innere  
Verbindun-  
gen

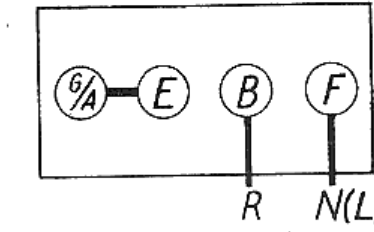
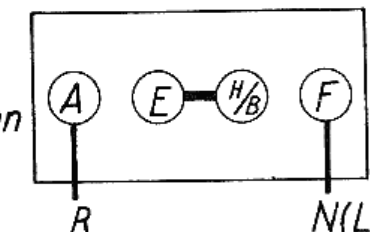


B. Reihenschluß-Motoren

Ohne  
Hilfspole



Mit  
Hilfspolen



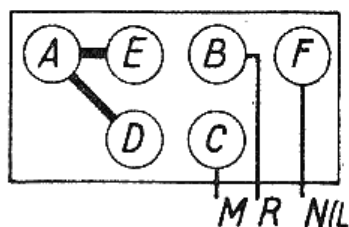
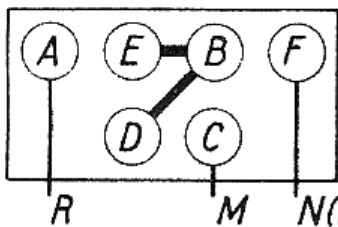
R, L u. M Klemmen des Anlasser, (s) des Reglers.  
N führt zur Minusleitung (Anlasser).

### C. Doppelschluß - Motoren

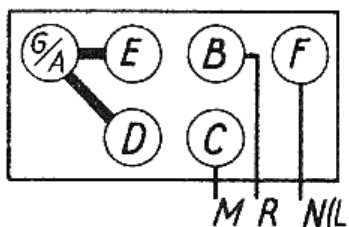
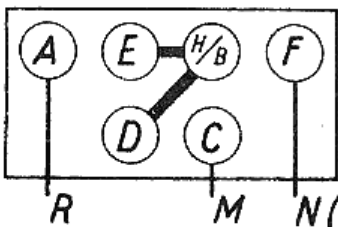
Rechtslauf

Linkslauf

Ohne  
Wende  
pole



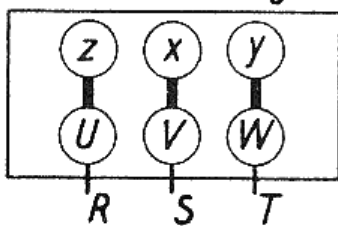
Mit  
Wende-  
polen



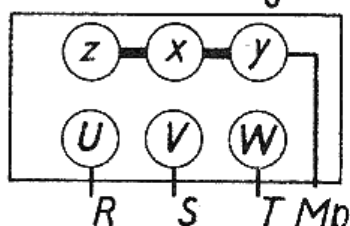
### Ständerschaltungen der Wechselstrom-(Drehstrom-) Generatoren

a. Dreiphasenstrom

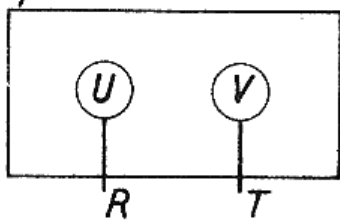
$\Delta$ -Schaltung



$\Upsilon$ -Schaltung



b. Einphasenstrom



1. Phase = U-x

2. " = V-y

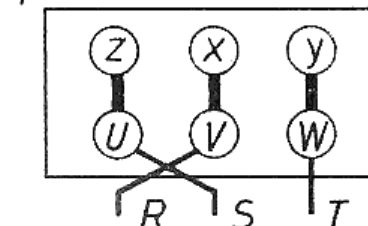
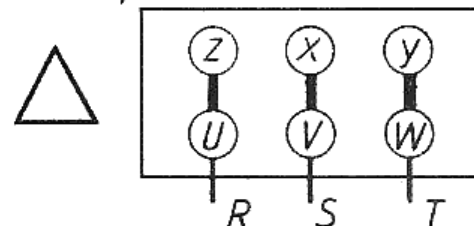
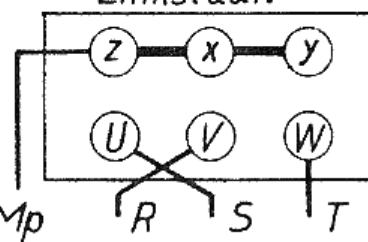
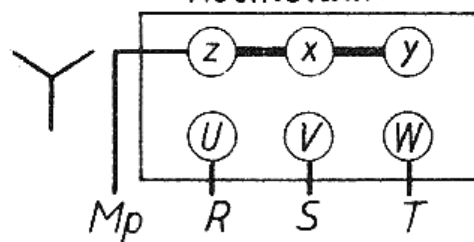
3. " = W-z

### Klemmenbretter der Wechselstrom-Motoren

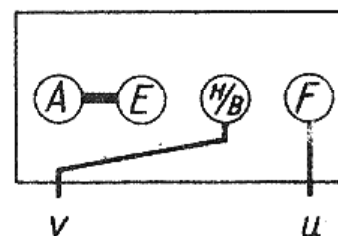
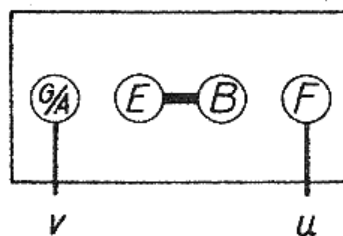
A. Drehstrom-Motoren

Rechtslauf.

Linkslauf.

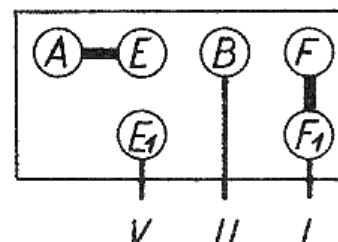
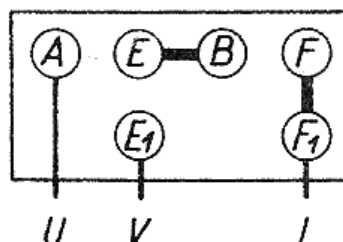


B. Kollektormotoren a) Reihenschlußmotor

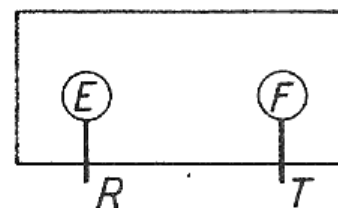


Mit  
Hilfspolen

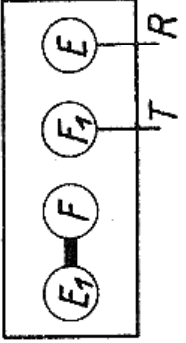
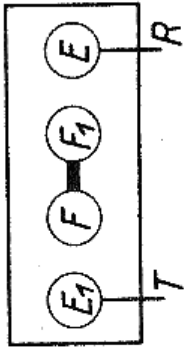
b) Serien-Repulsionsmotor



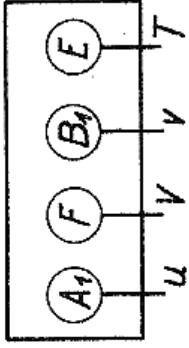
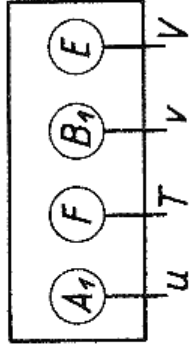
c) Repulsionsmotor  
(Kurzschlußmotor)  
Deri-Motor



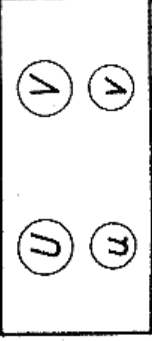
d) Thomsonmotor mit 2 Wicklungen  
Rechtslauf  
Linkslauf



e) Winter - Eichberg - Motor

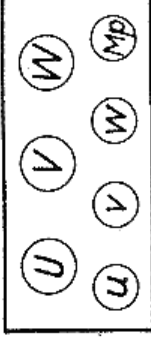


Klemmbretter der Umspanner  
a) Einphasen - Umspanner.



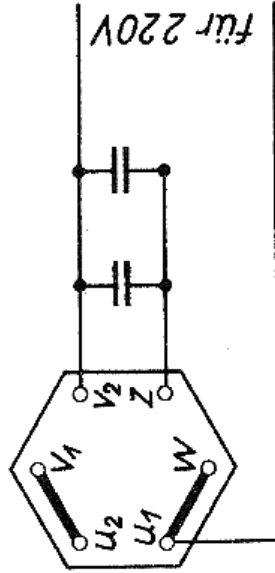
Oberspannung  
Unterspannung

b) Drehstrom - Umspanner

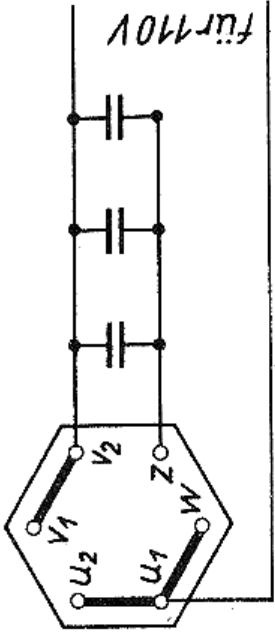


Oberspannung  
Unterspannung

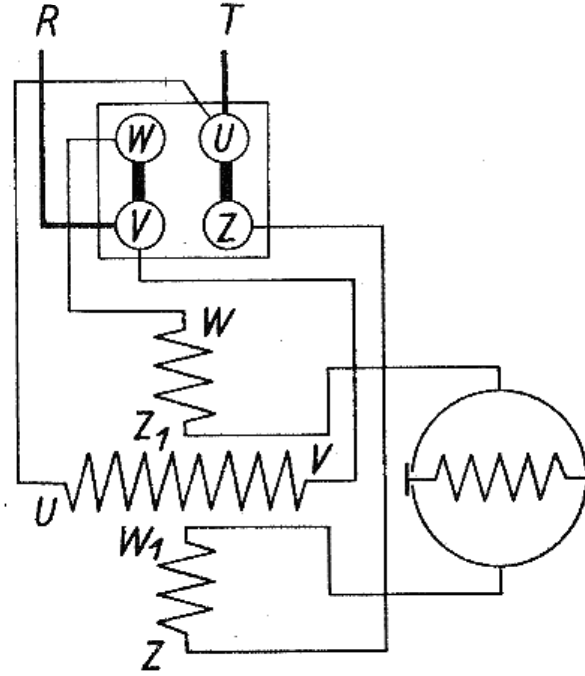
Schaltschema (Klemmbrett) eines Einphasen-Wechselstrommotors



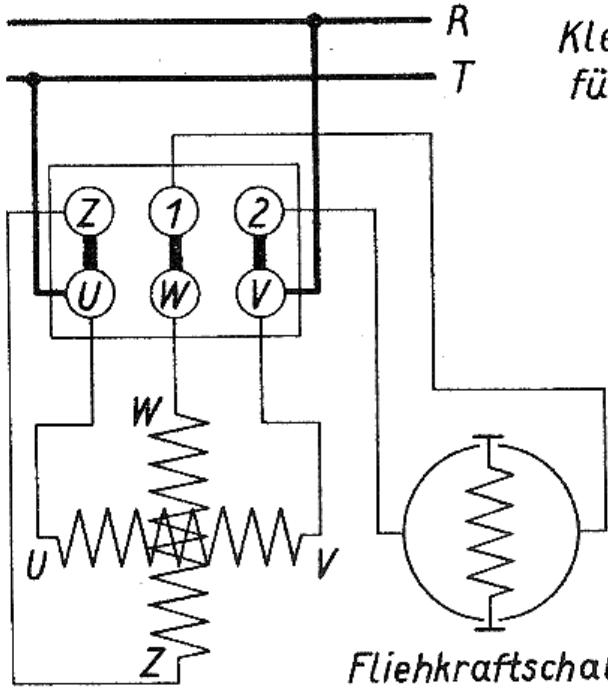
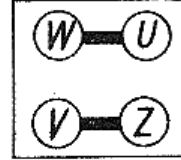
für 220V



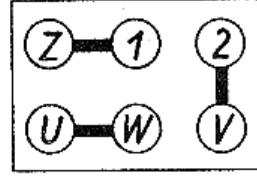
für 110V



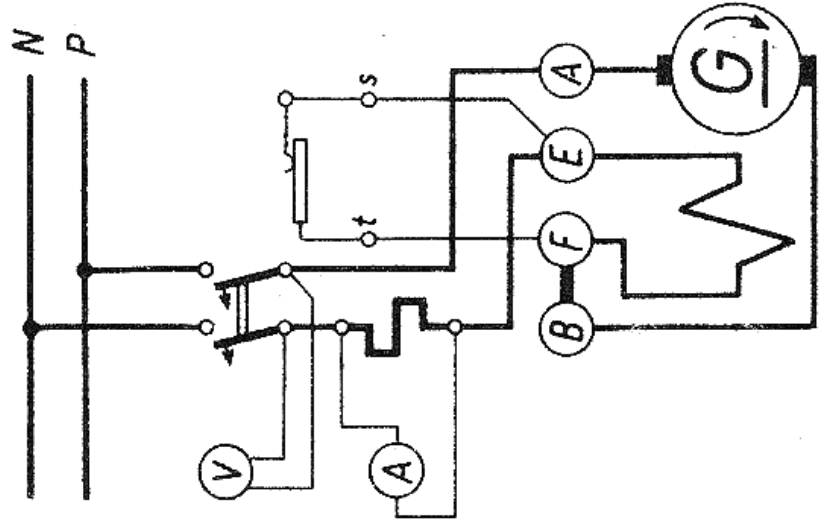
Einphasen  
Motoren mit  
Fliehkraft-  
schalter



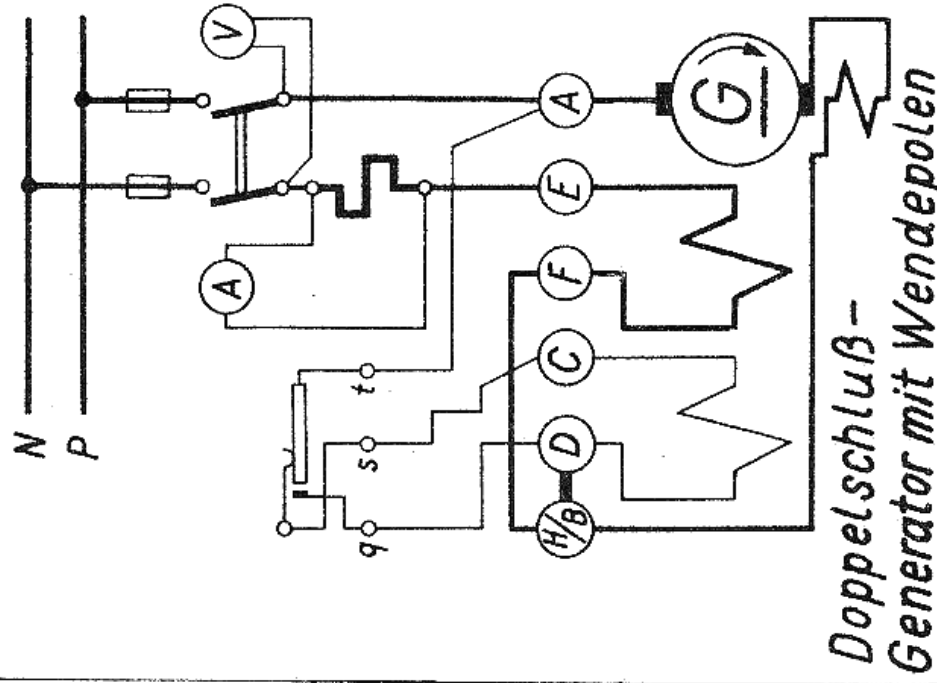
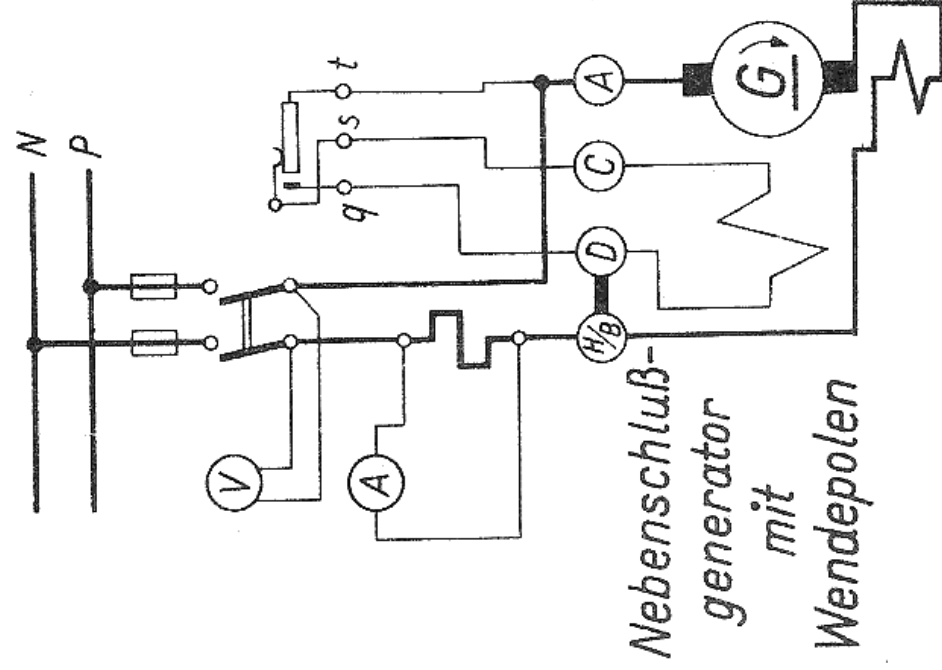
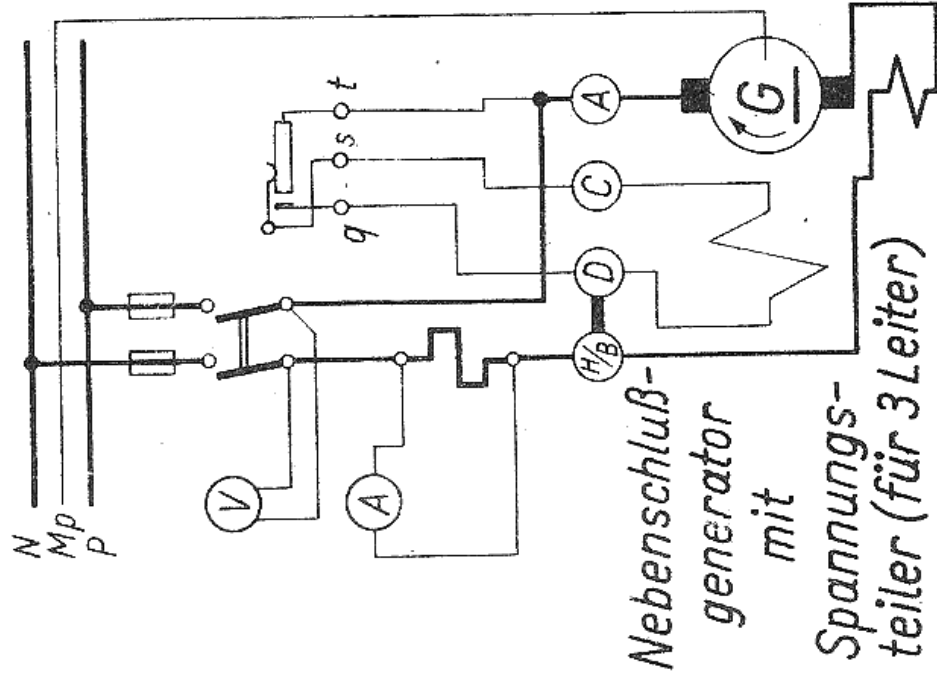
Klemmbretter  
für Linkslauf



Fliehkraftschalter

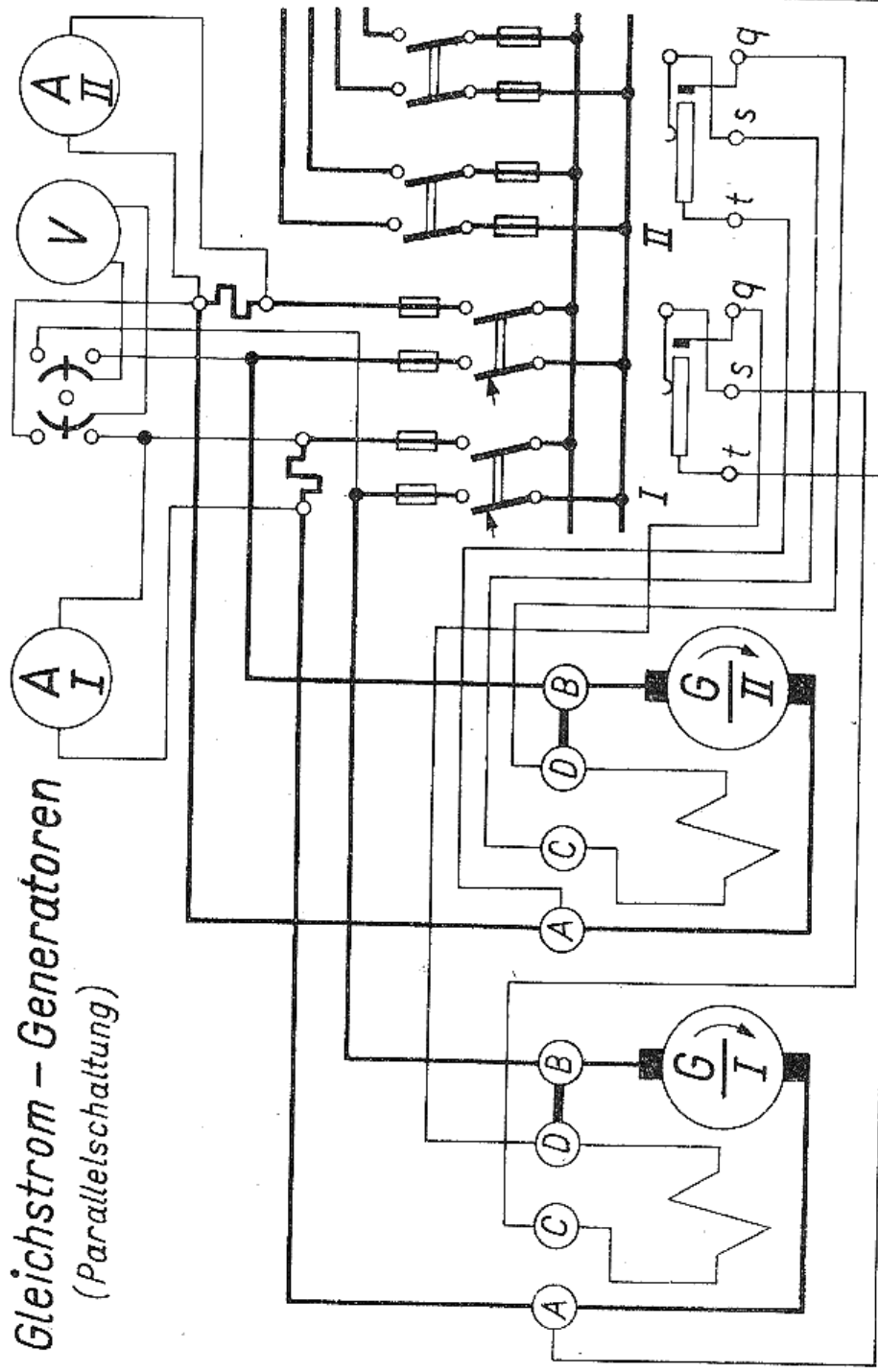


Reihenschluß-Generator

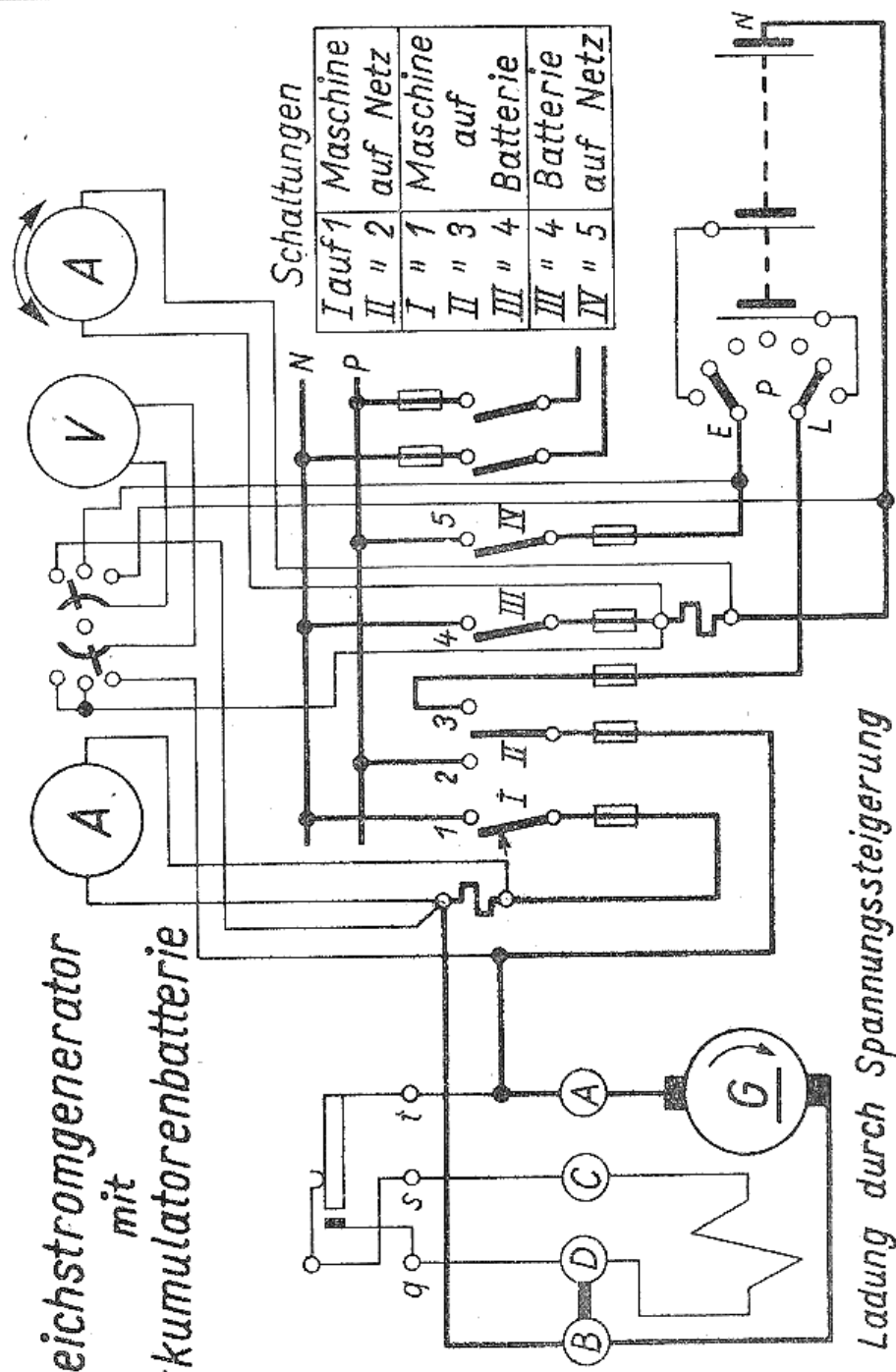
Doppelschluß-  
Generator mit WendepolenNebenschluß-  
generator  
mit  
WendepolenNebenschluß-  
generator  
mit  
Spannungsteiler  
(für 3 Leiter)

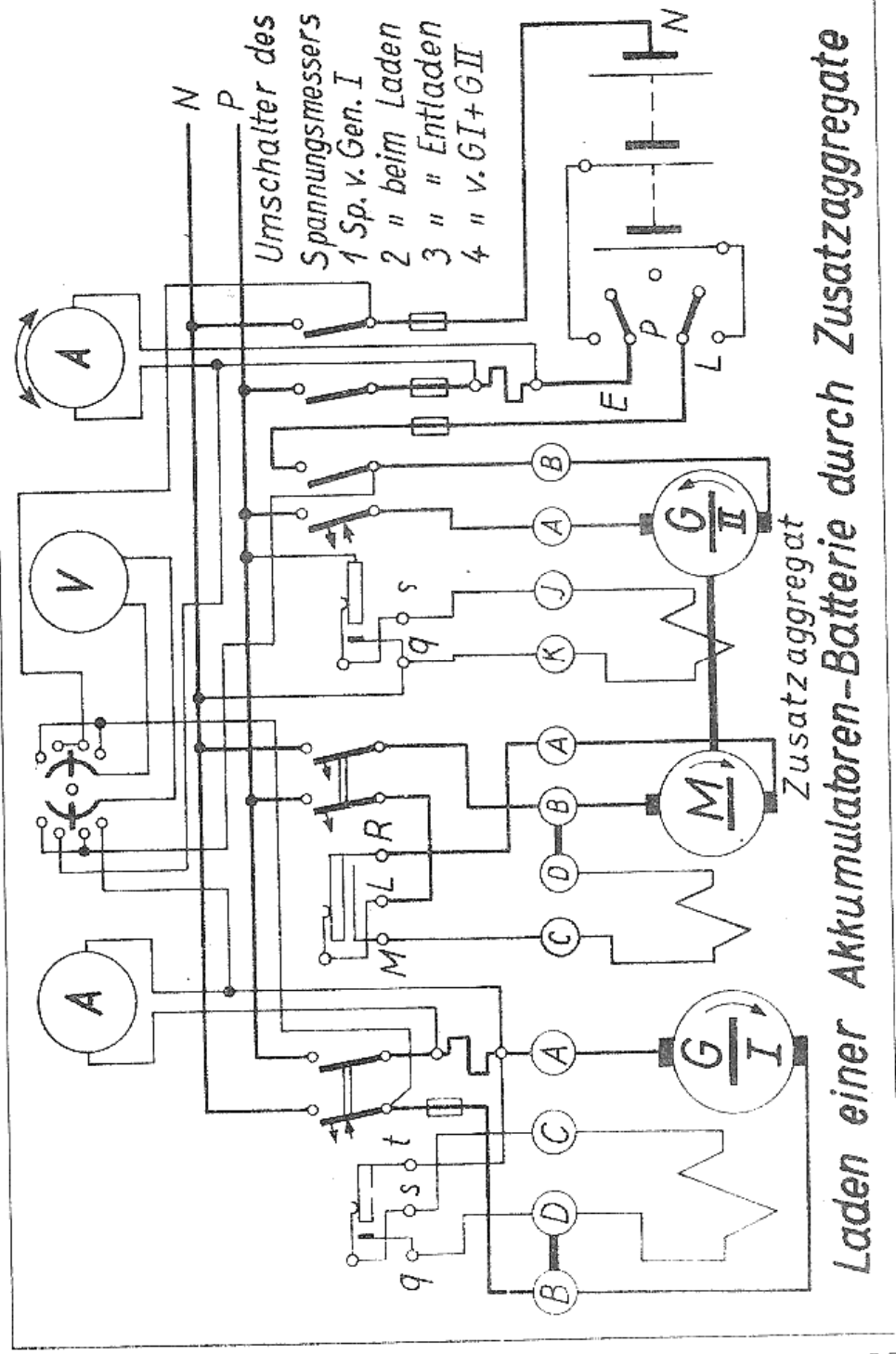
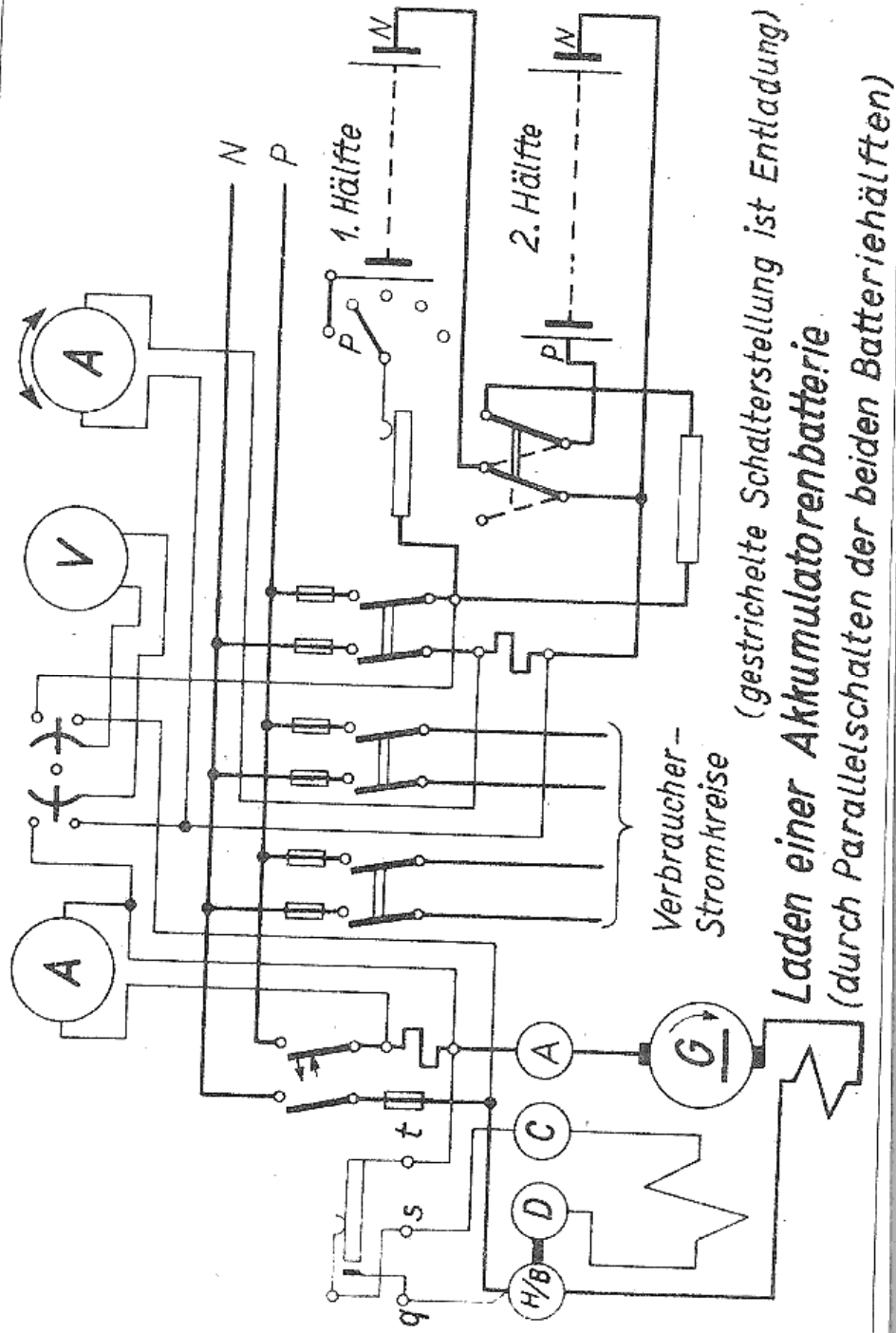


Gleichstrom - Generatoren  
(Parallelschaltung)

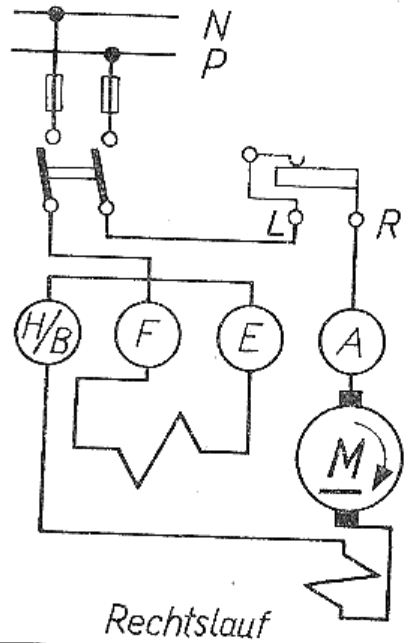


Gleichstromgenerator  
mit  
Akkumulatorenbatterie

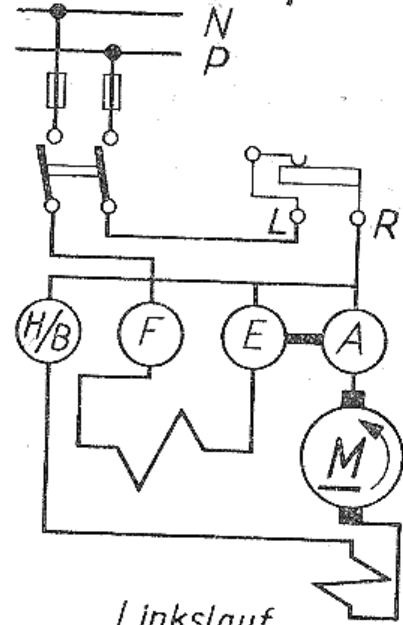




### Reihenschlußmotor mit Wendepolen

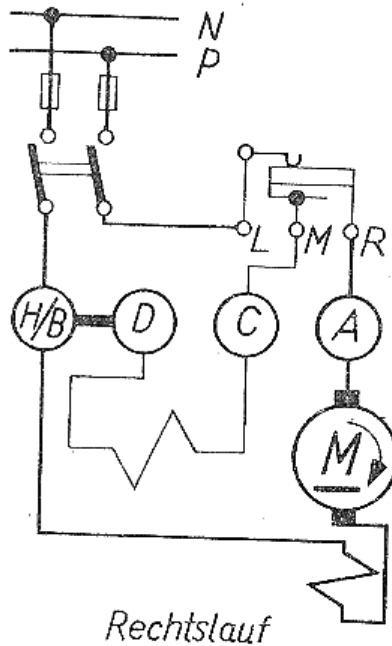


Rechtslauf

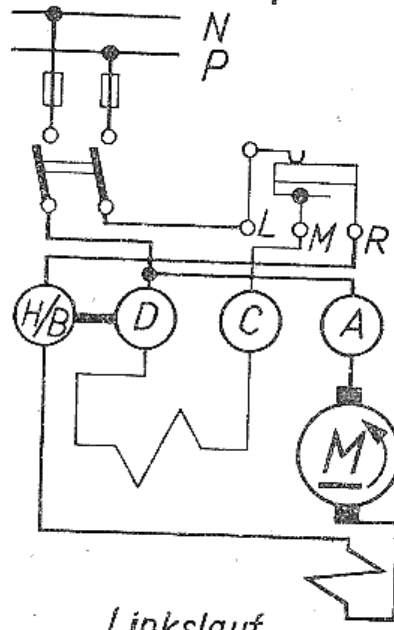


Linkslauf

### Nebenschlußmotor mit Wendepolen

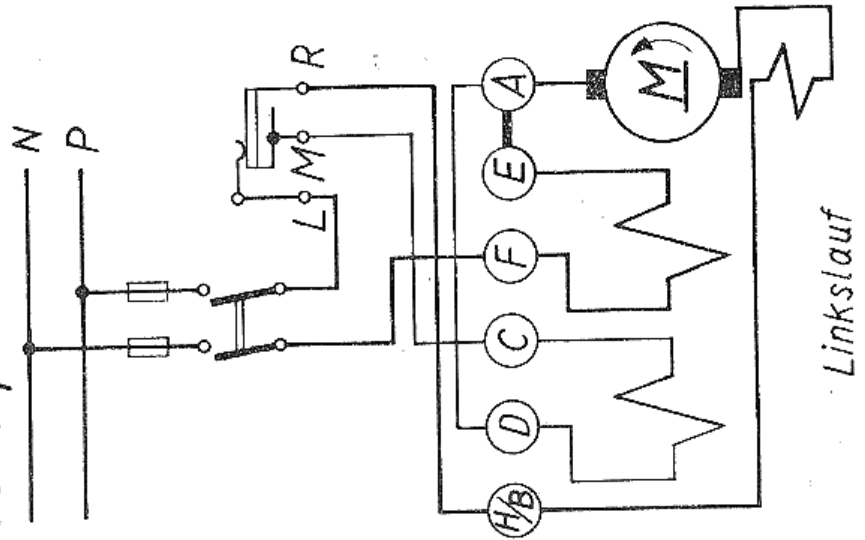


Rechtslauf

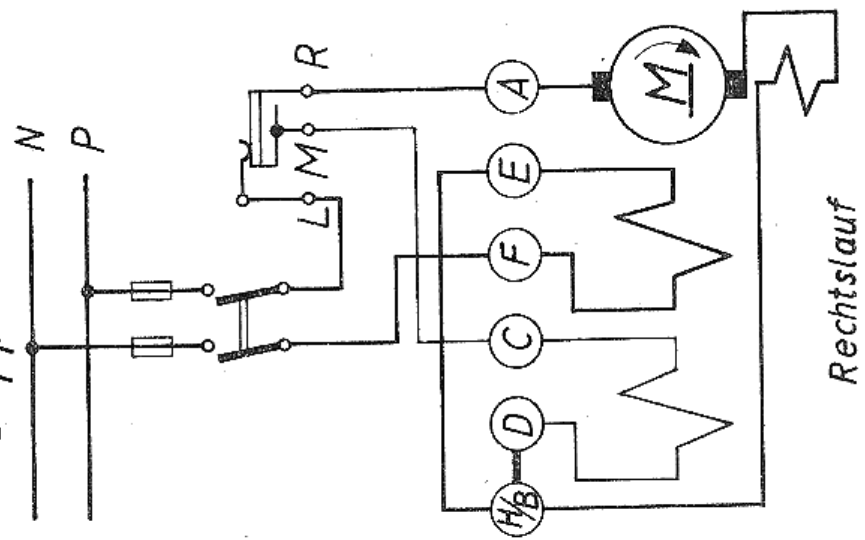


Linkslauf

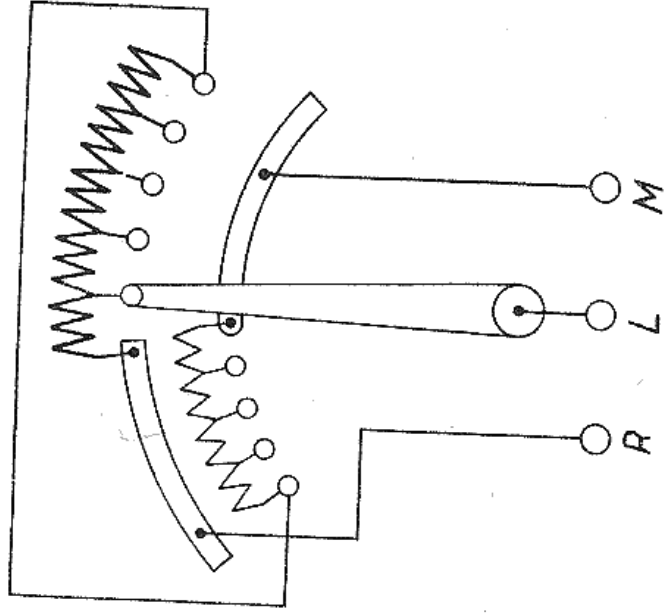
### Doppelschlußmotoren mit Wendepolen



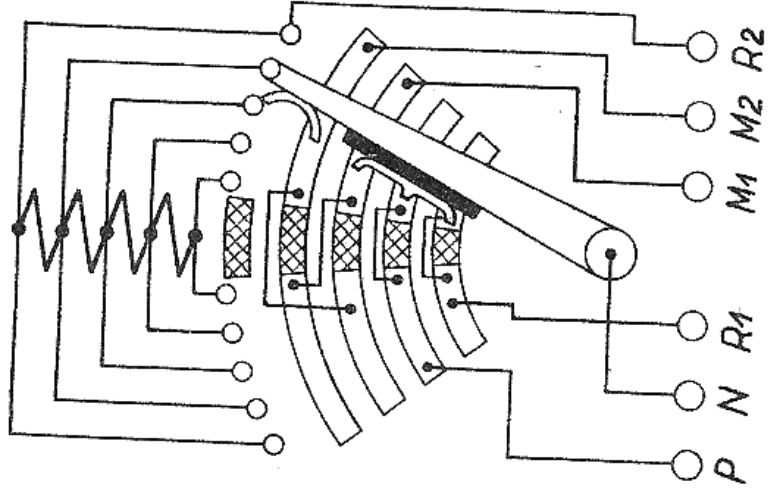
Linkslauf



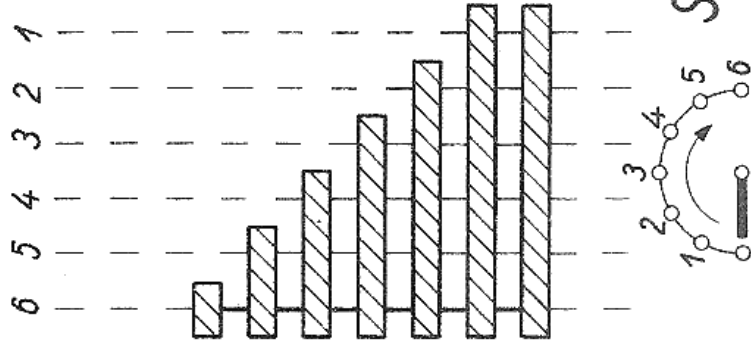
Rechtslauf



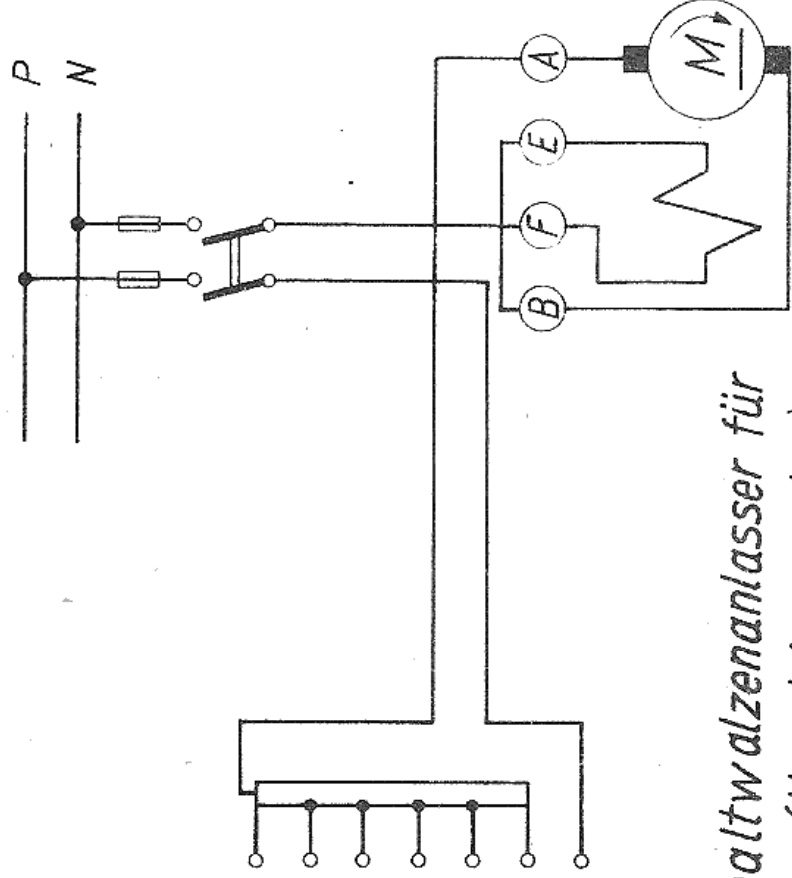
Regulier-Anlasser

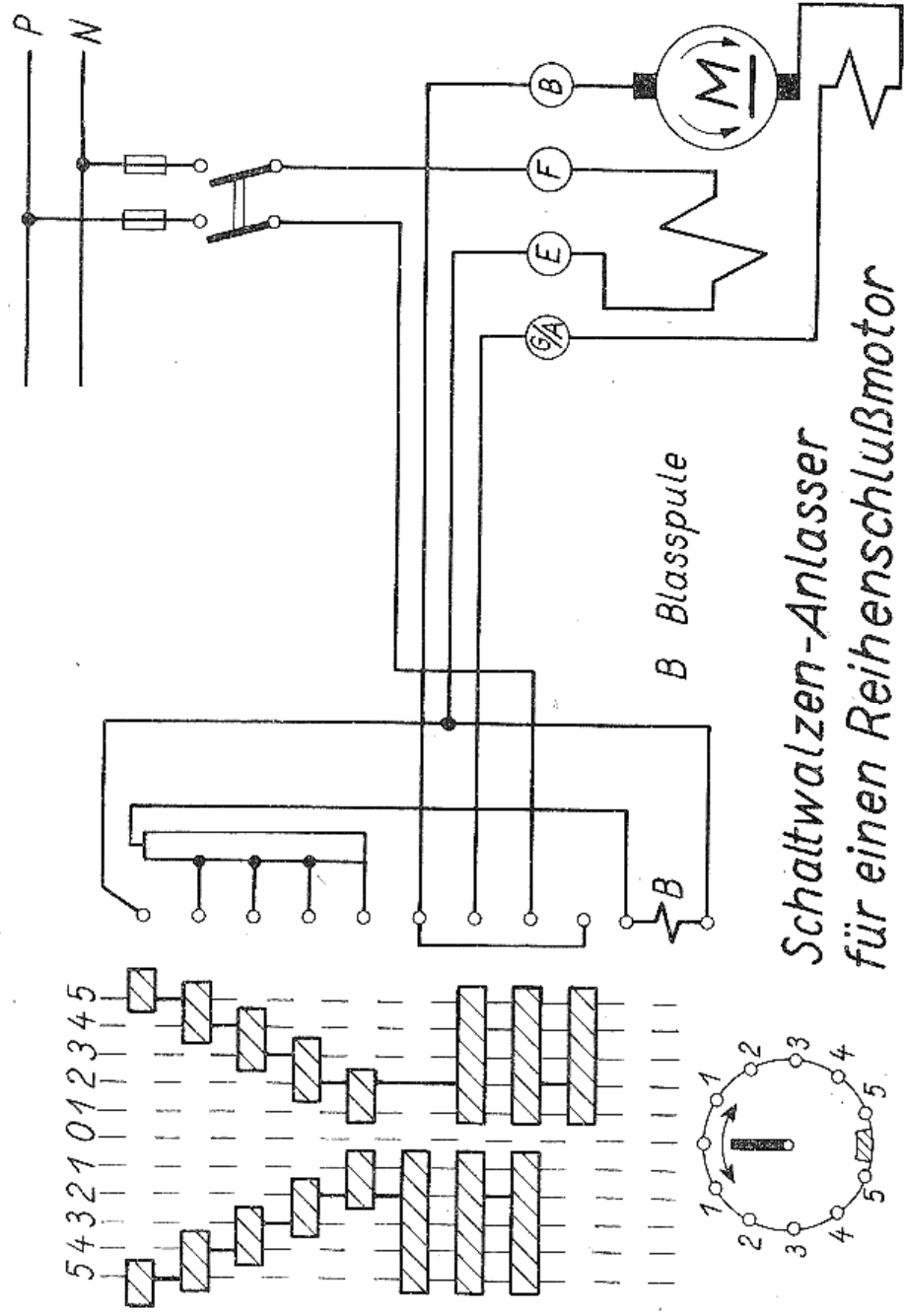


Umkehr-Anlasser

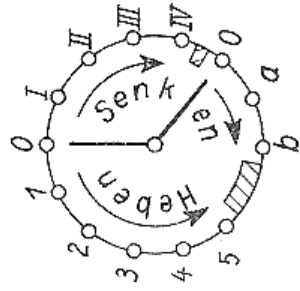
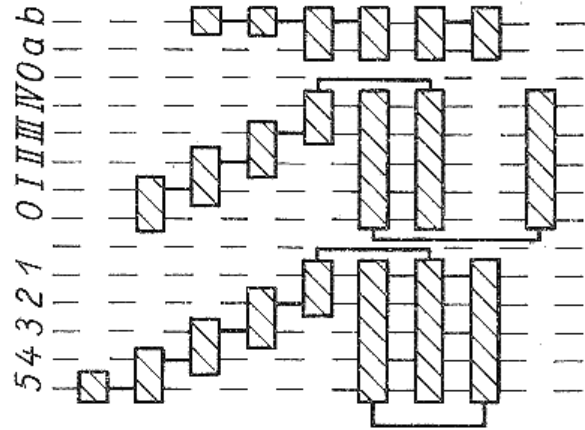


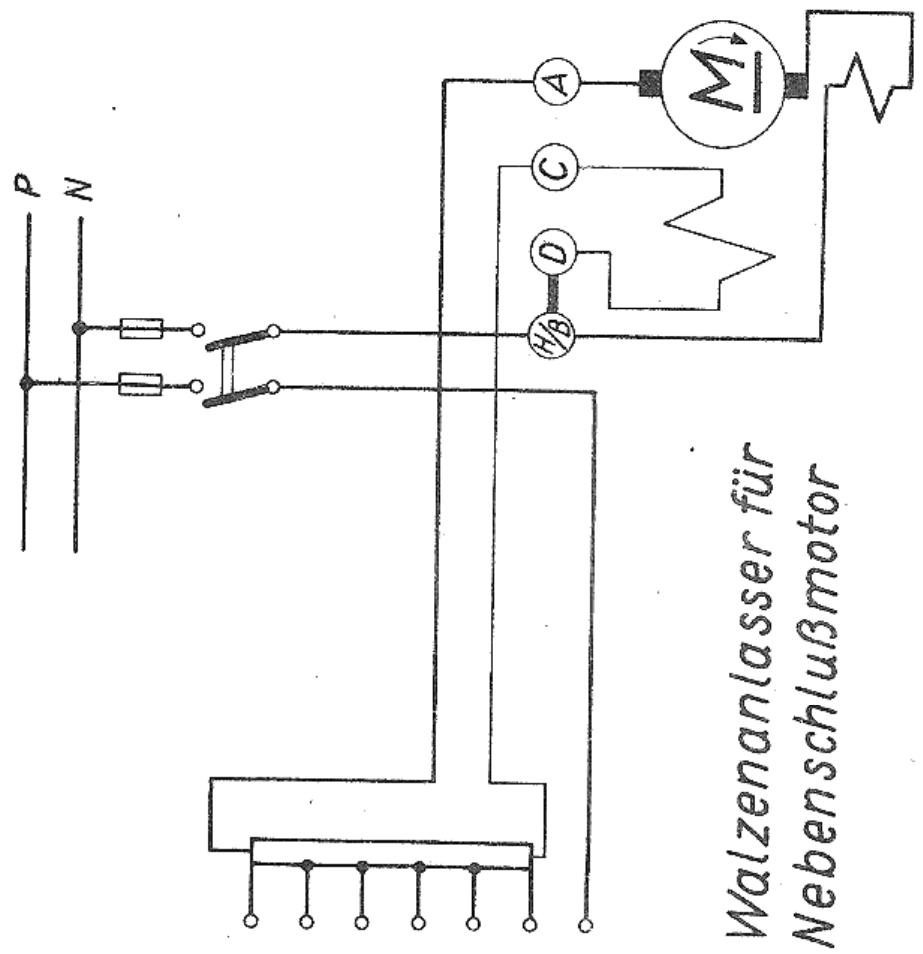
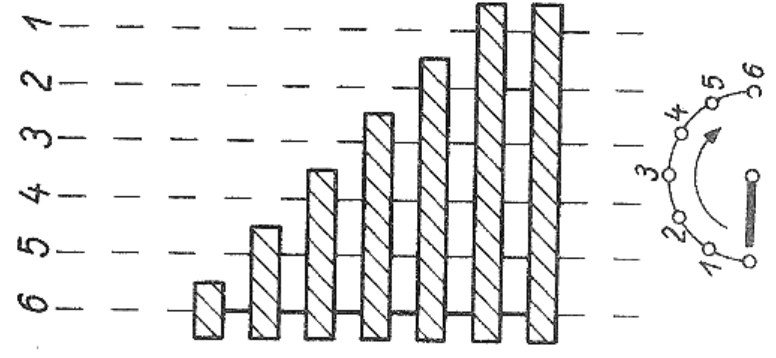
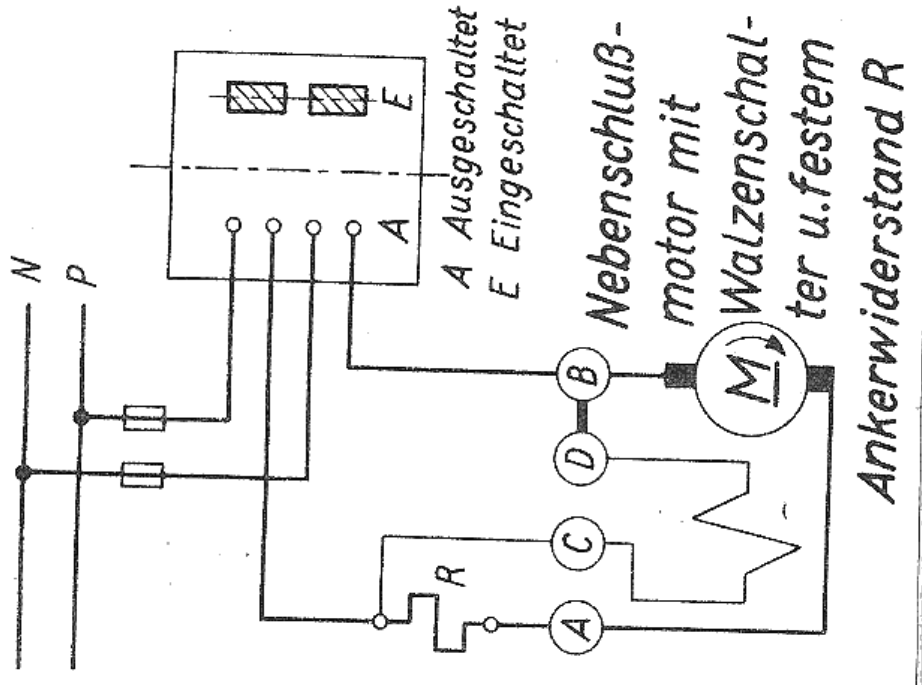
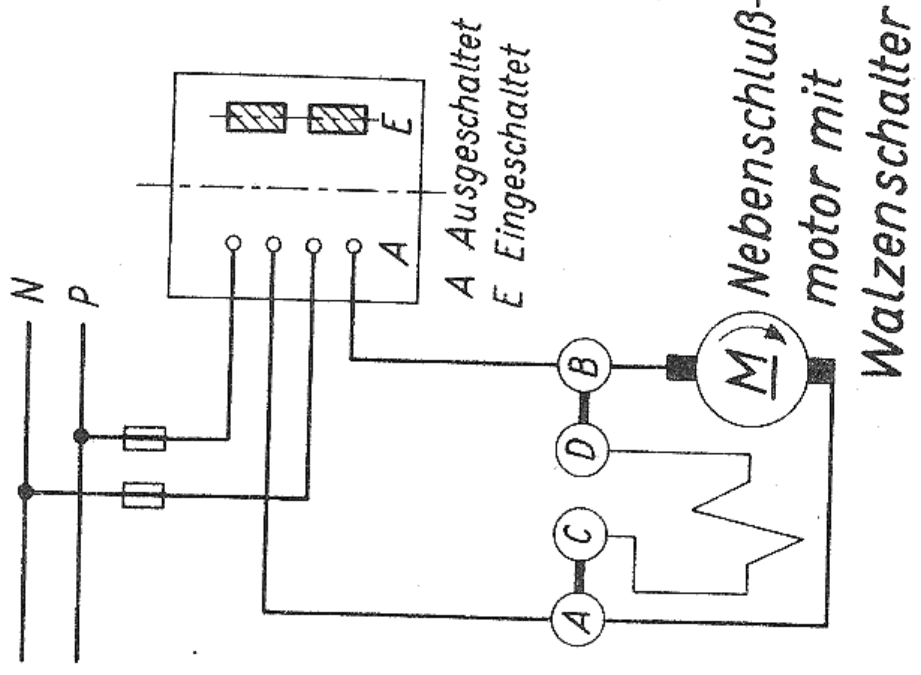
Schaltwalzenanlasser für  
(Hauptstrommotor)  
Reihenschlußmotor

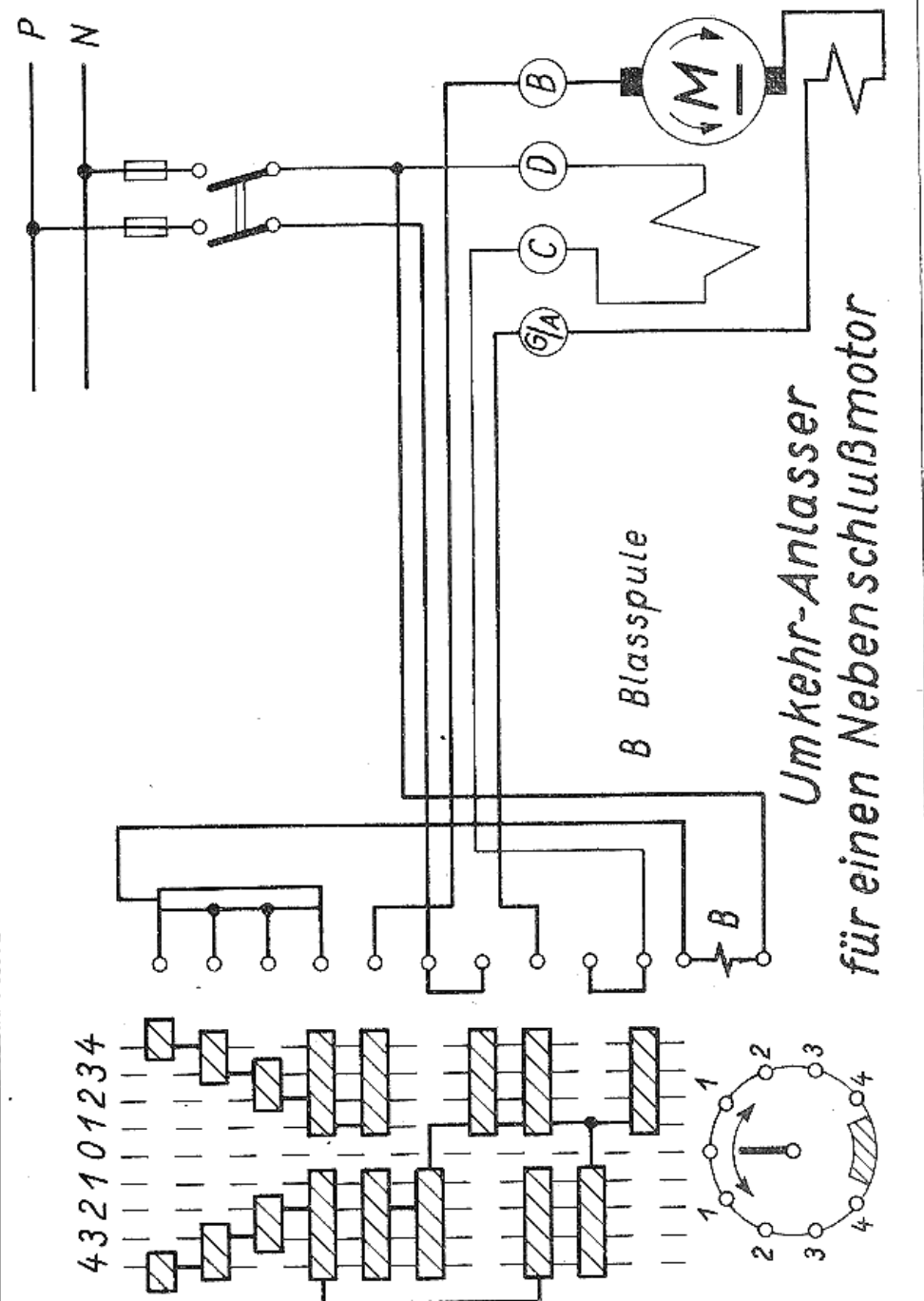
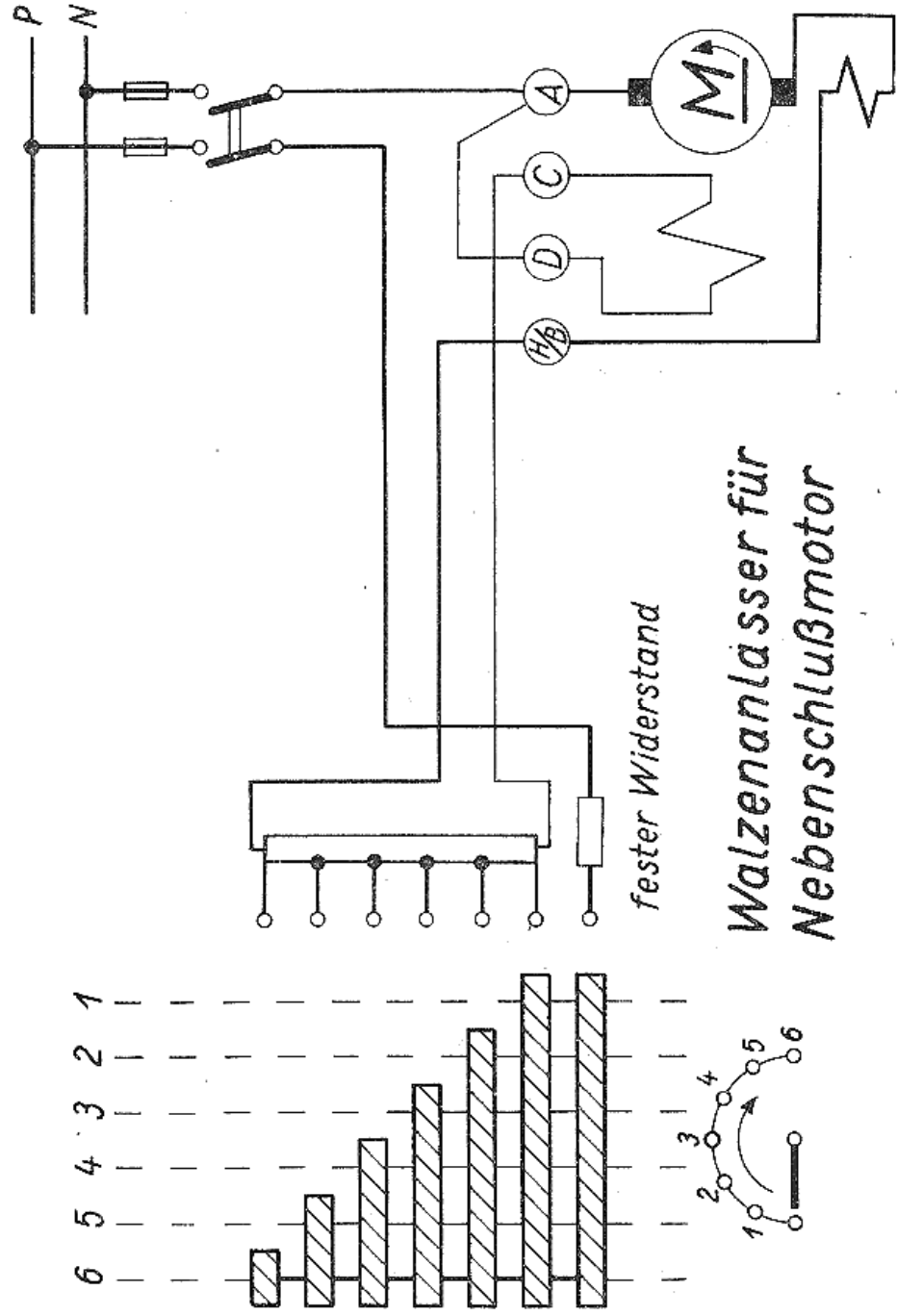


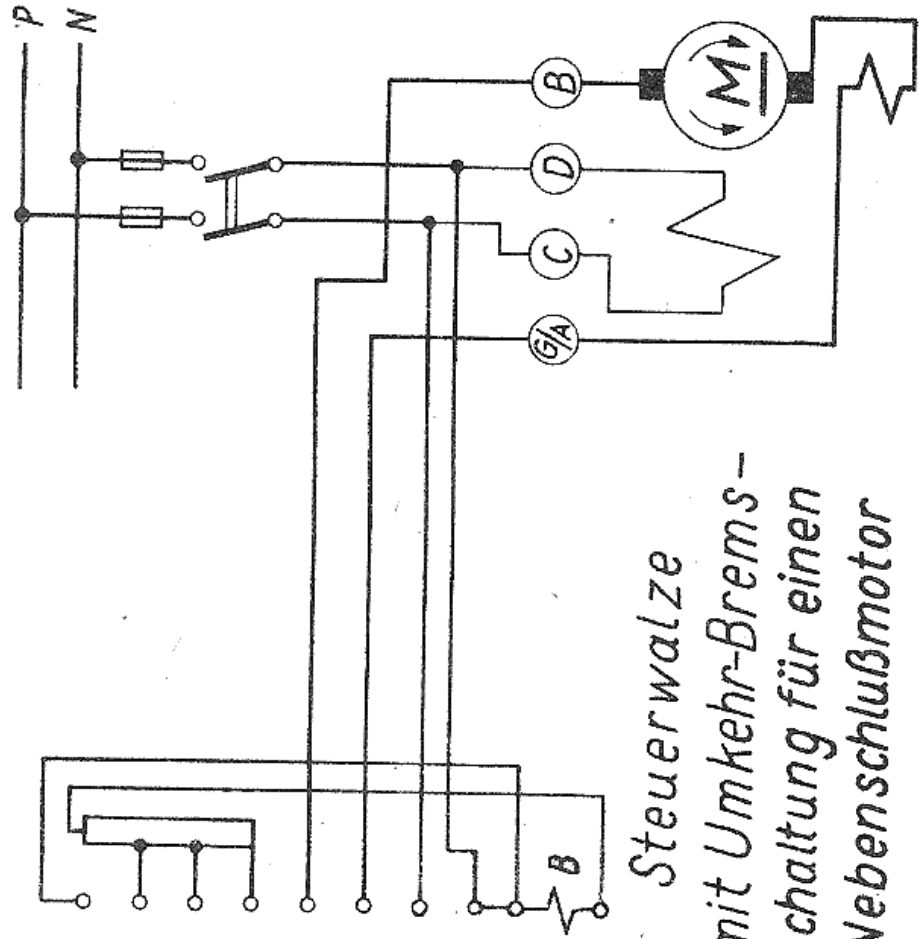
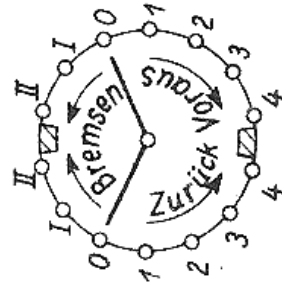
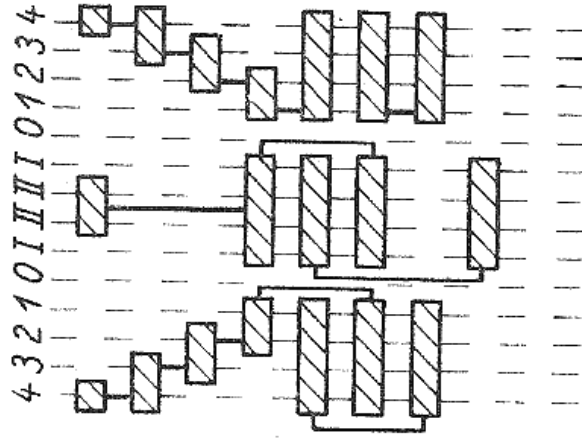


5 4 3 2 1 0 I II III IV 0 a b

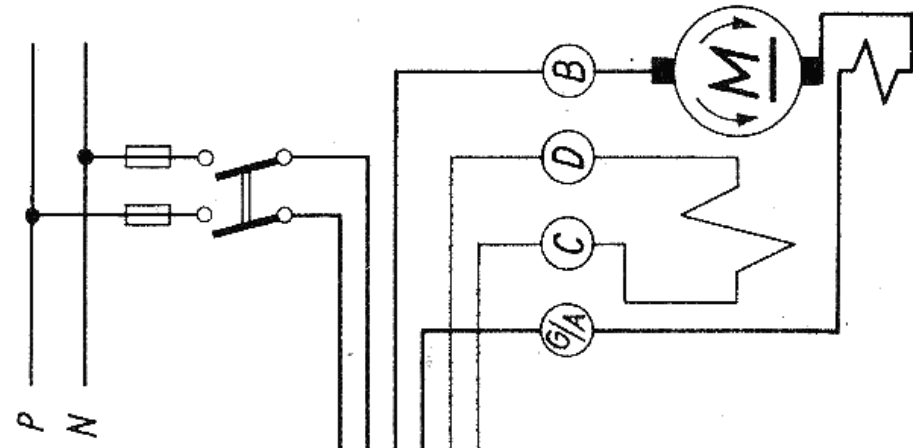
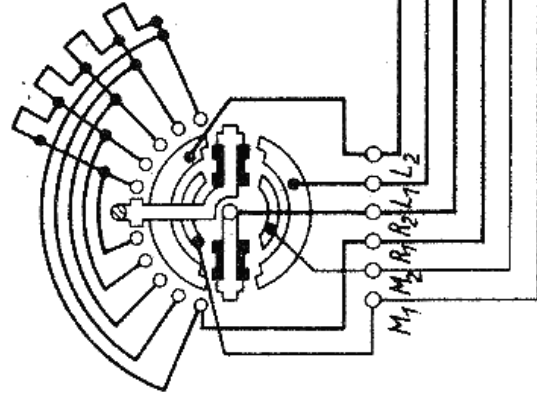








Steuerwalze  
mit Umkehr-Brems-  
schaltung für einen  
Nebenschlußmotor

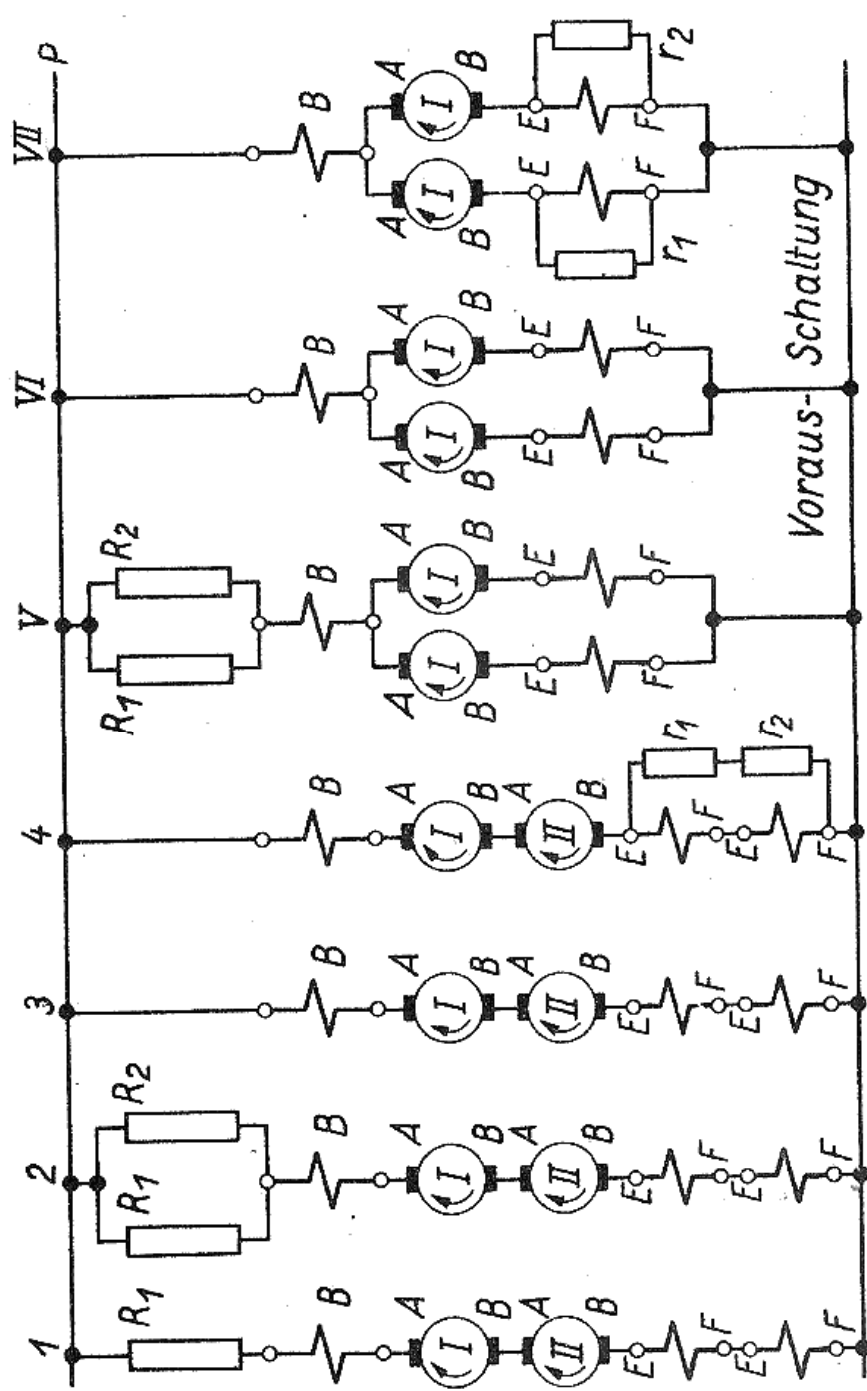
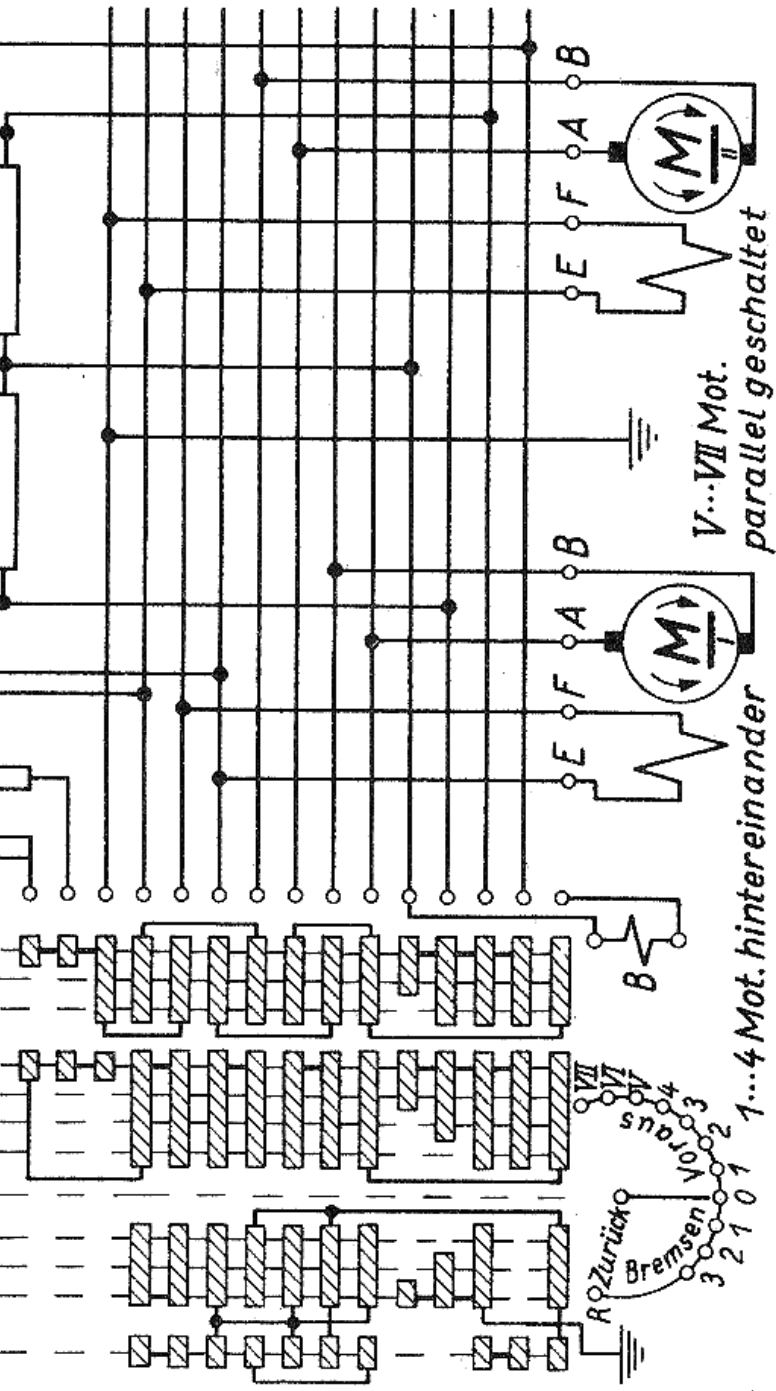


Nebenschlußmotor mit  
Umkehranlasser

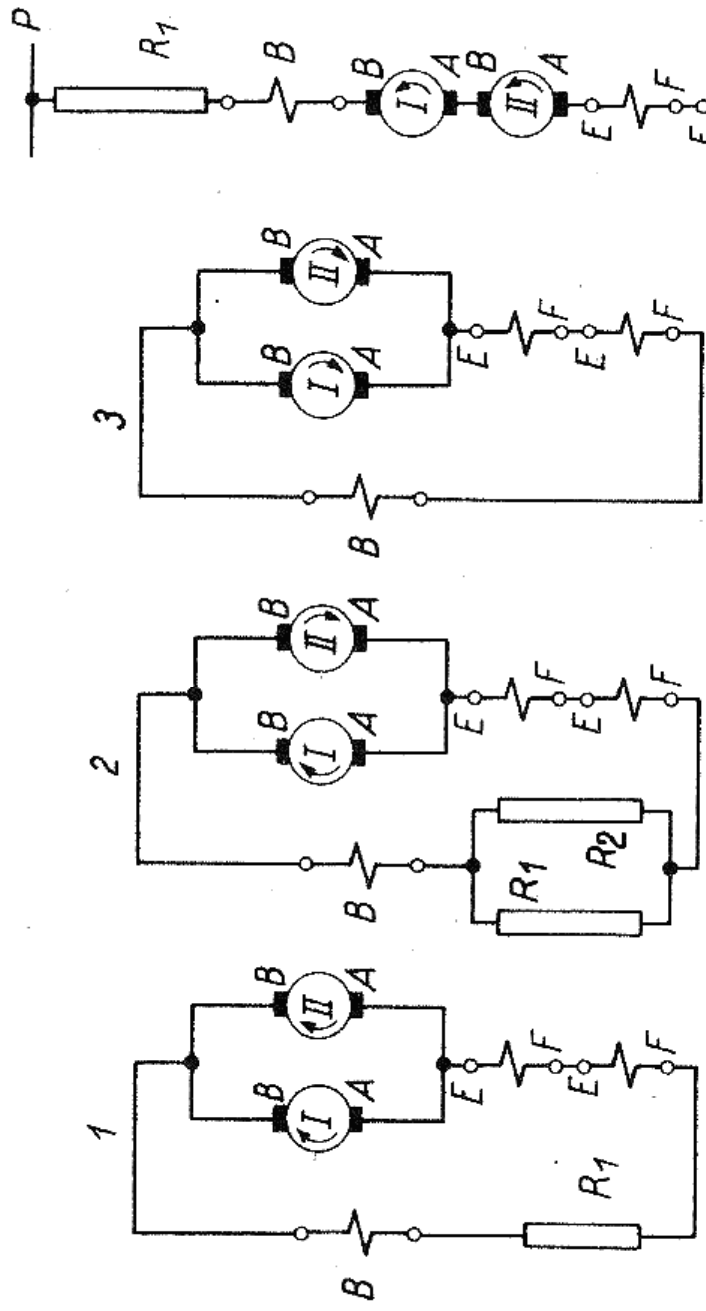


# Walzenanlasser für Straßenbahnmotoren

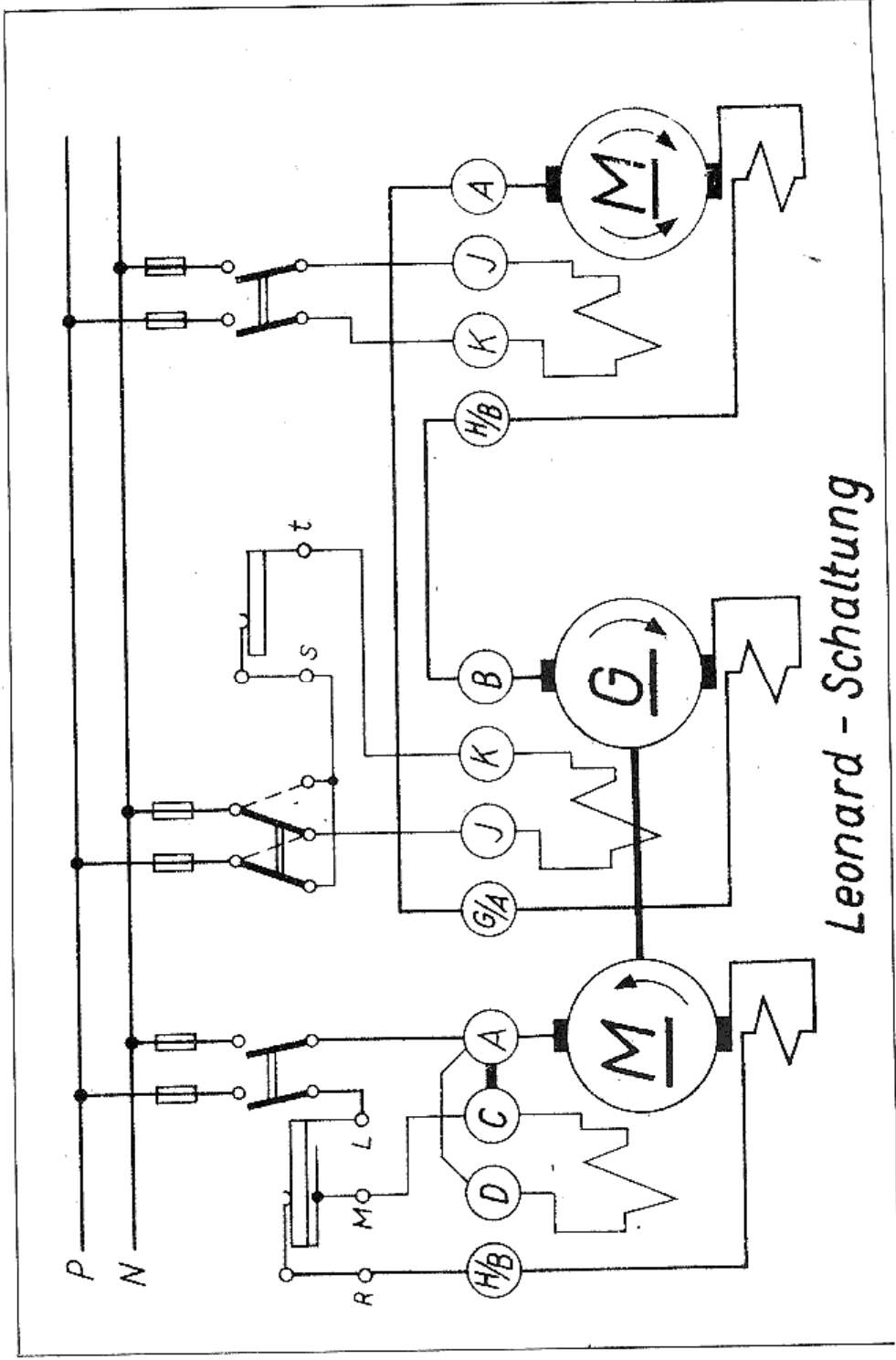
R 3 2 1 0 1 2 3 4 V VII



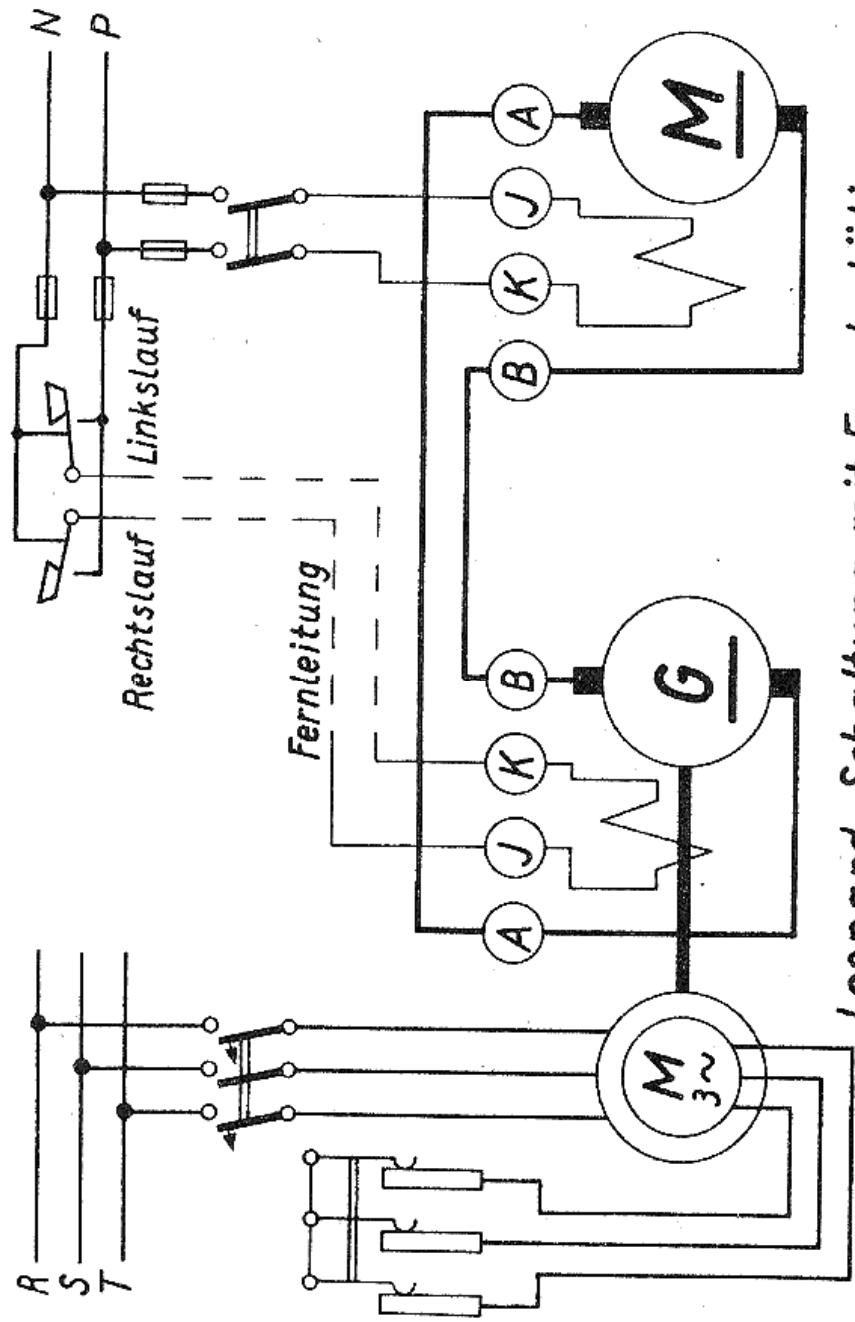
Die 7 Schaltstufen für die Straßenbahnmotoren der vorhergehenden Seite



Die 3 Schaltstufen für die Straßenbahnmotoren auf Seite 78 für das Bremsen. Rechts die Schaltung für Rückwärts

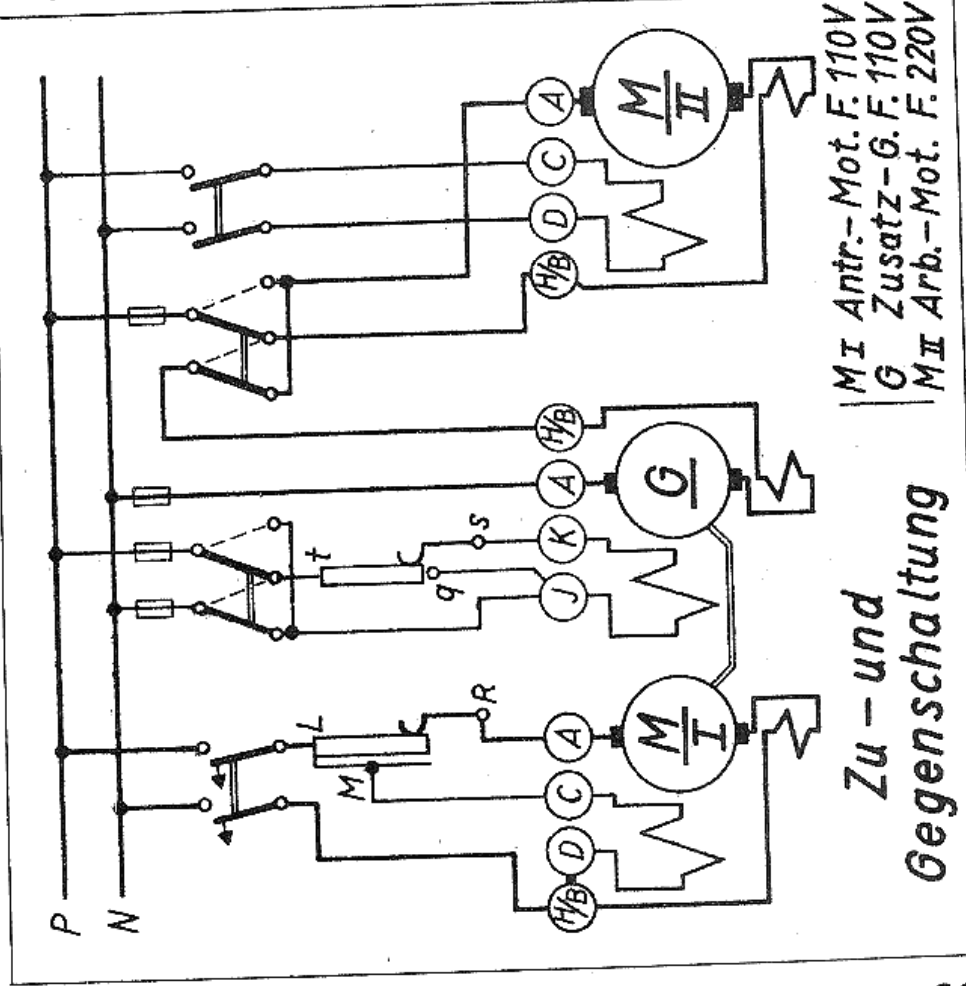


Leonard - Schaltung



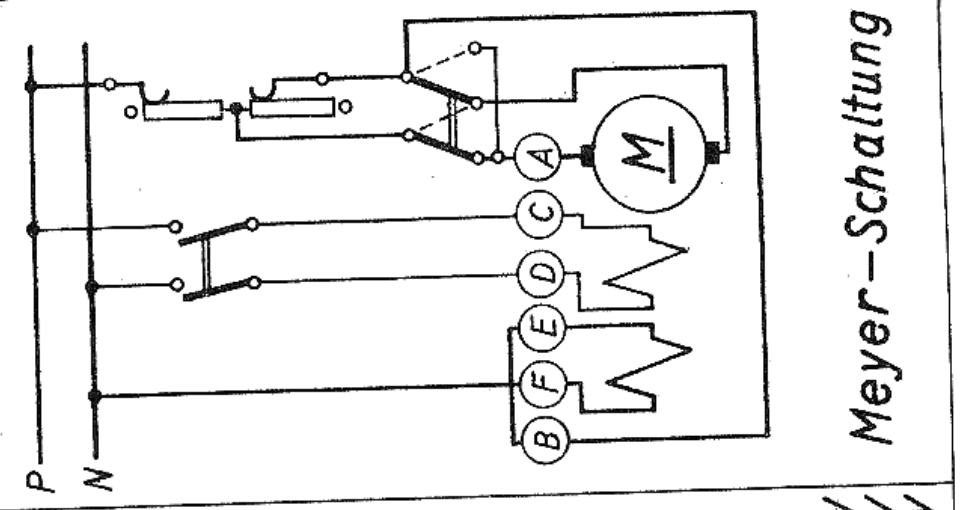
Leonard-Schaltung mit Fernbetätigung

Rechtslauf  
Linkslauf  
Fernleitung



$M_I$  Antr.-Mot. F. 110V  
 $G$  Zusatz-G. F. 110V  
 $M_{II}$  Arb.-Mot. F. 220V

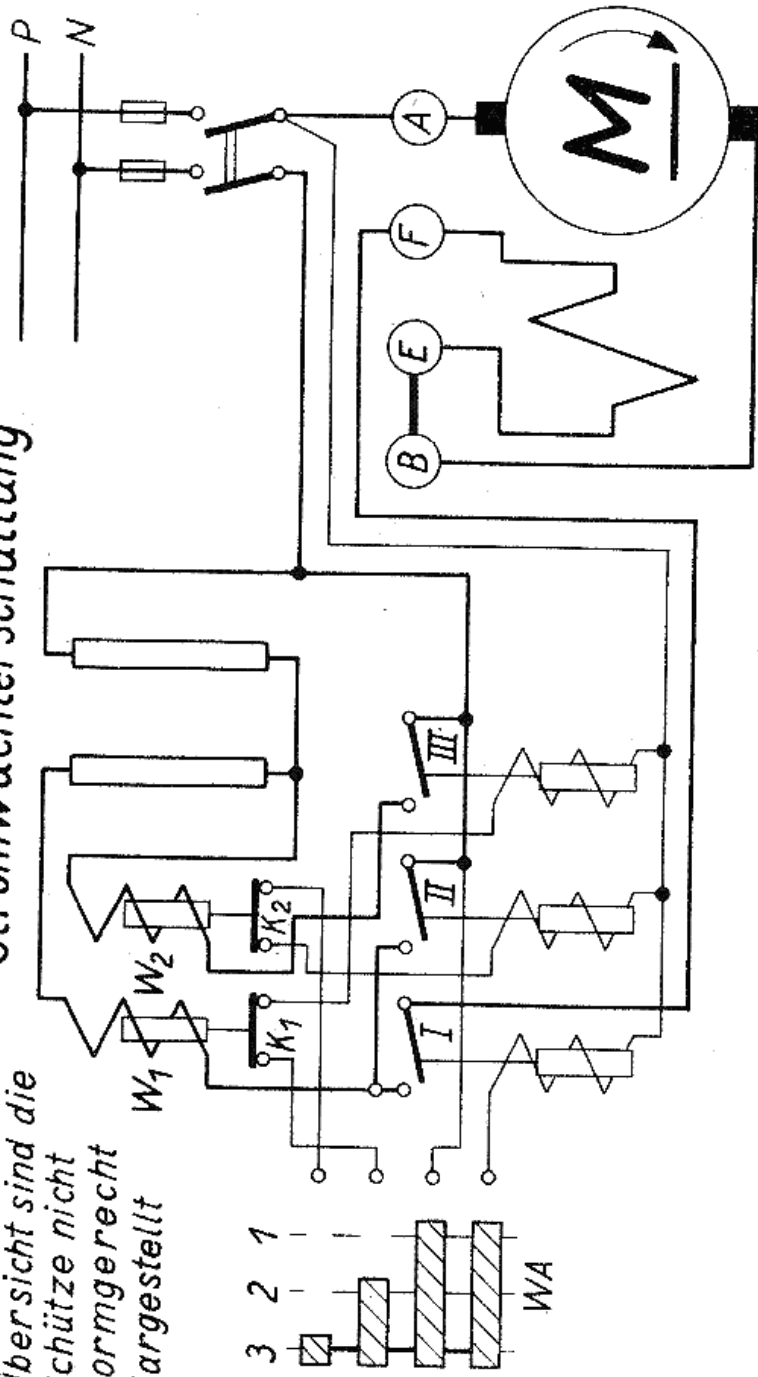
Zu- und Gegenschaltung



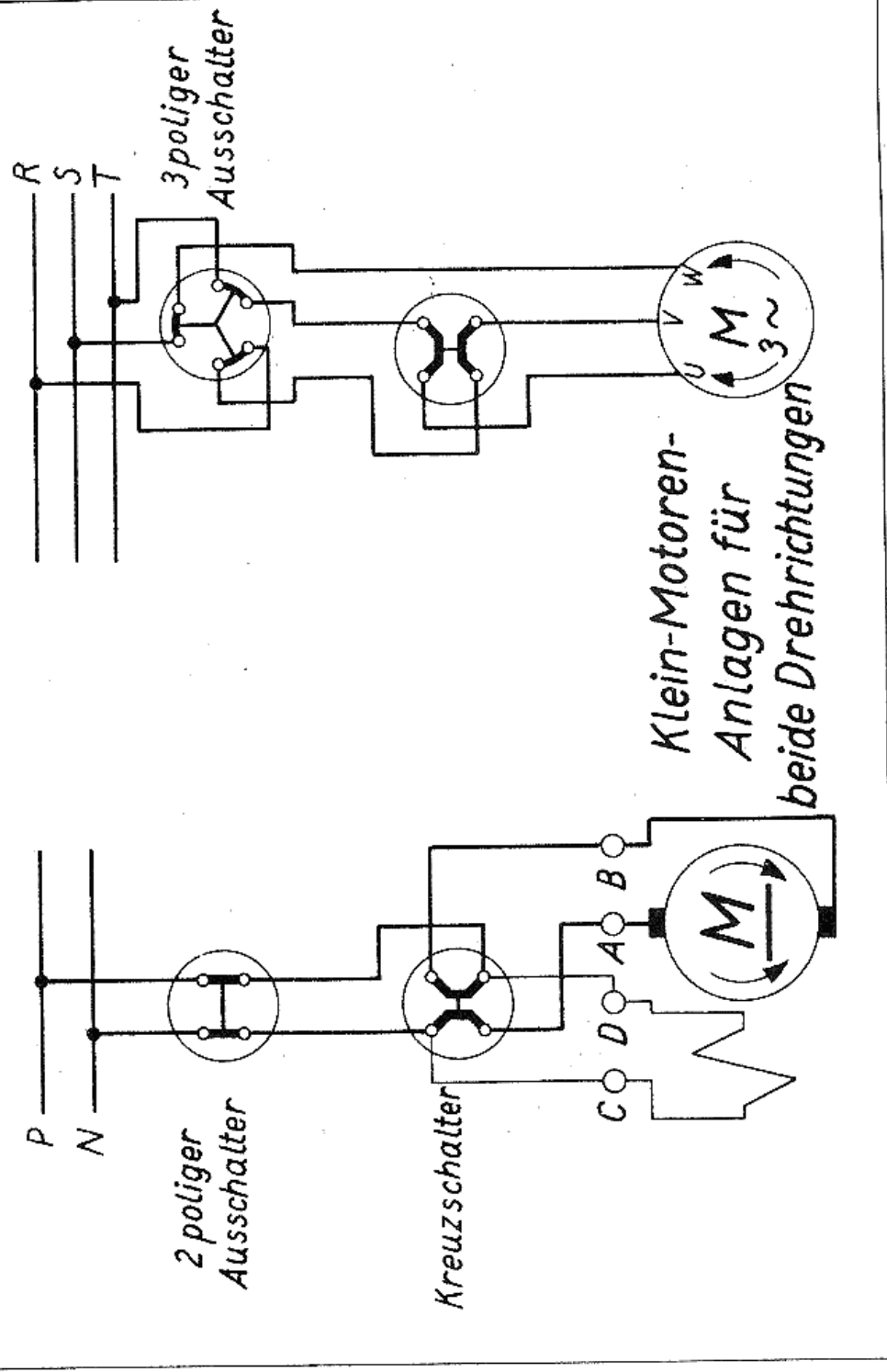
Meyer-Schaltung

### Stromwächterschaltung

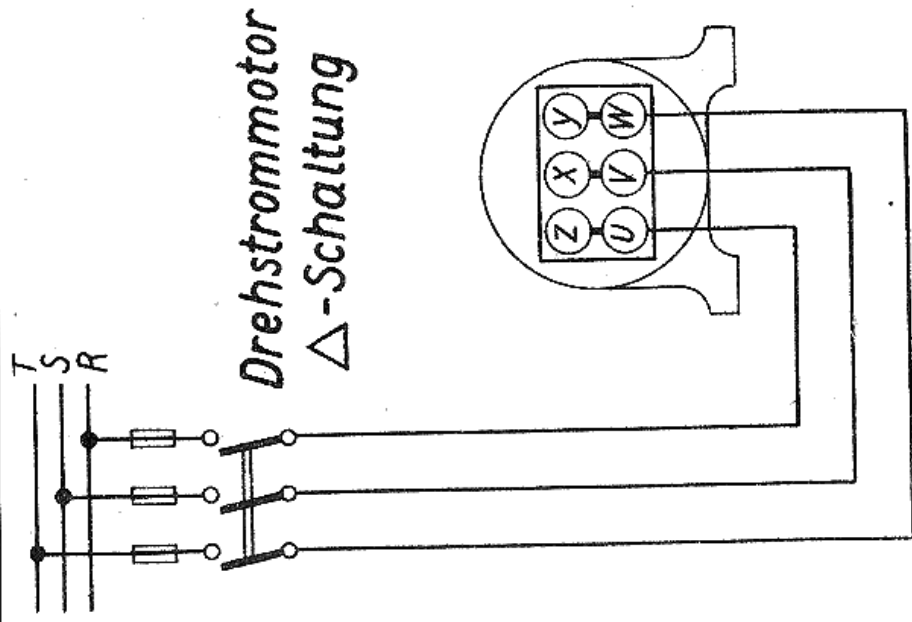
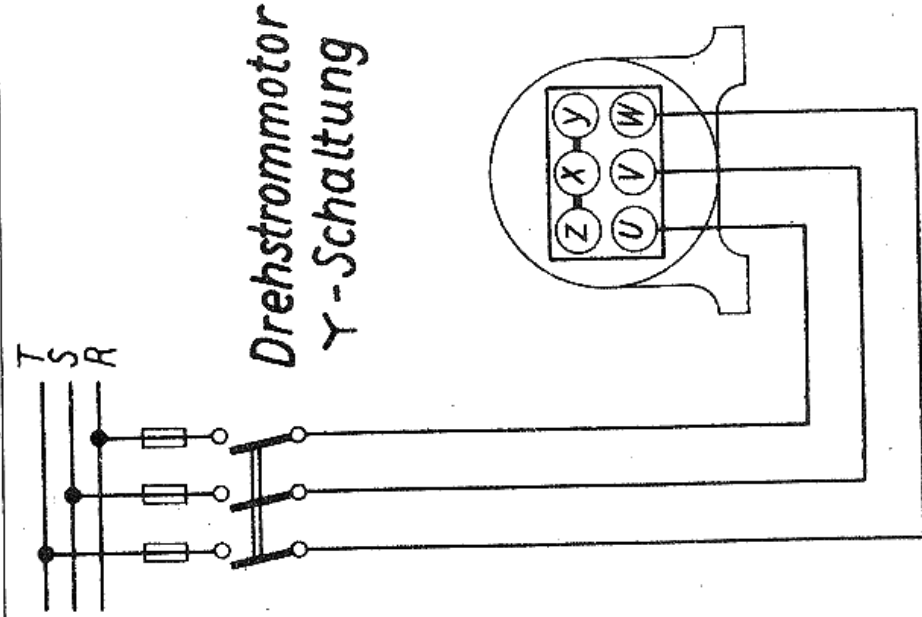
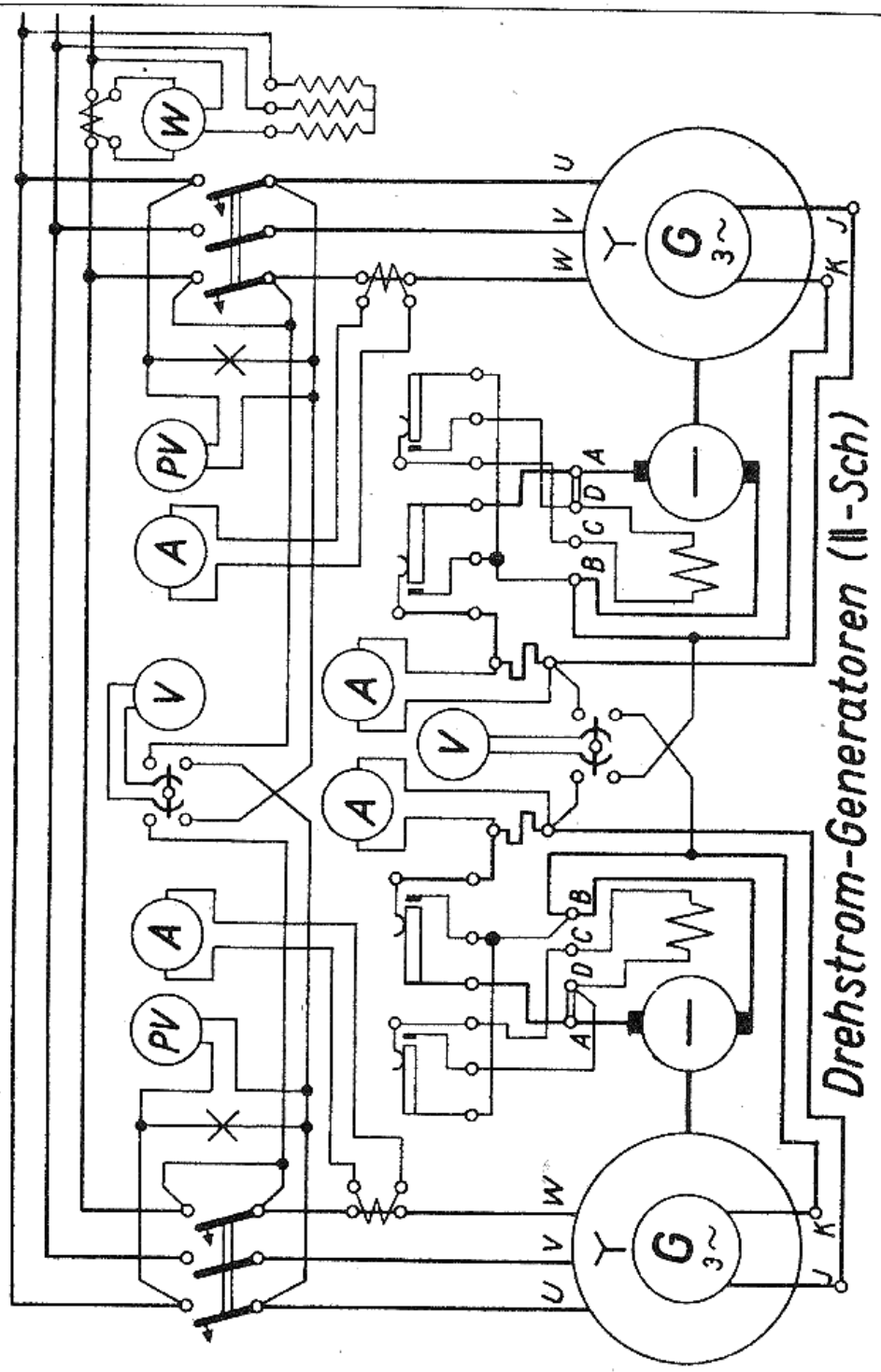
Wegen der besseren Übersicht sind die Schütze nicht normgerecht dargestellt

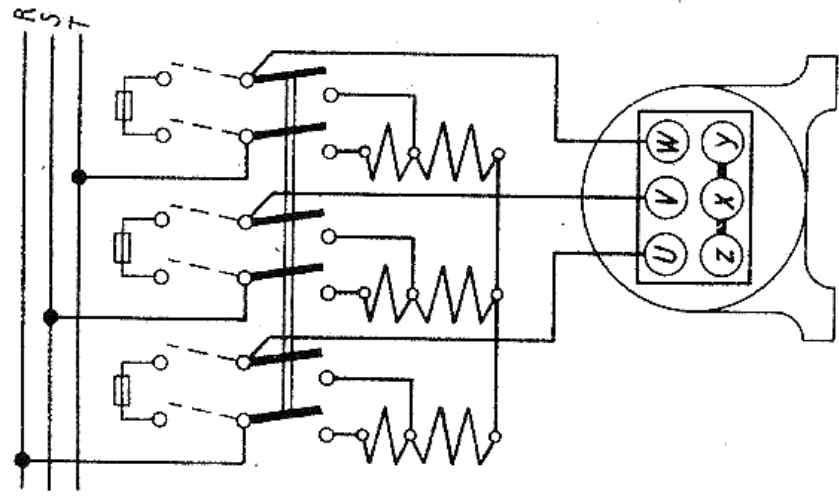


W<sub>1</sub> u. W<sub>2</sub> sind Stromwächter, die die Kontakte K<sub>1</sub> u. K<sub>2</sub> bei Normalstrom schließen. Mittels Walzenanlasser WA werden die Schütze I, II u. III geschlossen.

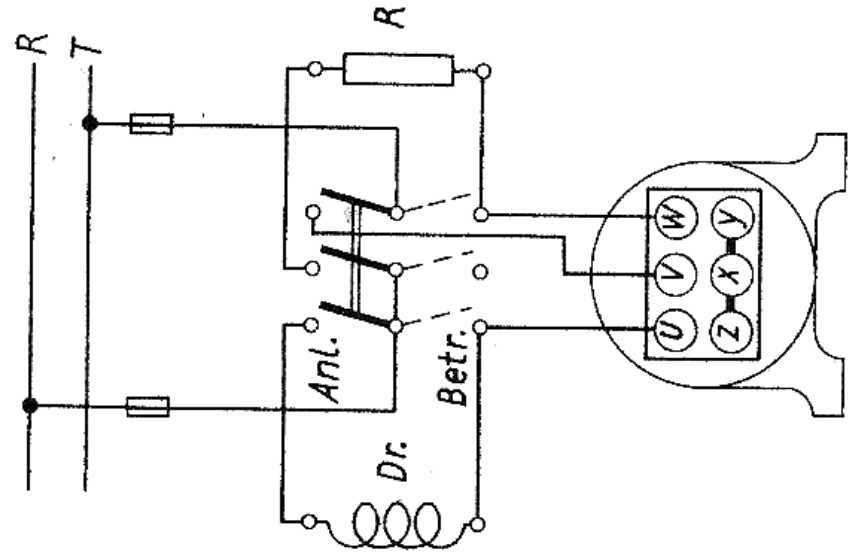


Klein-Motoren-  
Anlagen für  
beide Drehrichtungen

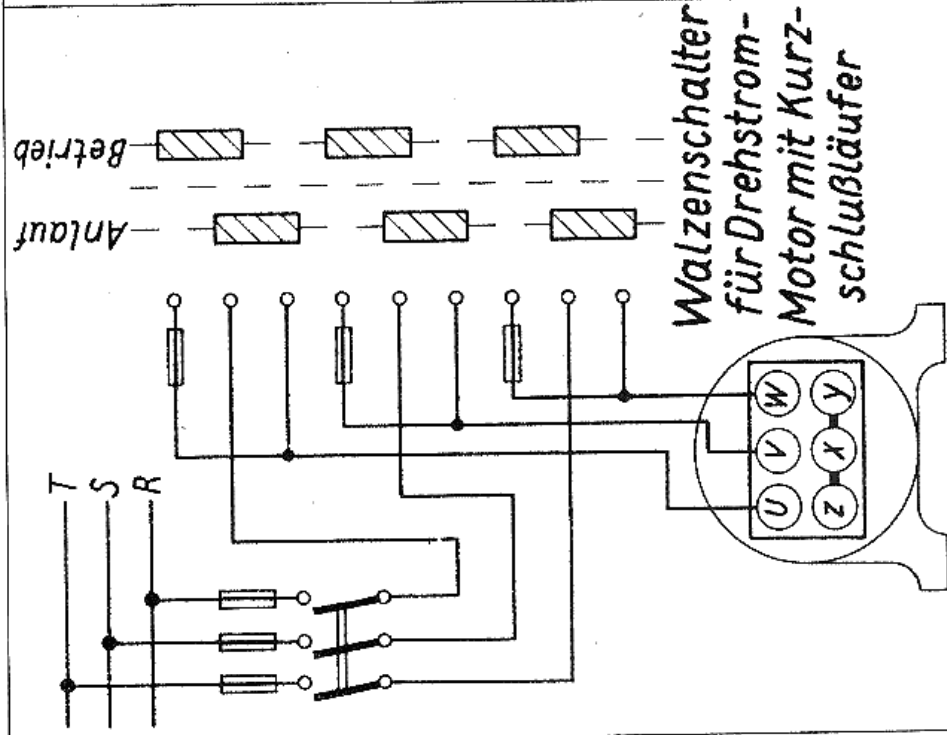




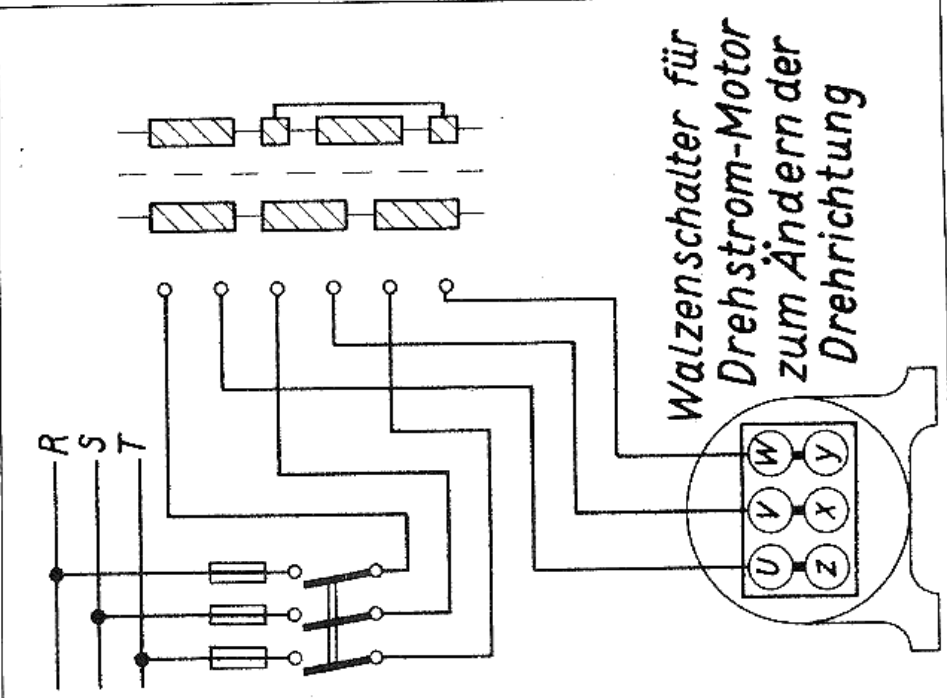
Kurzschlußmotor mit Anlaufbsp.



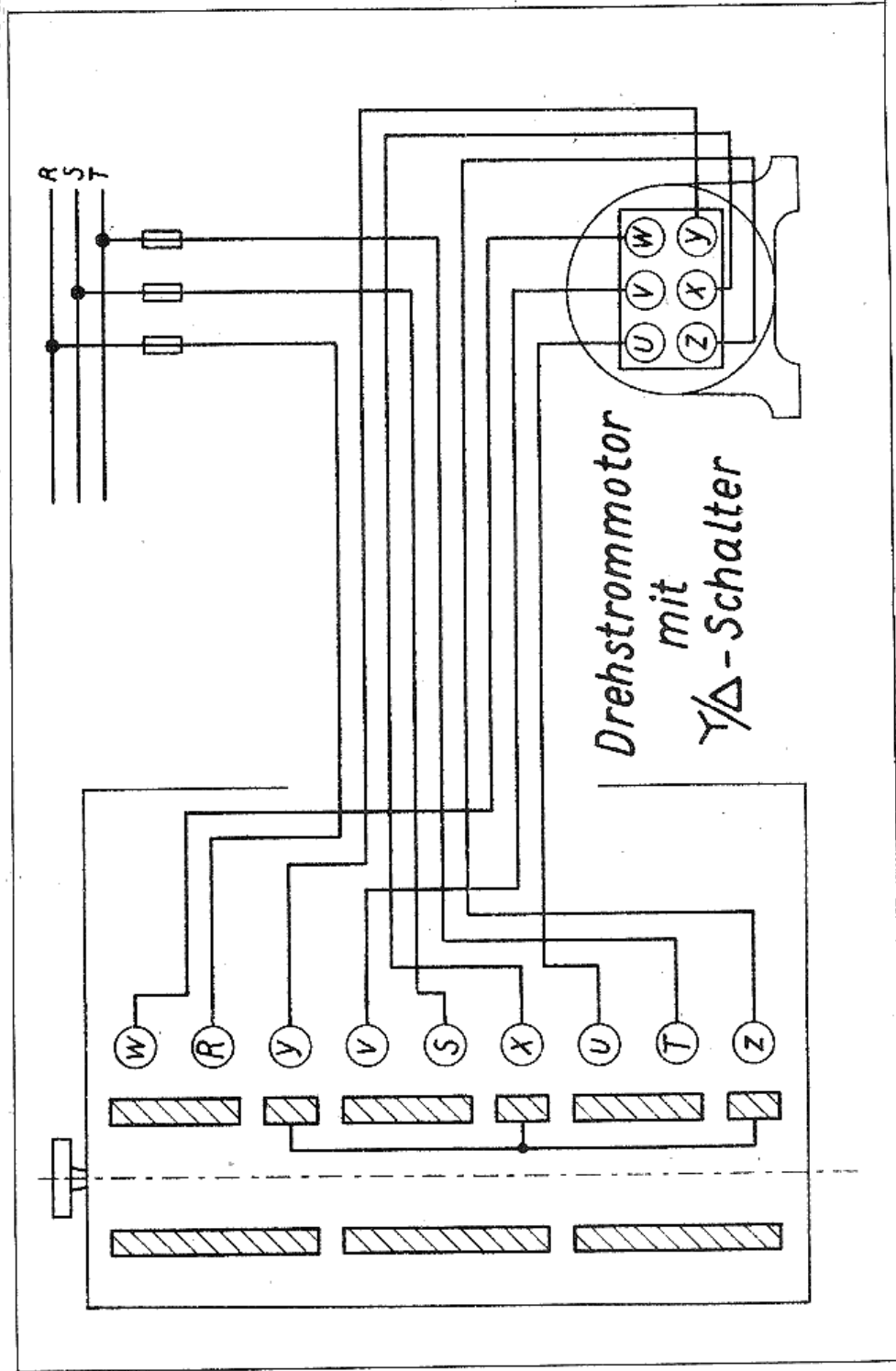
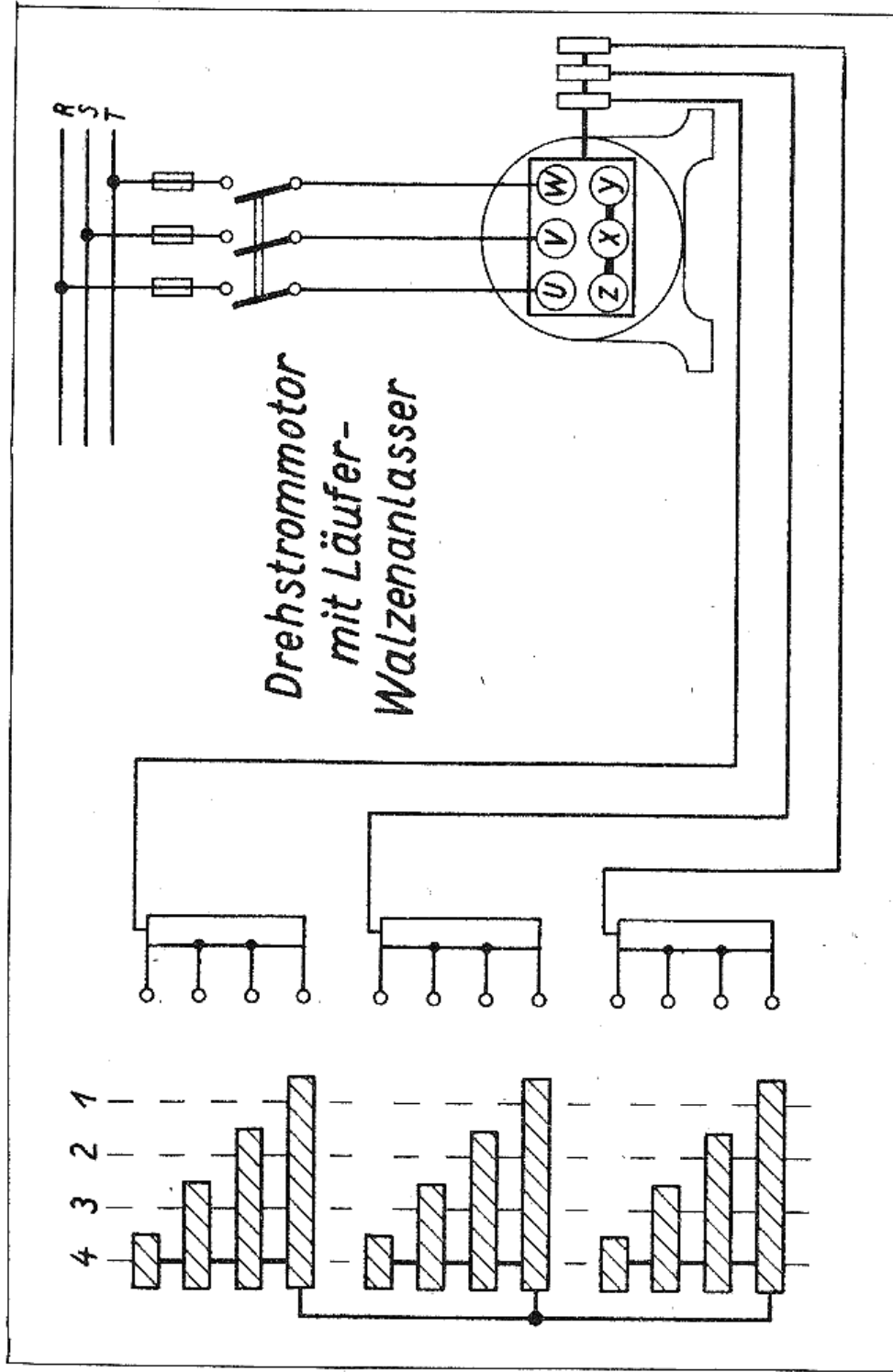
Drehstrommotor am Einphasennetz

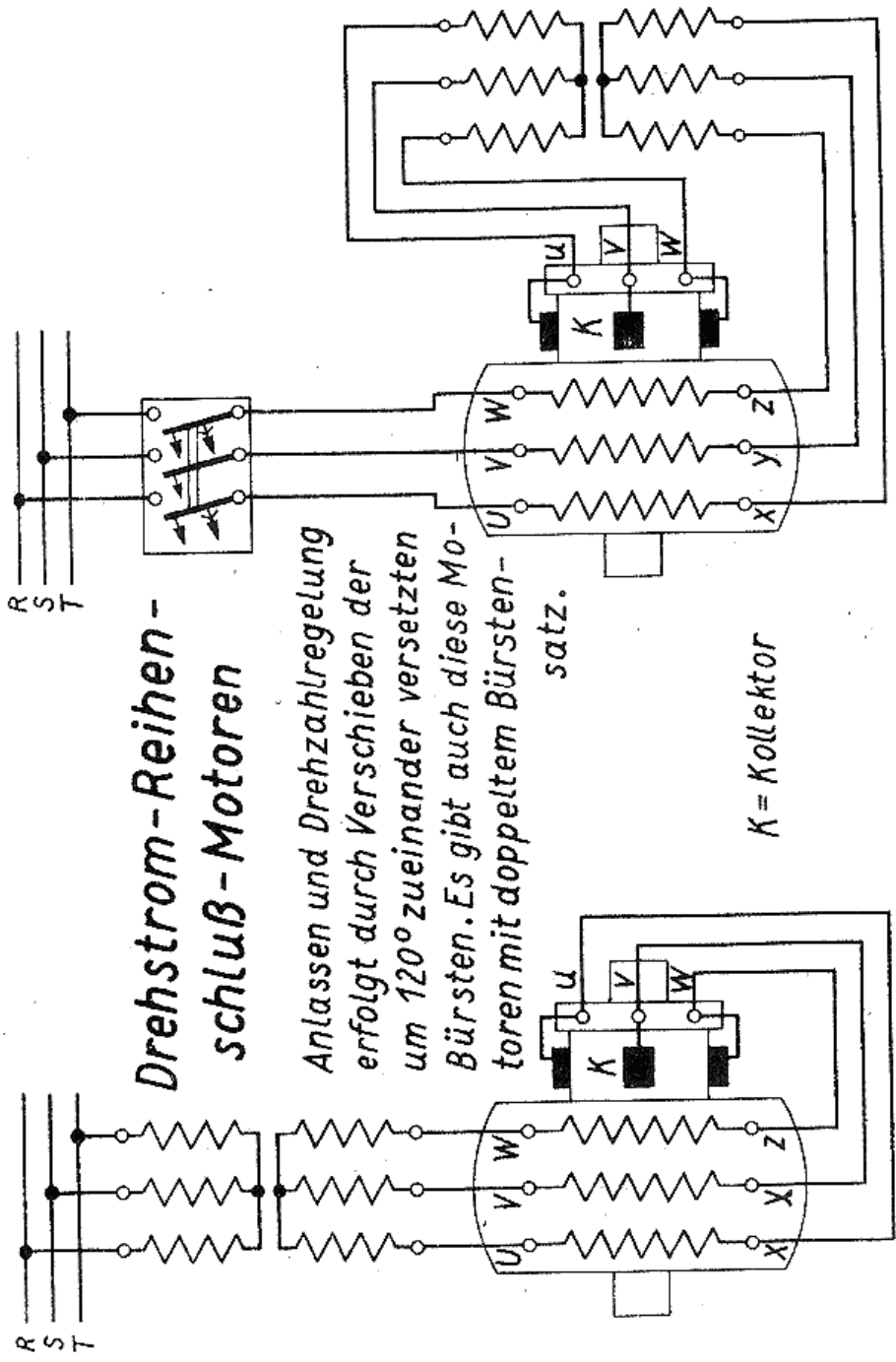
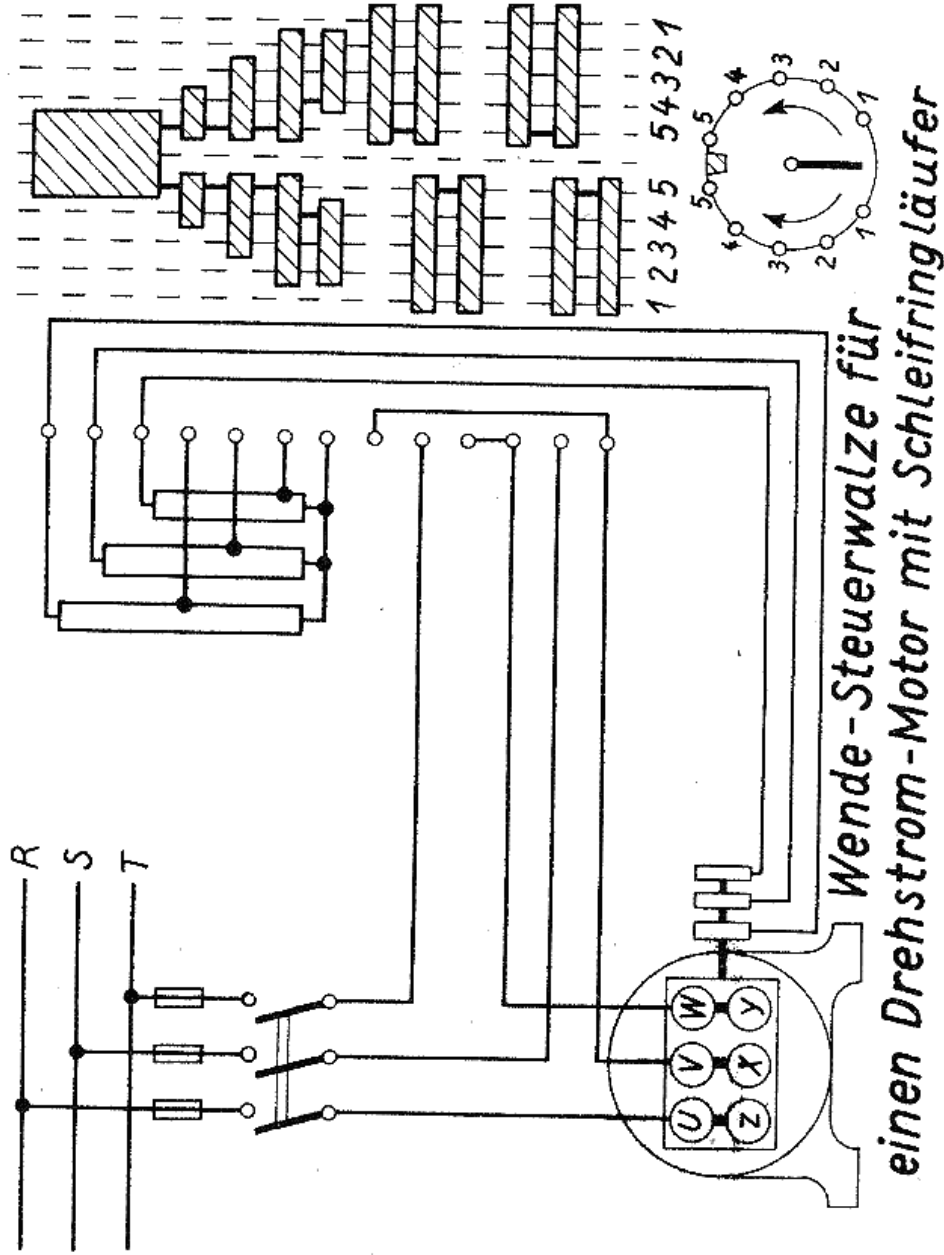


Walzenschalter für Drehstrom-Motor mit Kurzschlußläufer

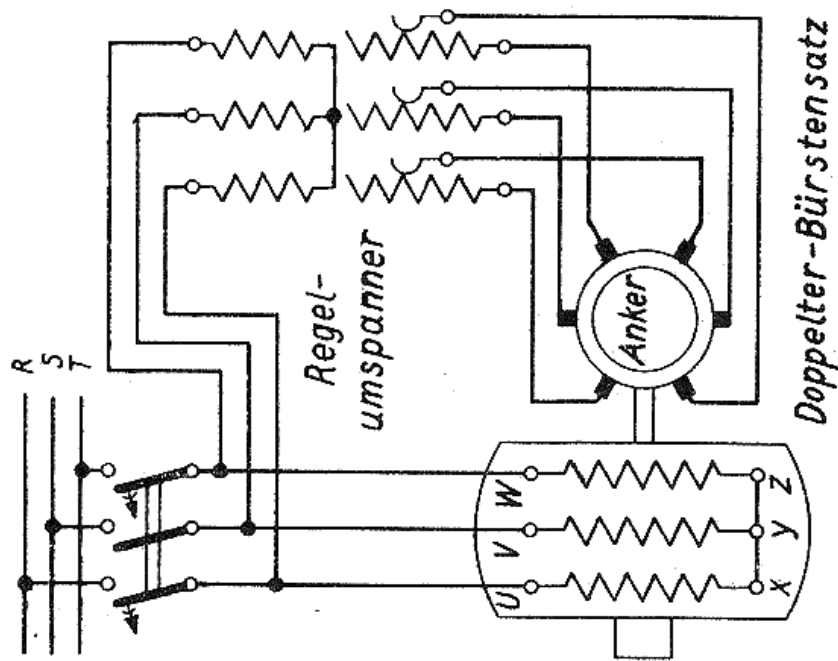


Walzenschalter für Drehstrom-Motor zum Ändern der Drehrichtung

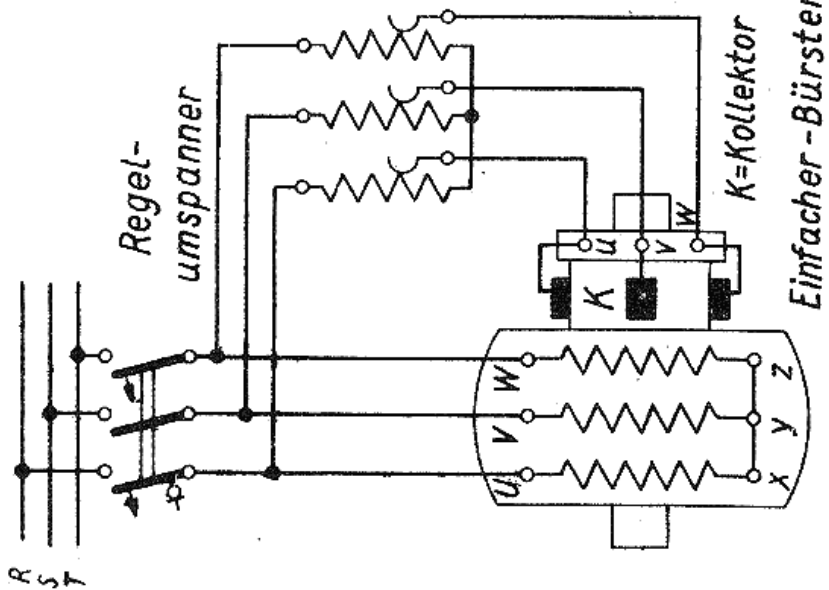






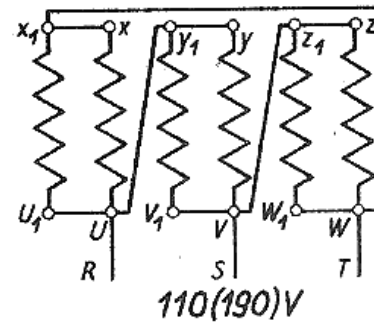
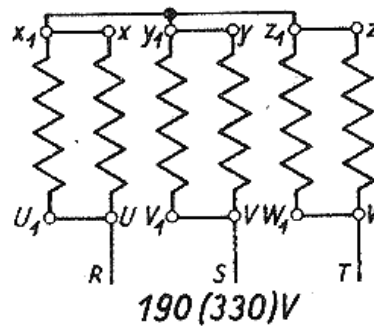
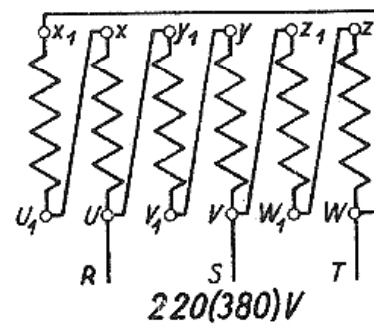
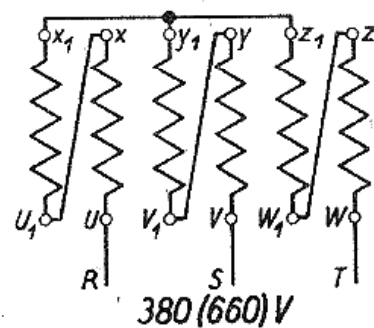
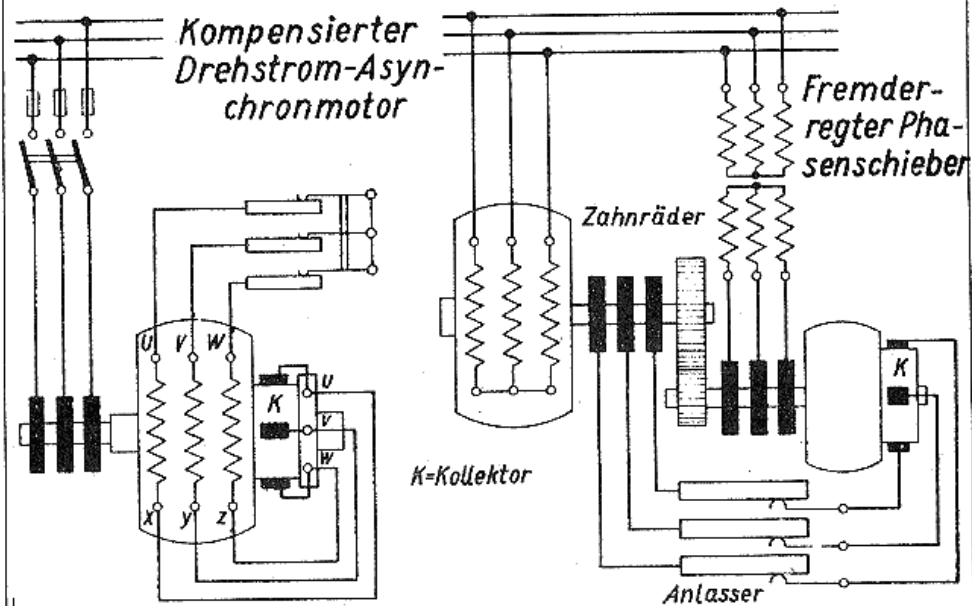


Doppelter-Bürstenatz

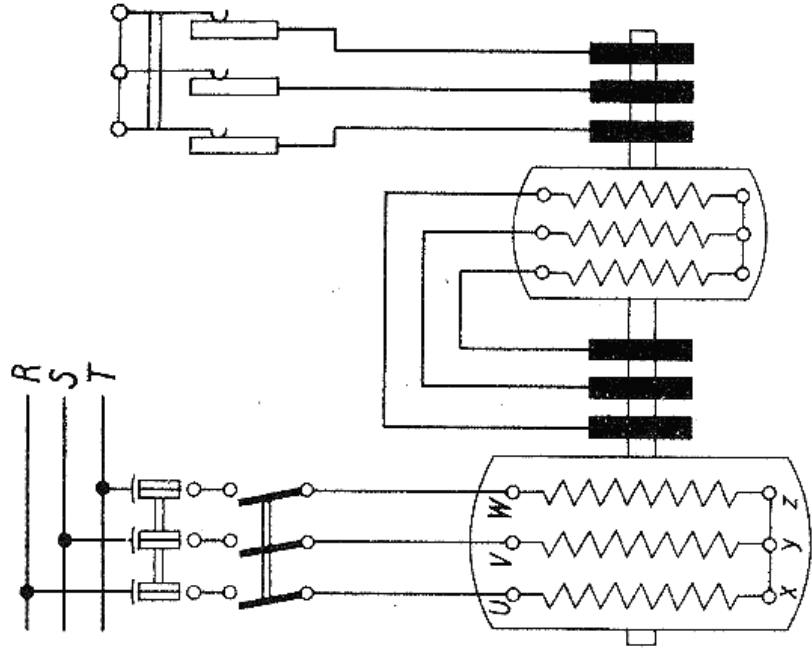


Einfacher-Bürstenatz

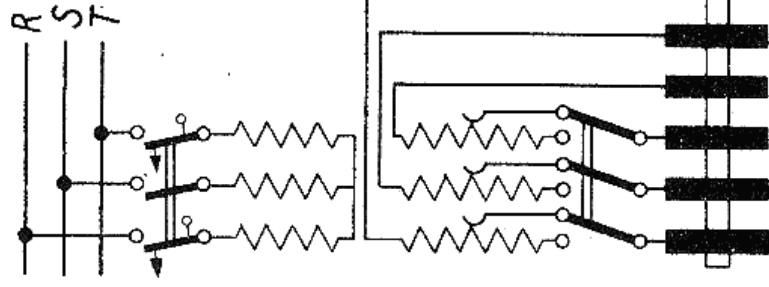
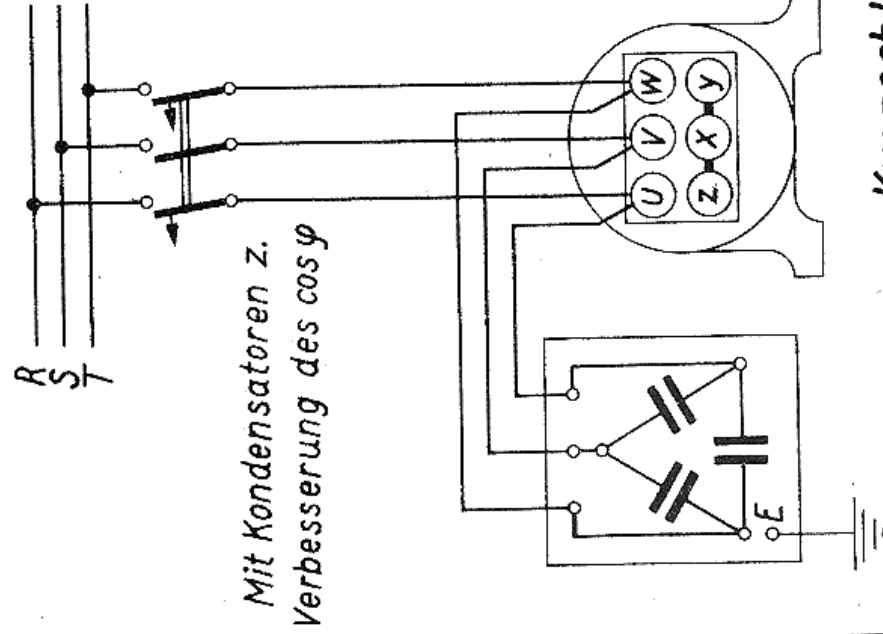
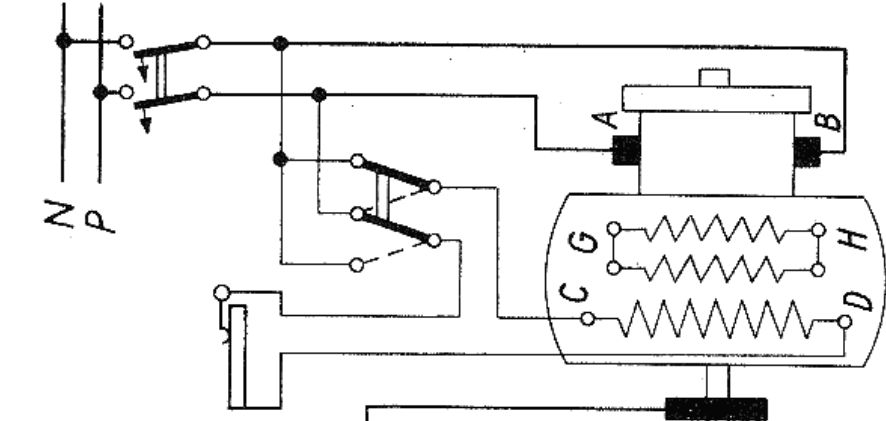
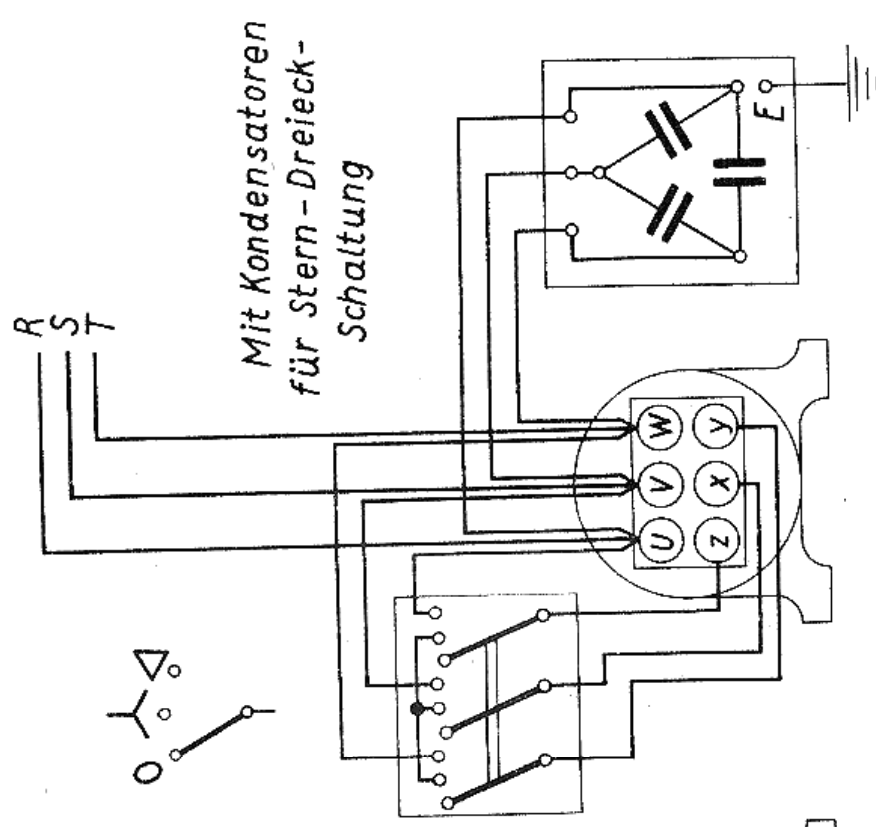
### Drehstrom-Nebenschlußmotoren



Ständerschaltungen bei Drehstrommotoren für 110/190/220/380 bzw. 190/330/380/660 V

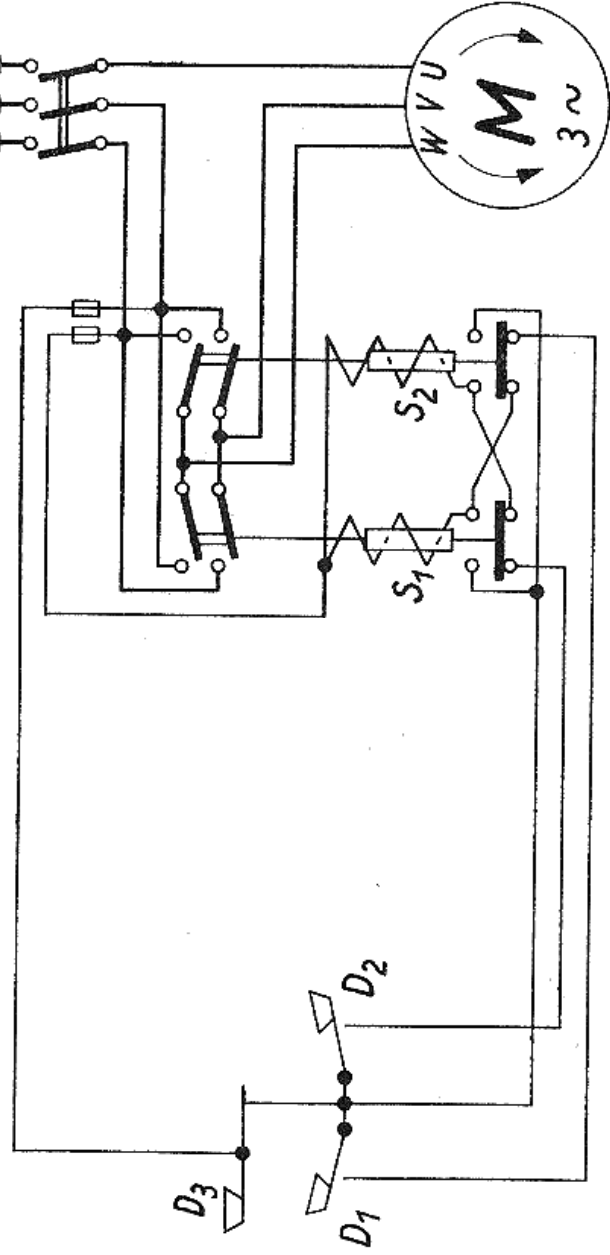


Kaskadenschaltung

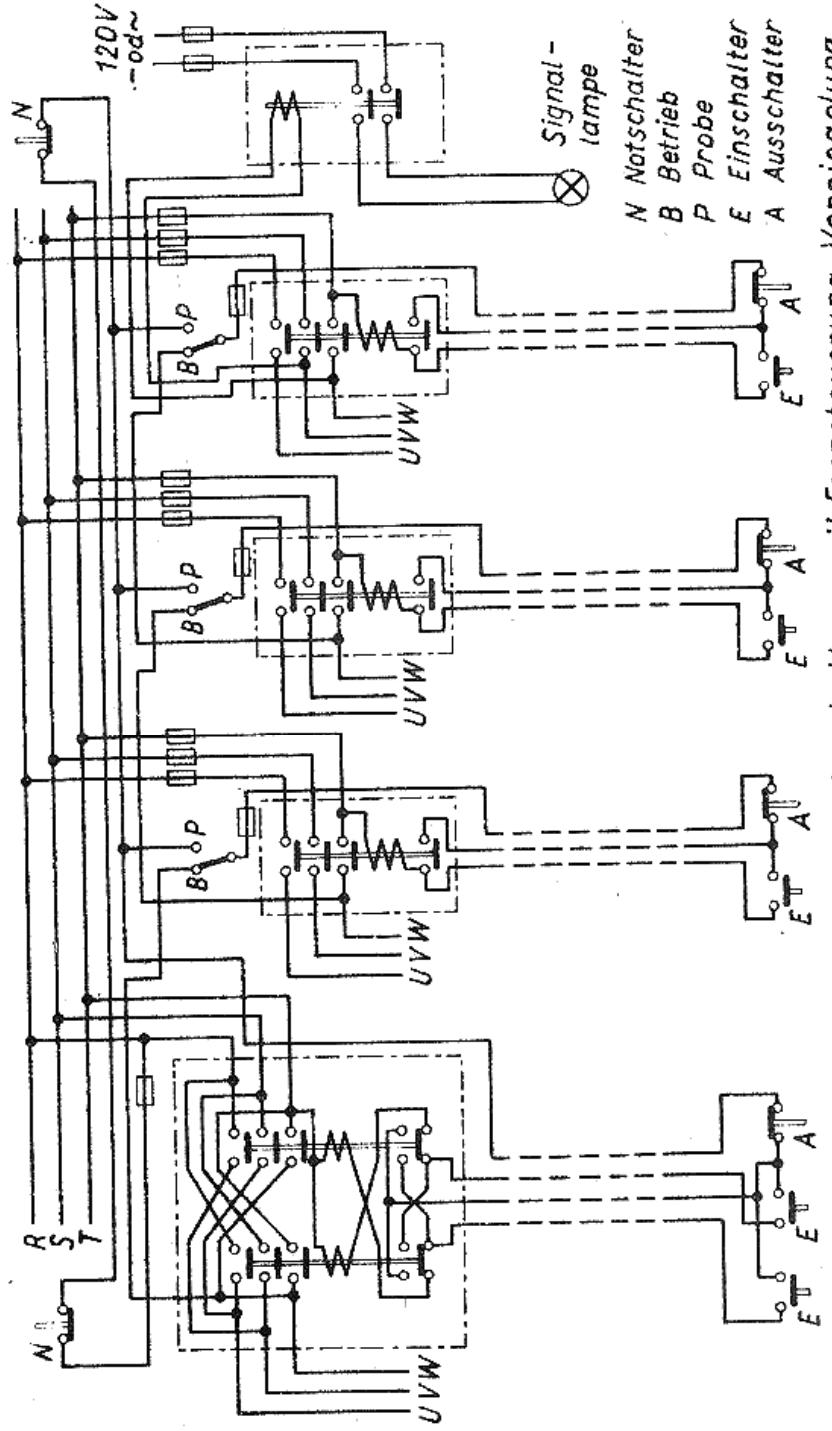
Einanker-  
UmformerMit Kondensatoren z.  
Verbesserung des  $\cos \varphi$ Mit Kondensatoren  
für Stern - Dreieck-  
Schaltung

Kurzschlußläufermotoren

*D<sub>1</sub> betätigt S<sub>1</sub> (Rechtslauf)  
 D<sub>2</sub> " S<sub>2</sub> (Linkslauf)  
 D<sub>3</sub> schaltet ab (Stillstand)  
 S<sub>1</sub> u. S<sub>2</sub> sind nicht normgerecht (wegen besserer Übersicht)*



**Ferngesteuerter Drehstrommotor für beide Drehrichtungen**

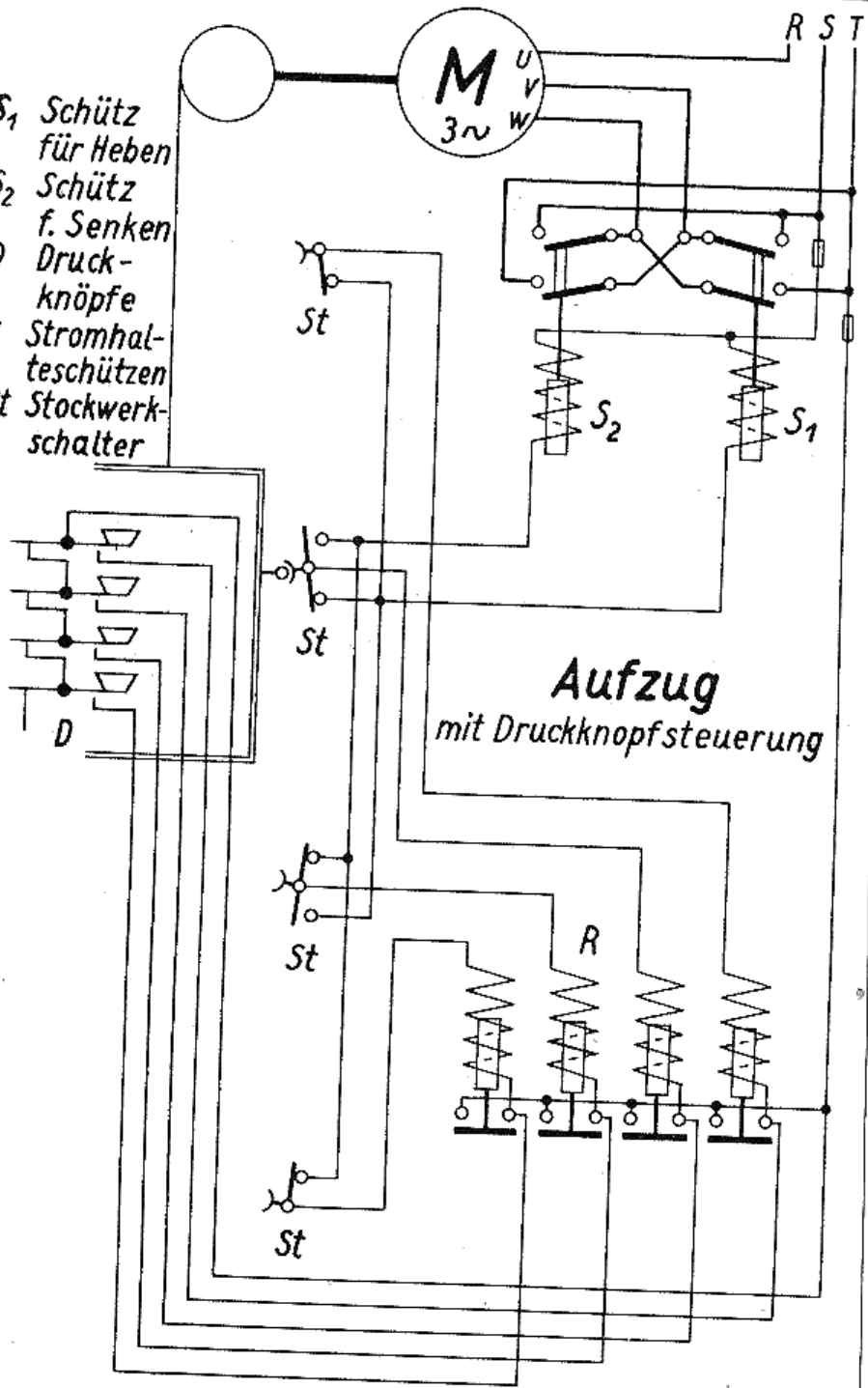


*Signal-lampe  
 N Notschalter  
 B Betrieb  
 P Probe  
 E Einschalter  
 A Ausschalter*

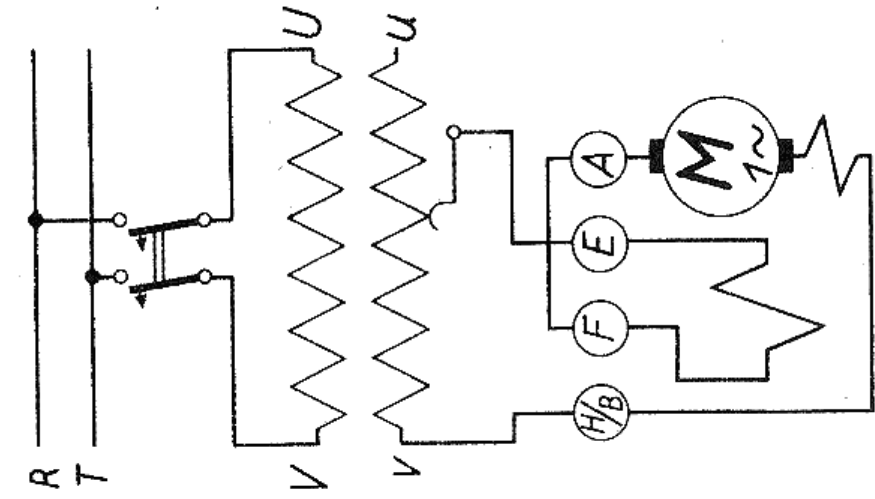
**Schutz-Schaltung**

*Schutzschaltung mit fernsteuerung, Verriegelung,  
 Notschalter und Fernsignal*

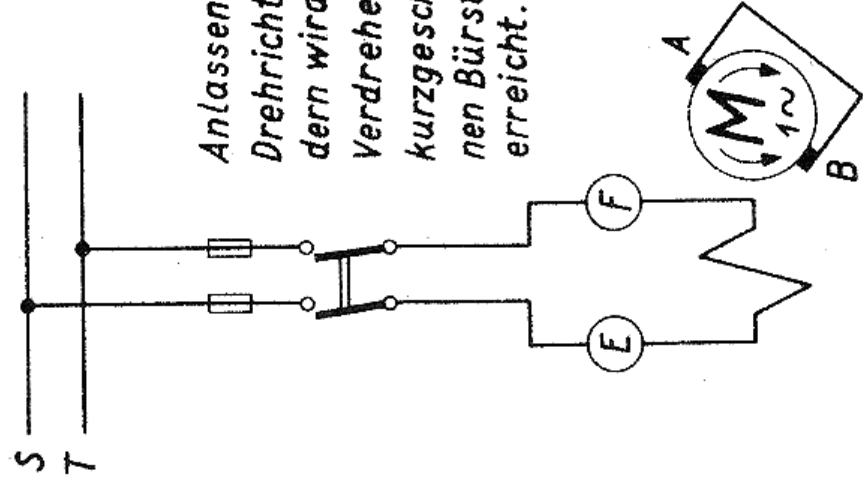
- $S_1$  Schütz für Heben
- $S_2$  Schütz f. Senken
- D Druckknöpfe
- R Stromhalteschützen
- St Stockwerksschalter



**Aufzug**  
mit Druckknopfsteuerung

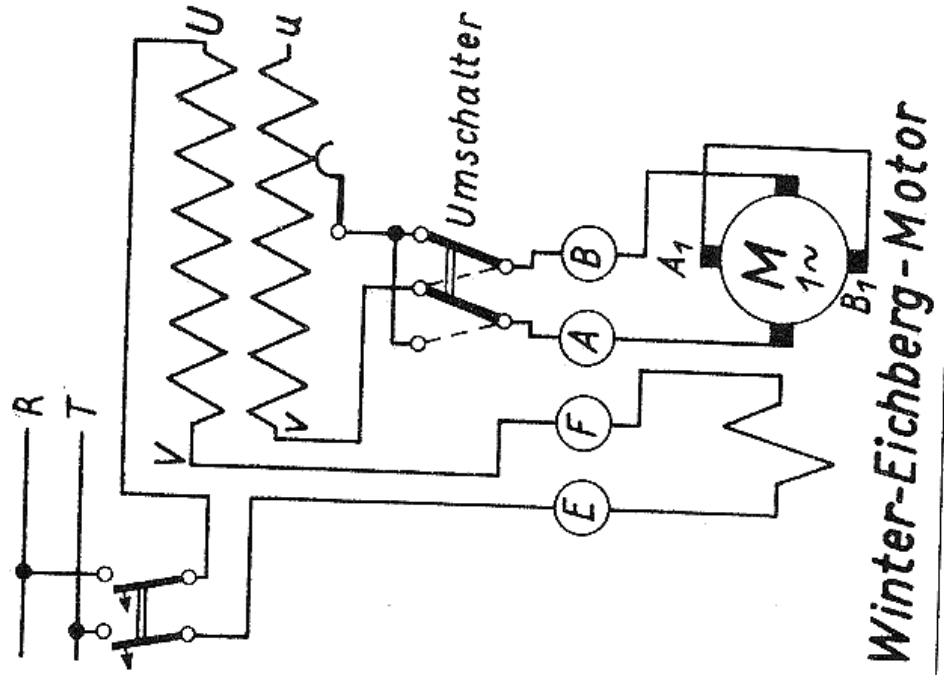


**Wechselstrom-Reihenschlußmotor**

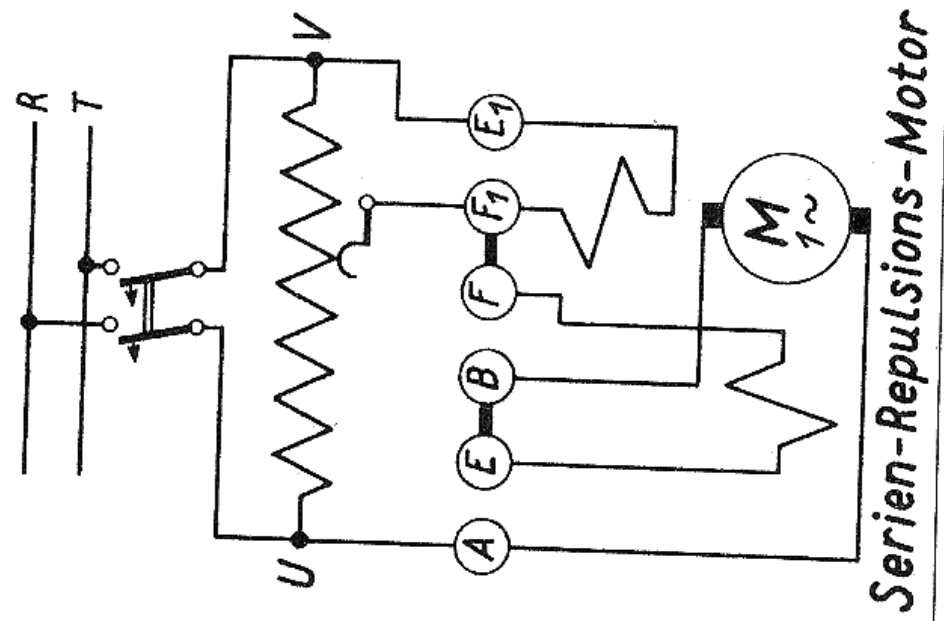


**Repulsionsmotor**

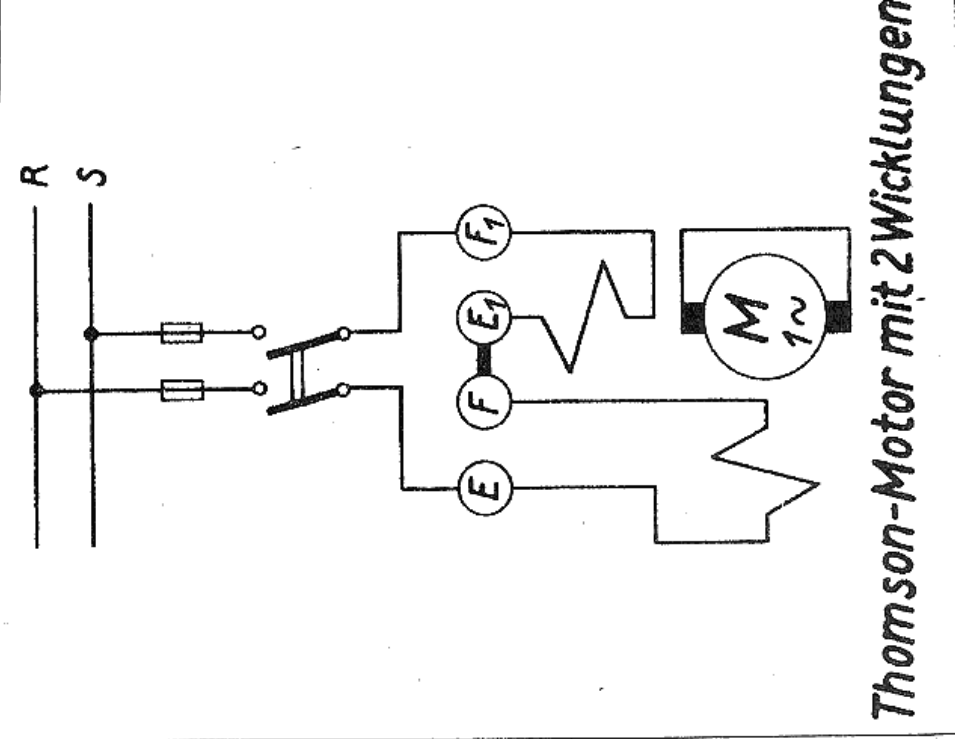
Anlassen und  
Drehrichtung ändern wird durch  
Verdrehen der  
kurzgeschlossenen Bürstenauß.  
erreicht.



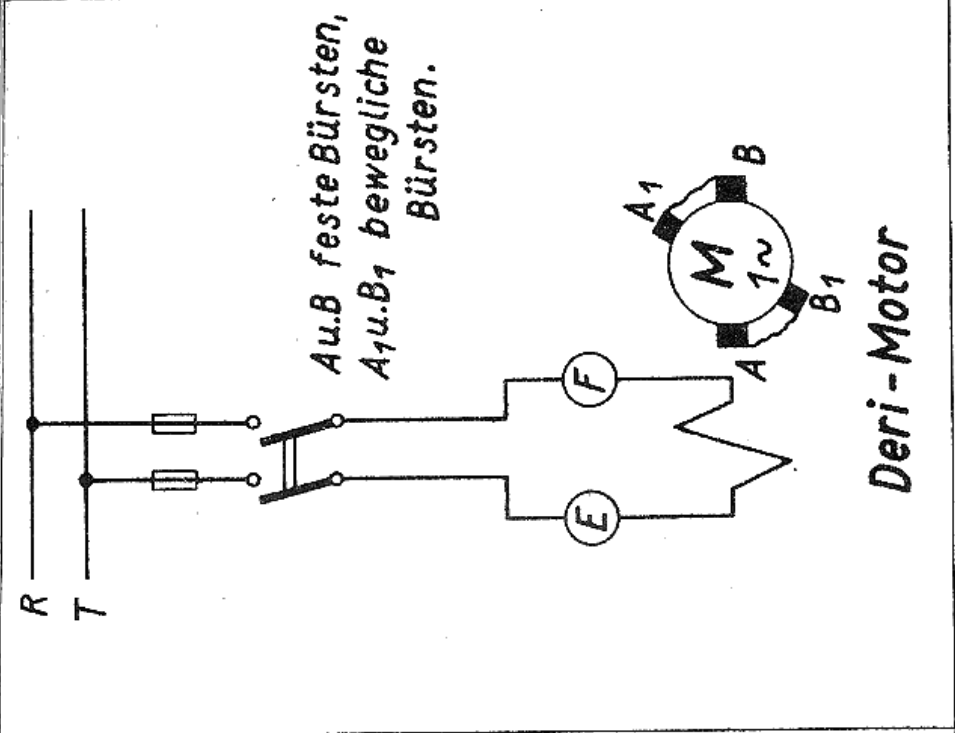
Winter-Eichberg - Motor



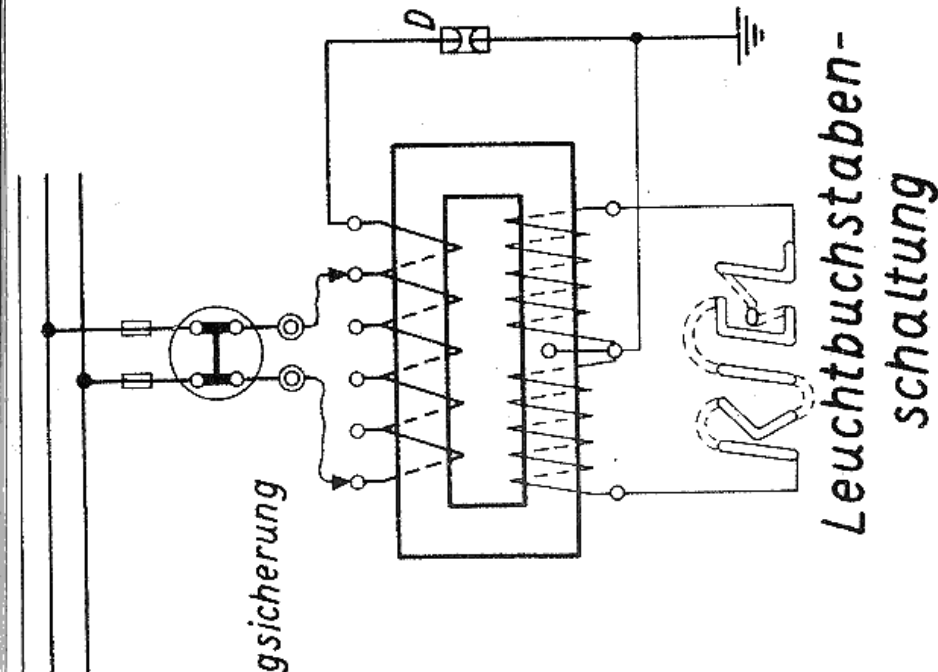
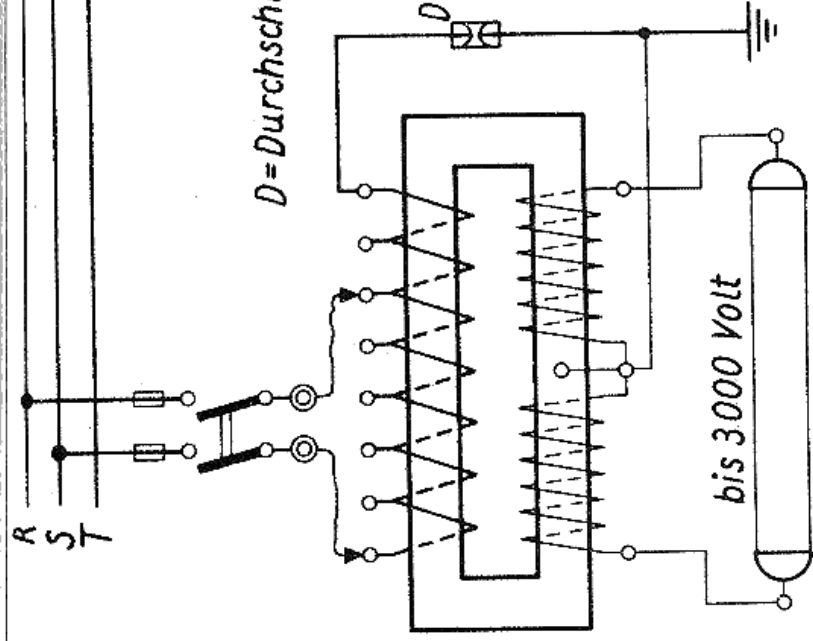
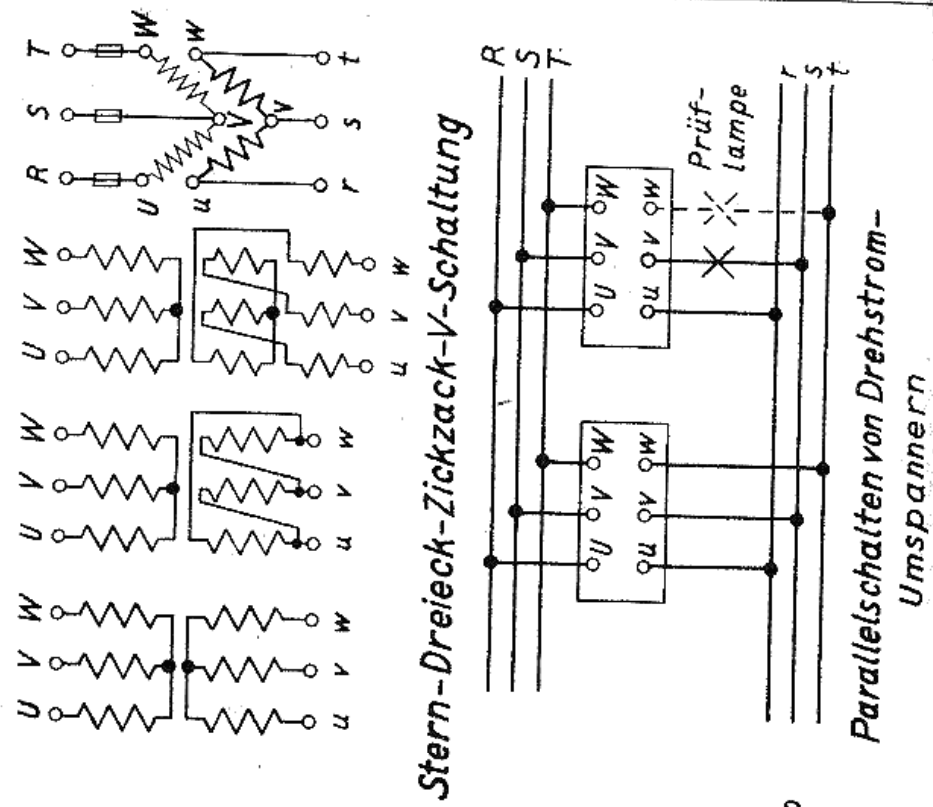
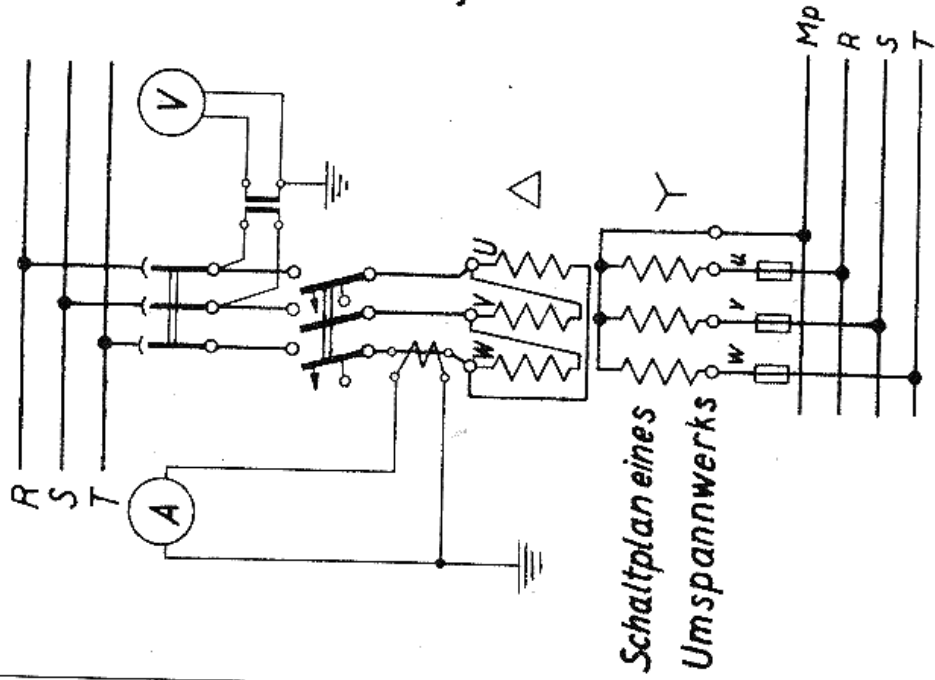
Serien-Repulsions - Motor



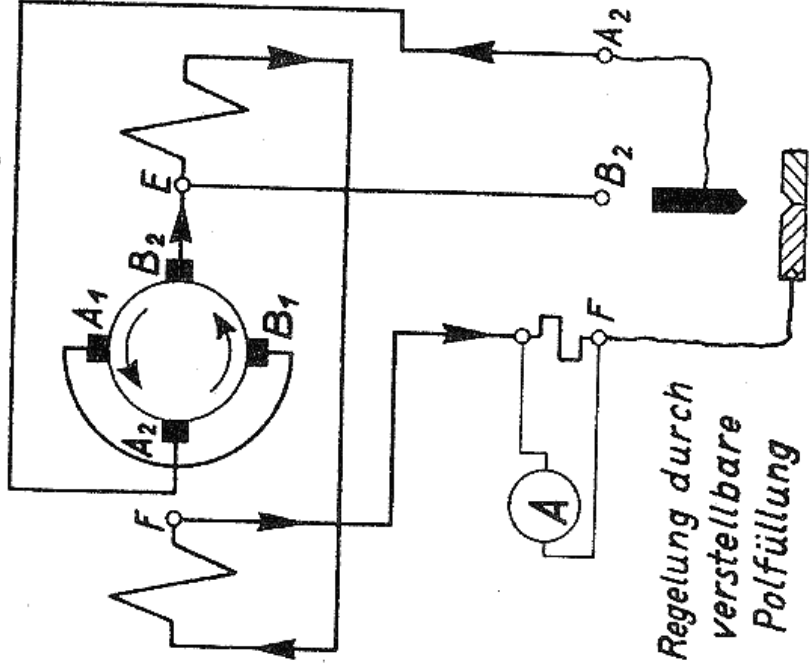
Thomson-Motor mit 2 Wicklungen



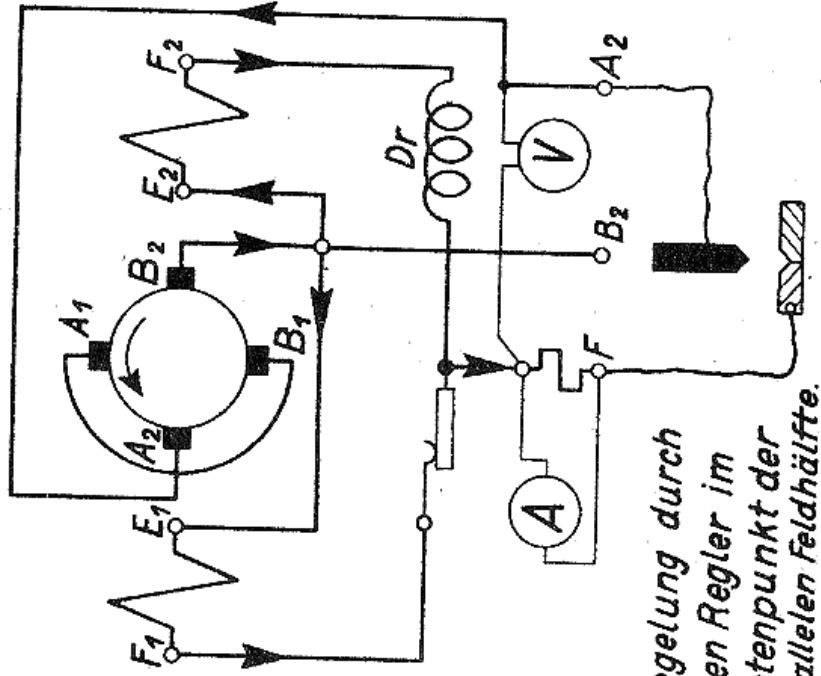
Deri - Motor



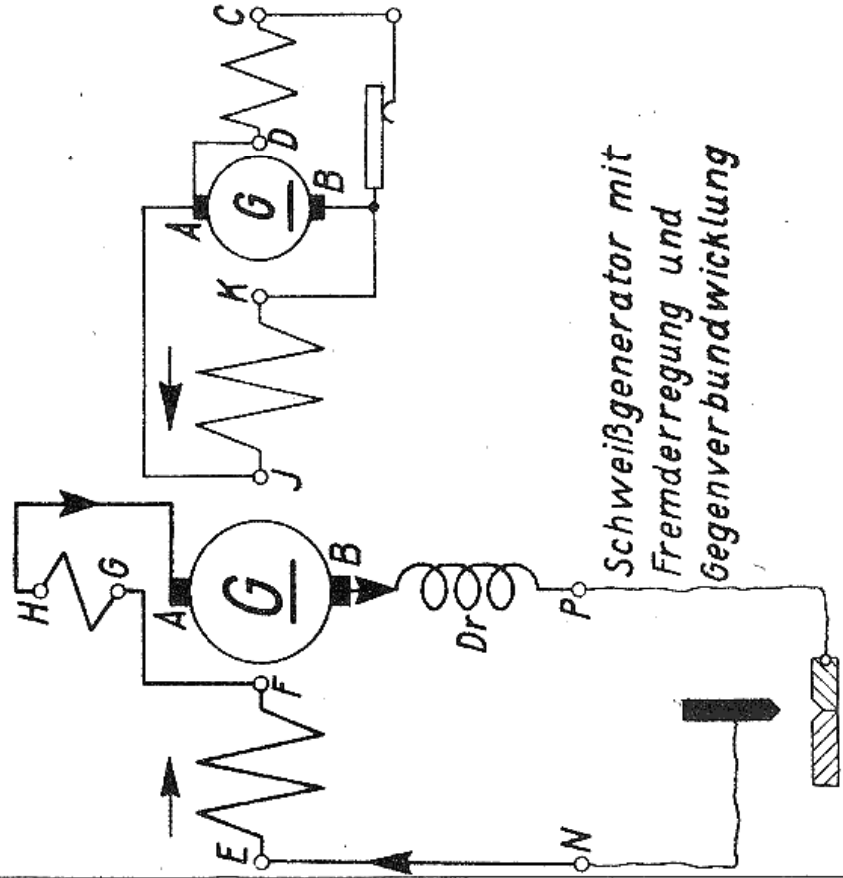
# Rosenberg-Schweiß-Generatoren



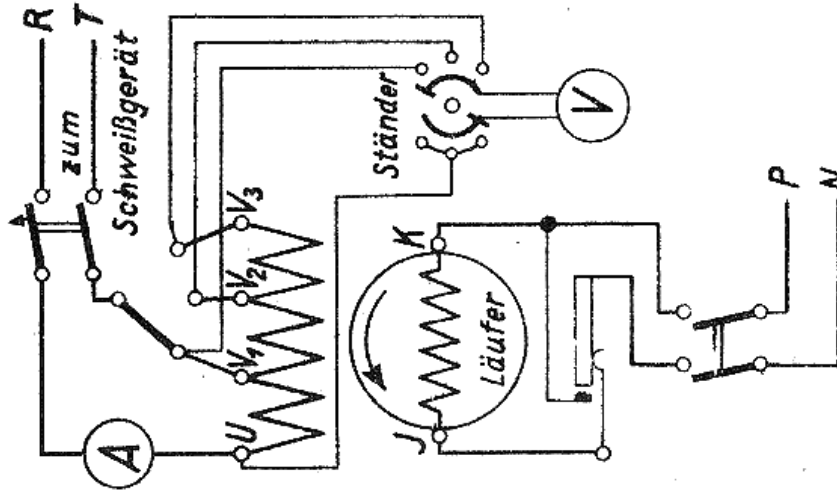
Regelung durch  
verstellbare  
Polfüllung



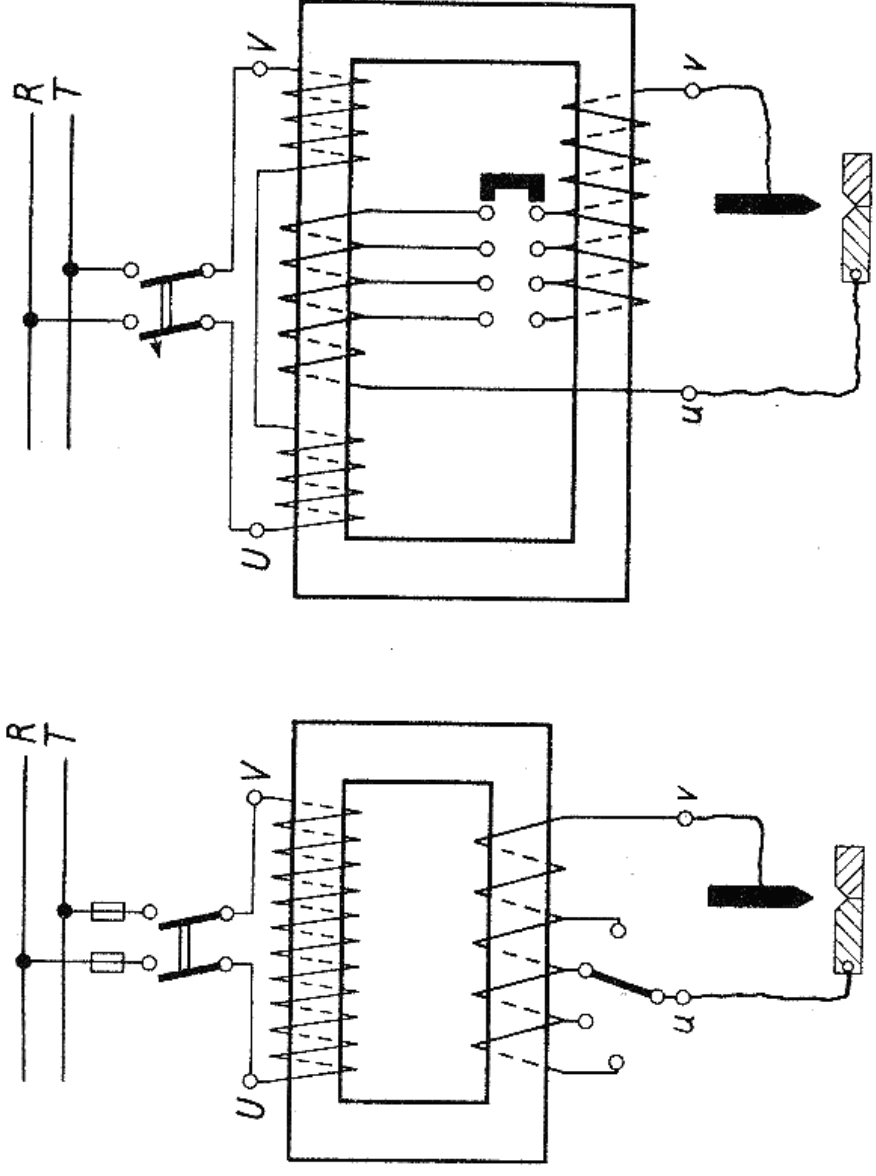
Regelung durch  
einen Regler im  
Knotenpunkt der  
parallelen Feldhälfte.



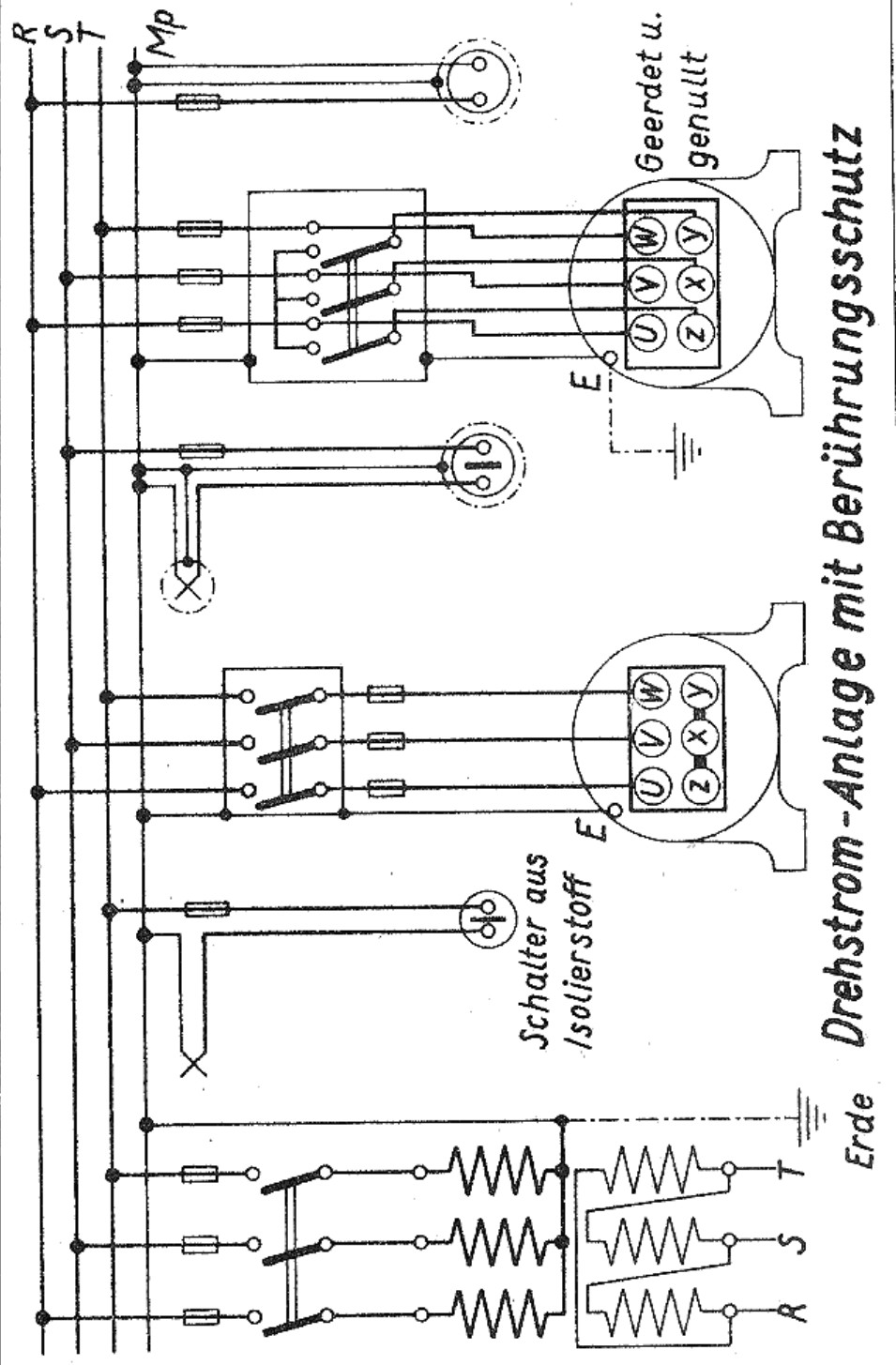
Schweißgenerator mit  
Fremderregung und  
Gegenverbindung



Wechselstrom - Schweißge-  
nerator für 3 Spannungen



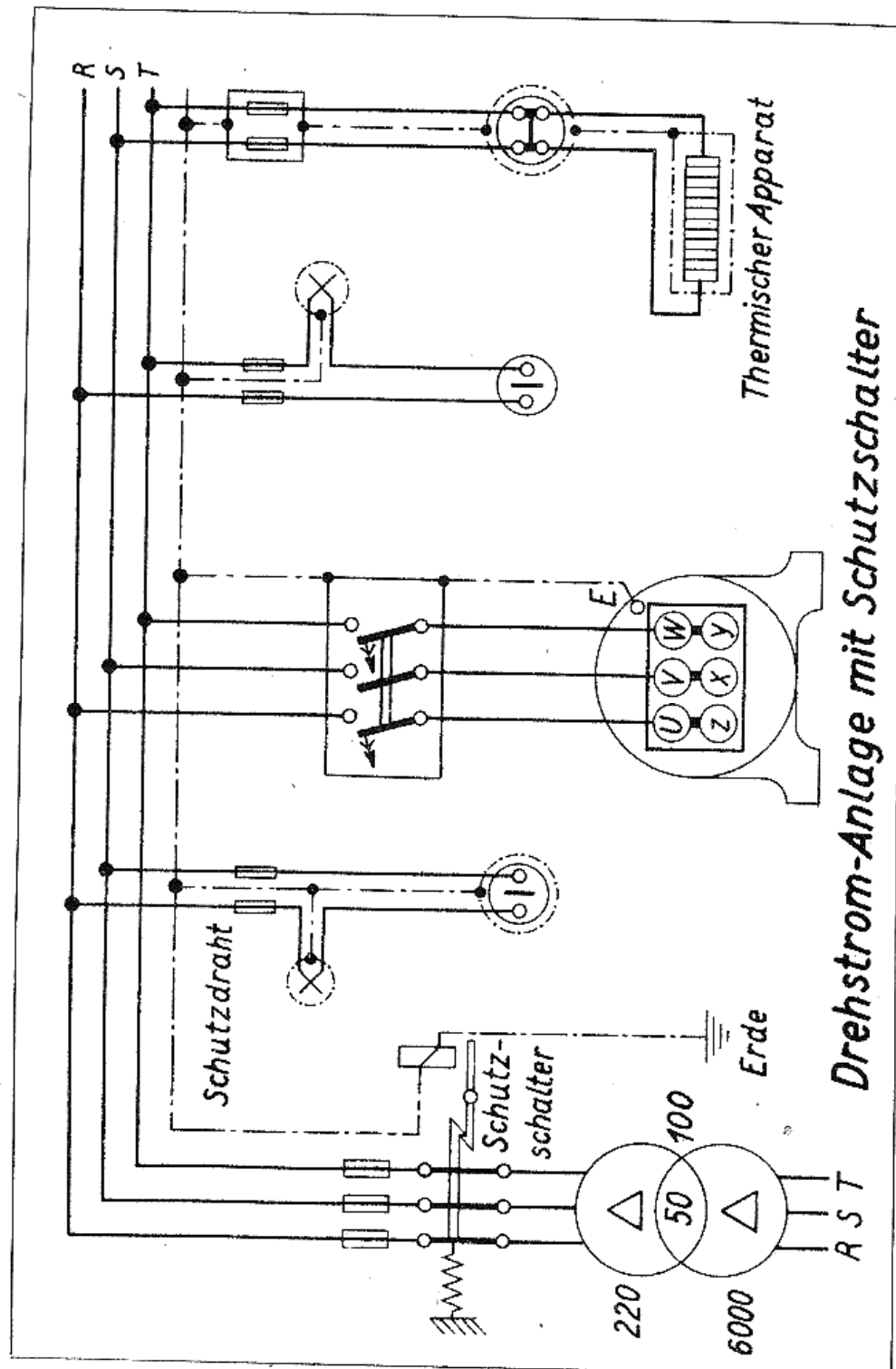
Schweißumspanner



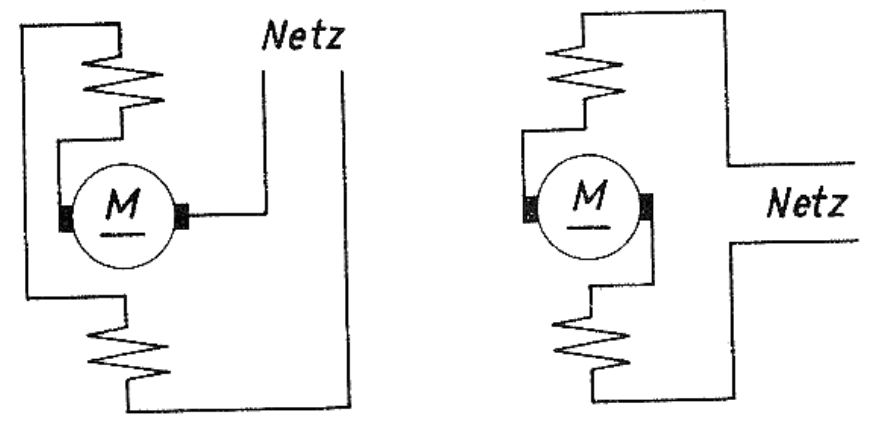
Drehstrom-Anlage mit Berührungsschutz

Erde

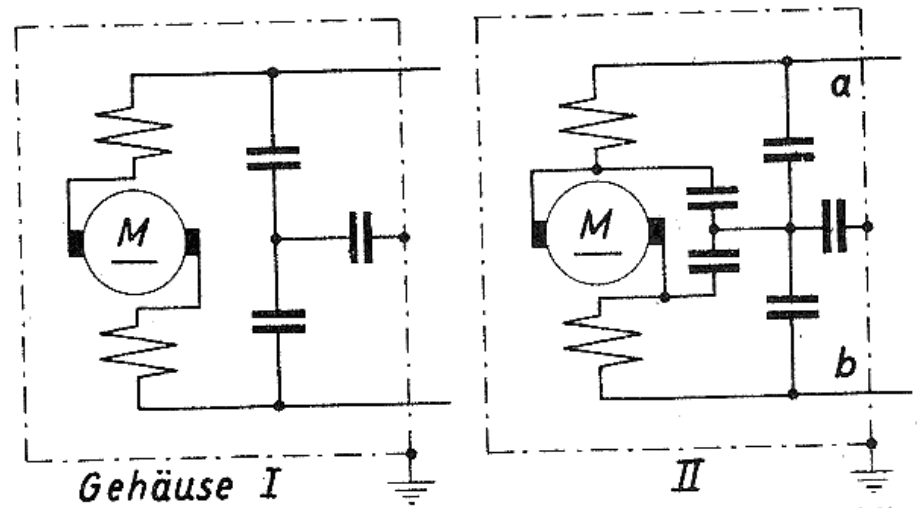




Drehstrom-Anlage mit Schutzschalter

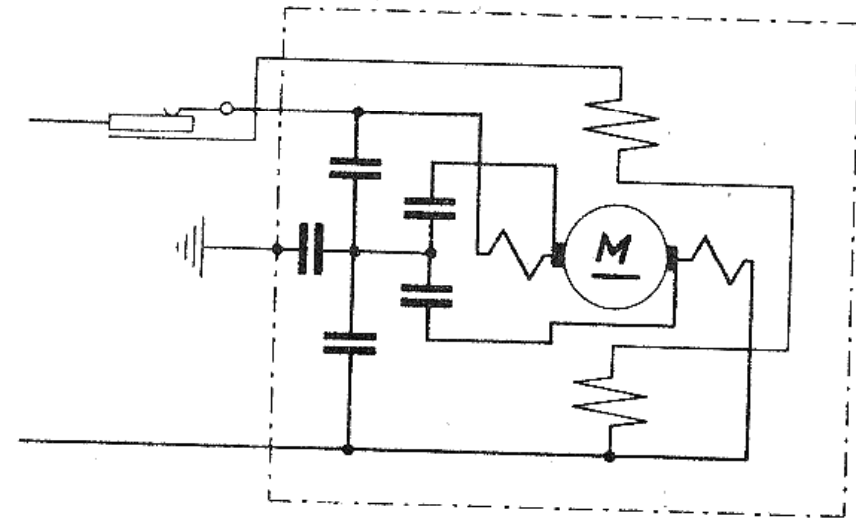
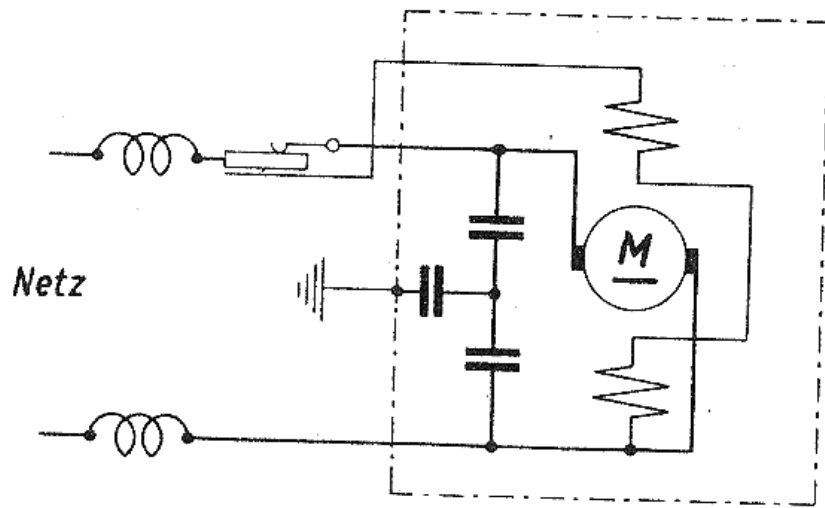


Unsymmetrische und symmetrische Schaltung der Feldspulen bei Hauptschlusmotoren



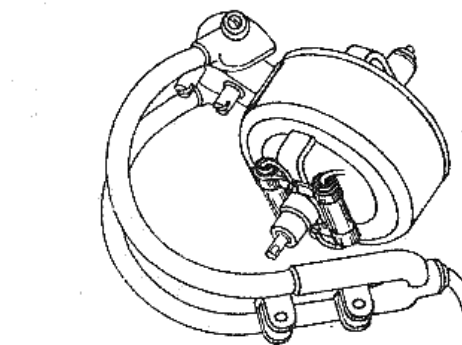
I Gewöhnliche Entstörung, II Erweiterte Entstörung. In schwierigen Fällen ist bei a und b je eine Netz drossel einzubauen.

Beispiele von Störschutzschaltungen für Hauptschlusmotoren

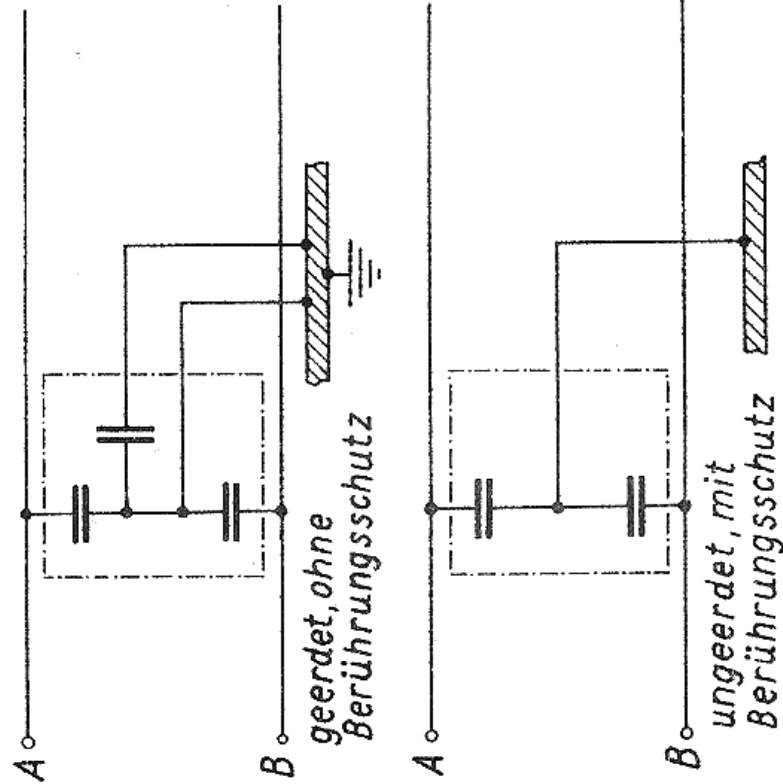


Oben: Entstörung mit Kondensatoren und Netzdrossel.  
 Unten: Erweiterte Entstörung eines Motors mit Wendepolen, eventuell mit Netzdrossel wie oben.

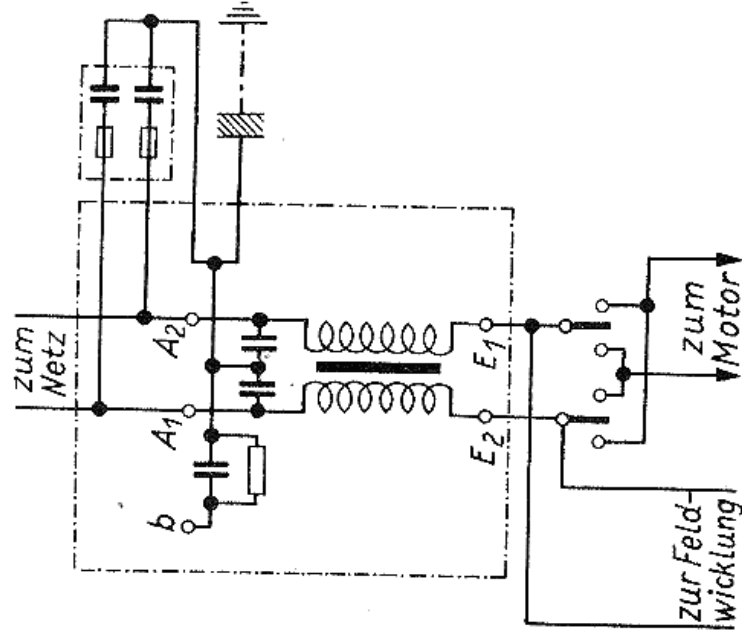
Beispiele von Störschutzschaltungen für Nebenschlußmotoren



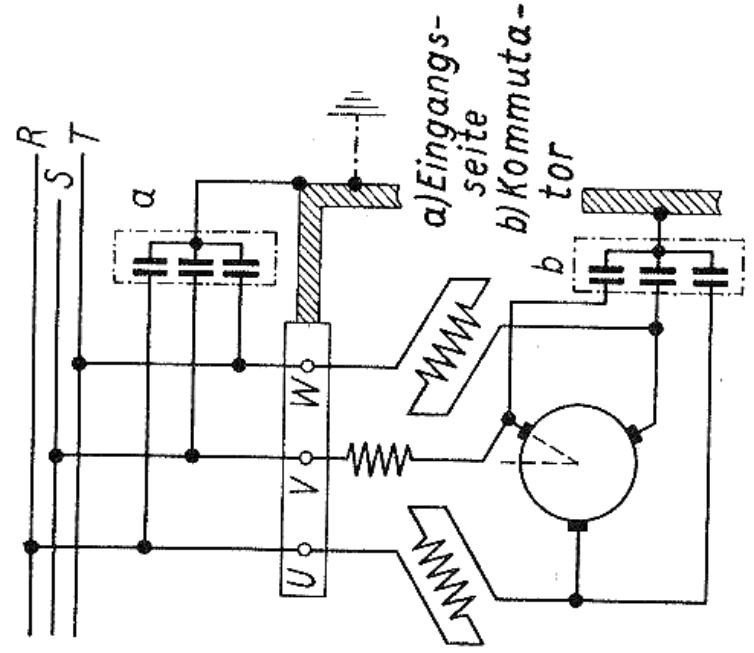
Einbau von Kondensatoren in einen Sondermotor



Anschluß des Entstörungskondensators an Maschinen

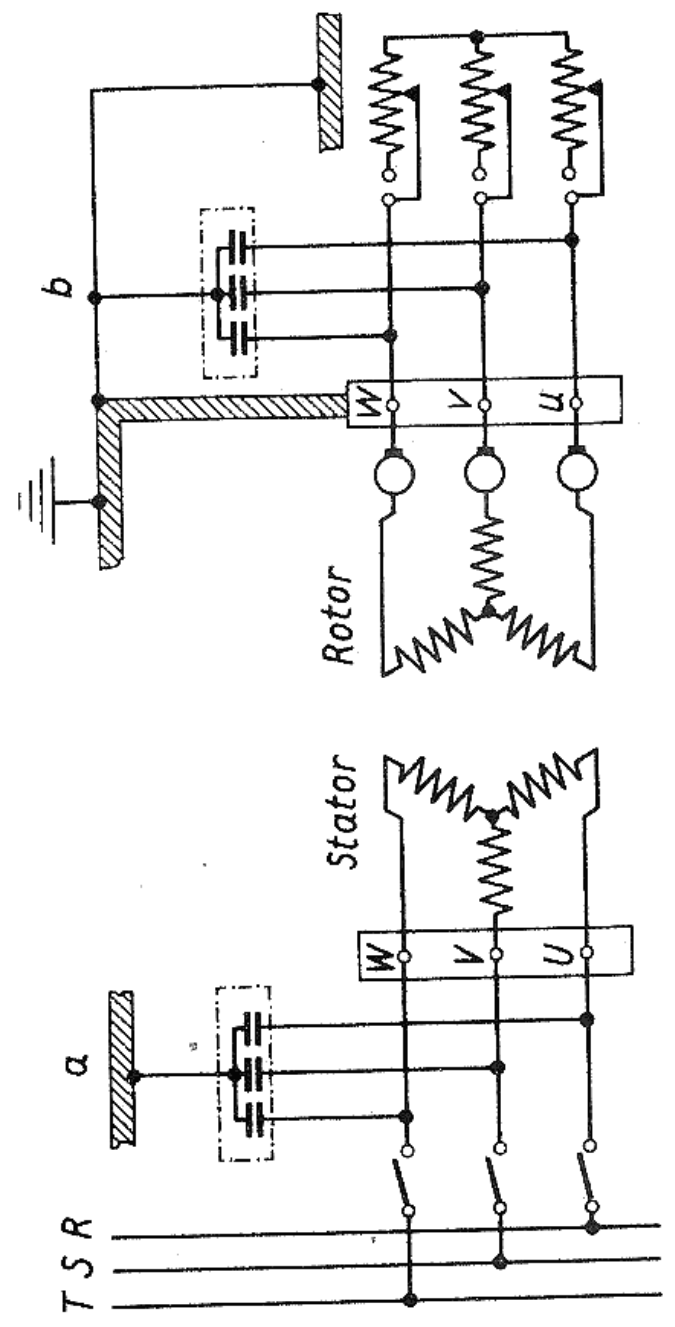


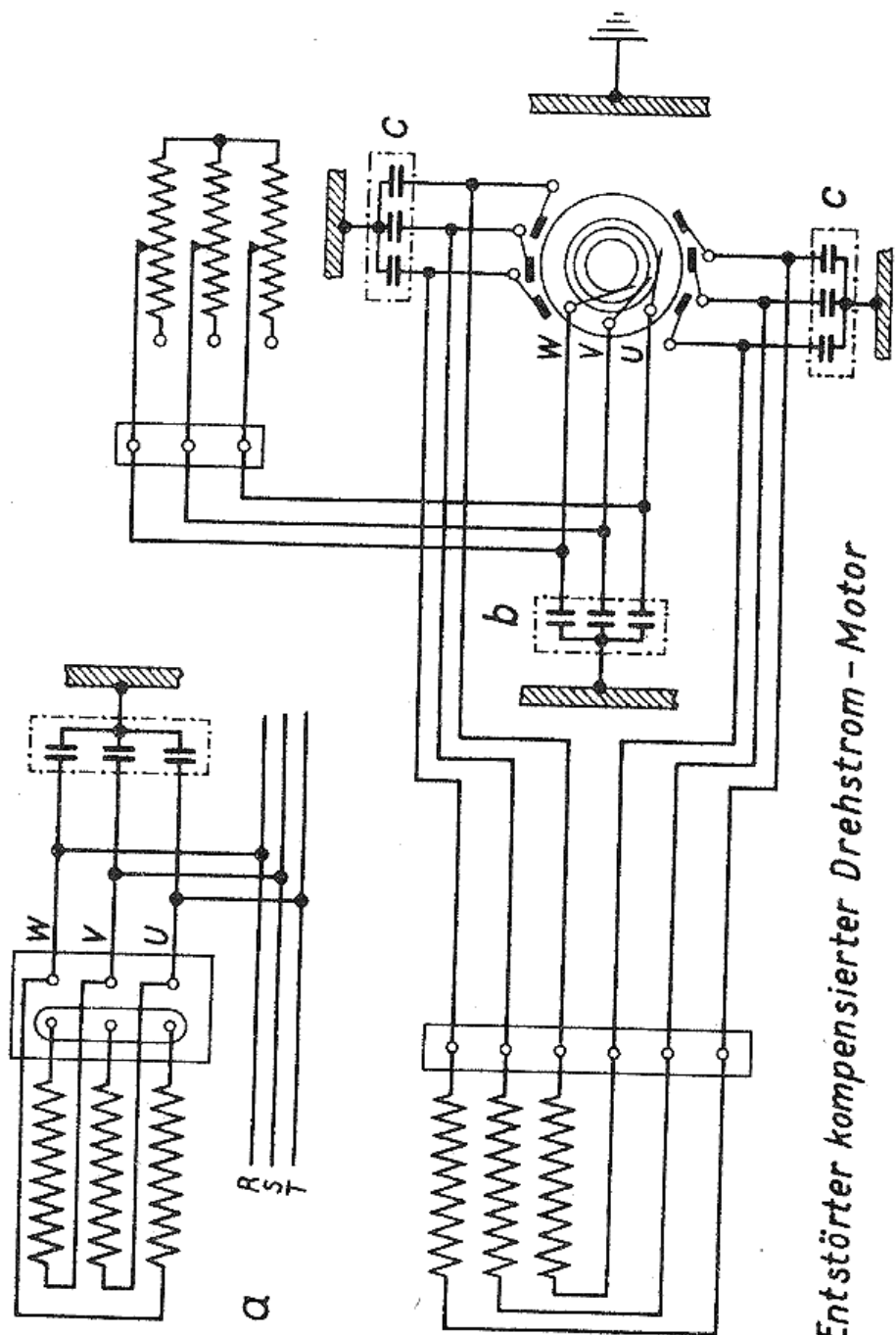
Anschaltung der Entstörungsmittel an einen Gleichstromumkehrschalter



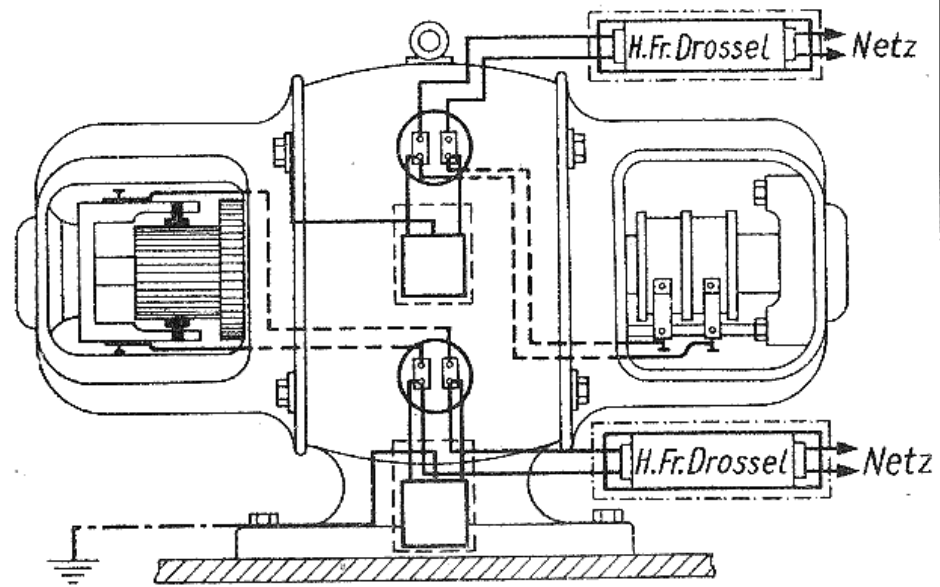
Drehstrom-Kommutator-Motor (entstört)

Drehstrom-Schleifring-Motor (entstört)

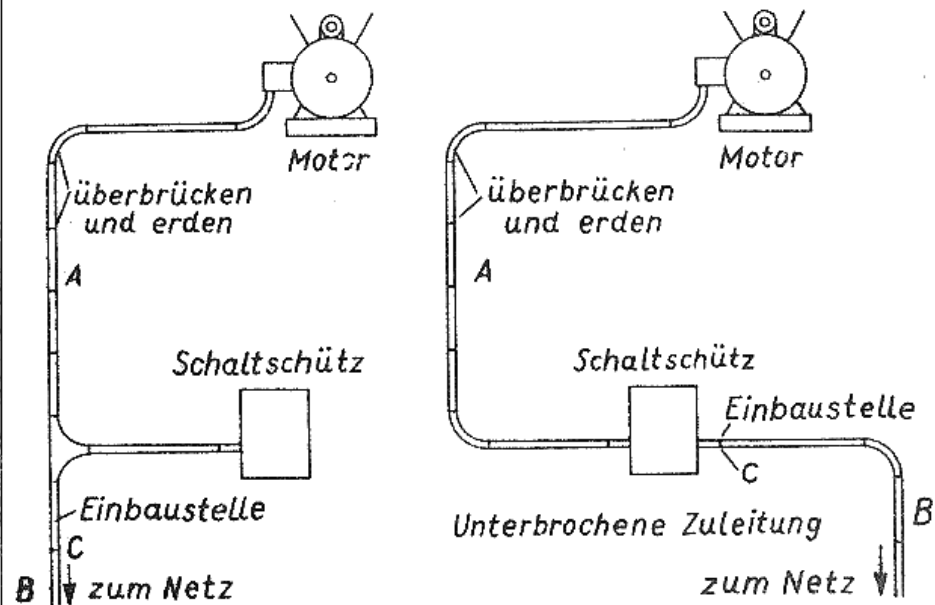




Entstörter kompensierter Drehstrom - Motor

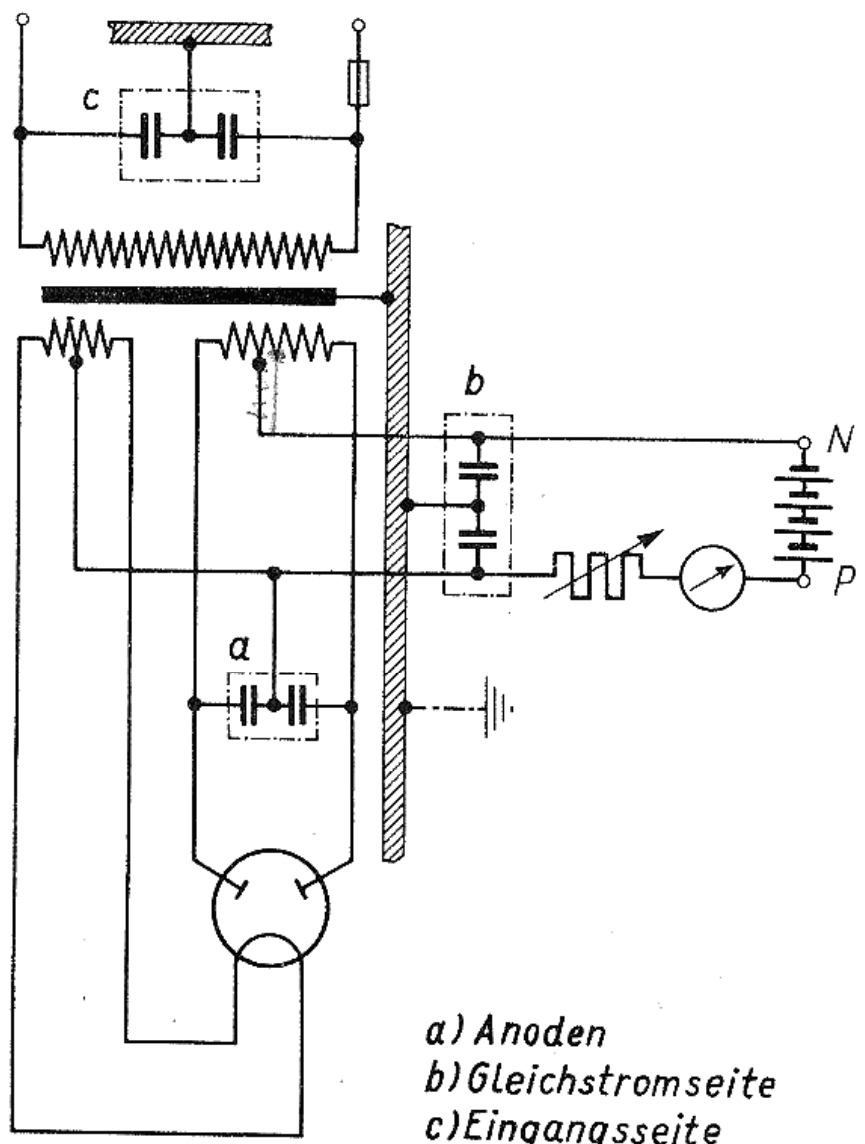


Entstörung eines zweiphas. Einankerumformers



Vor Einbau Schalterkontakte prüfen bzw. erneuern

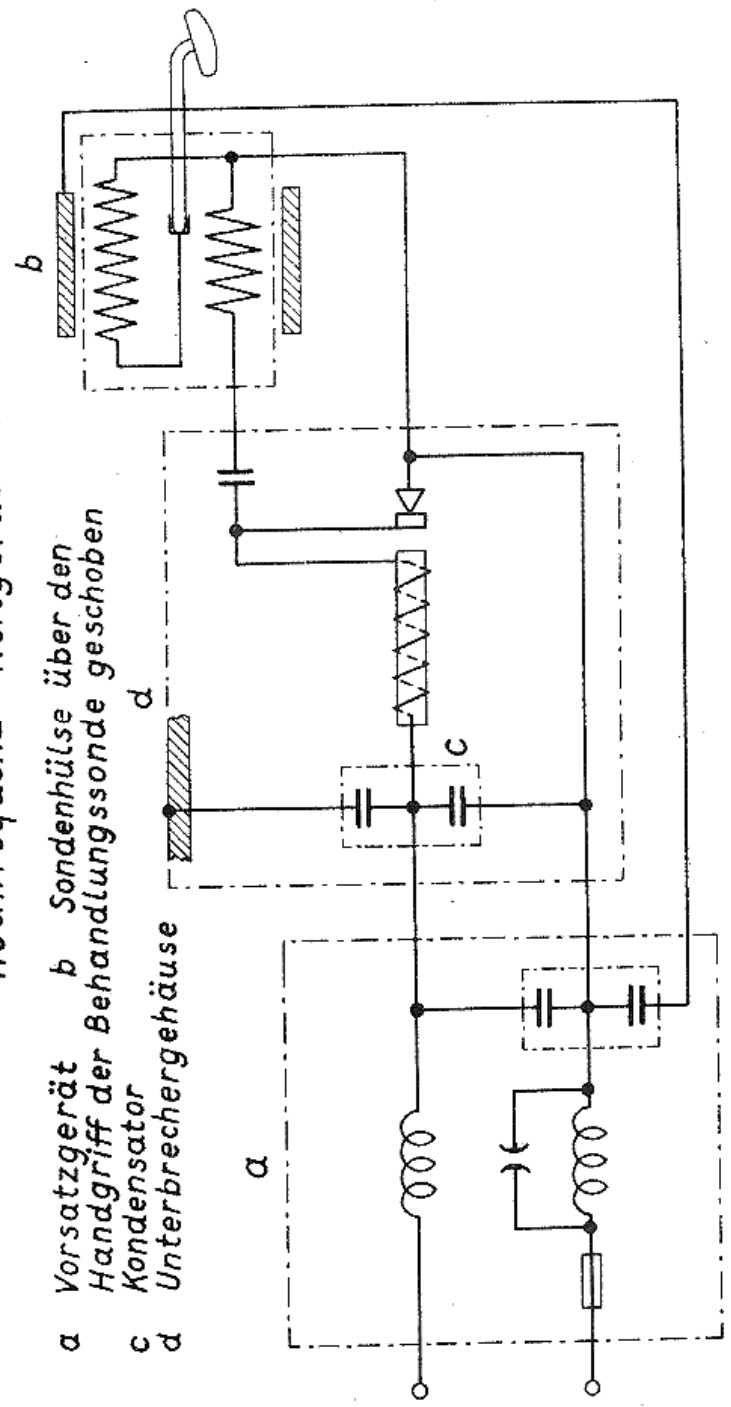
Entstörung von Drehrichtungs-Umschaltern



a) Anoden  
 b) Gleichstromseite  
 c) Eingangsseite

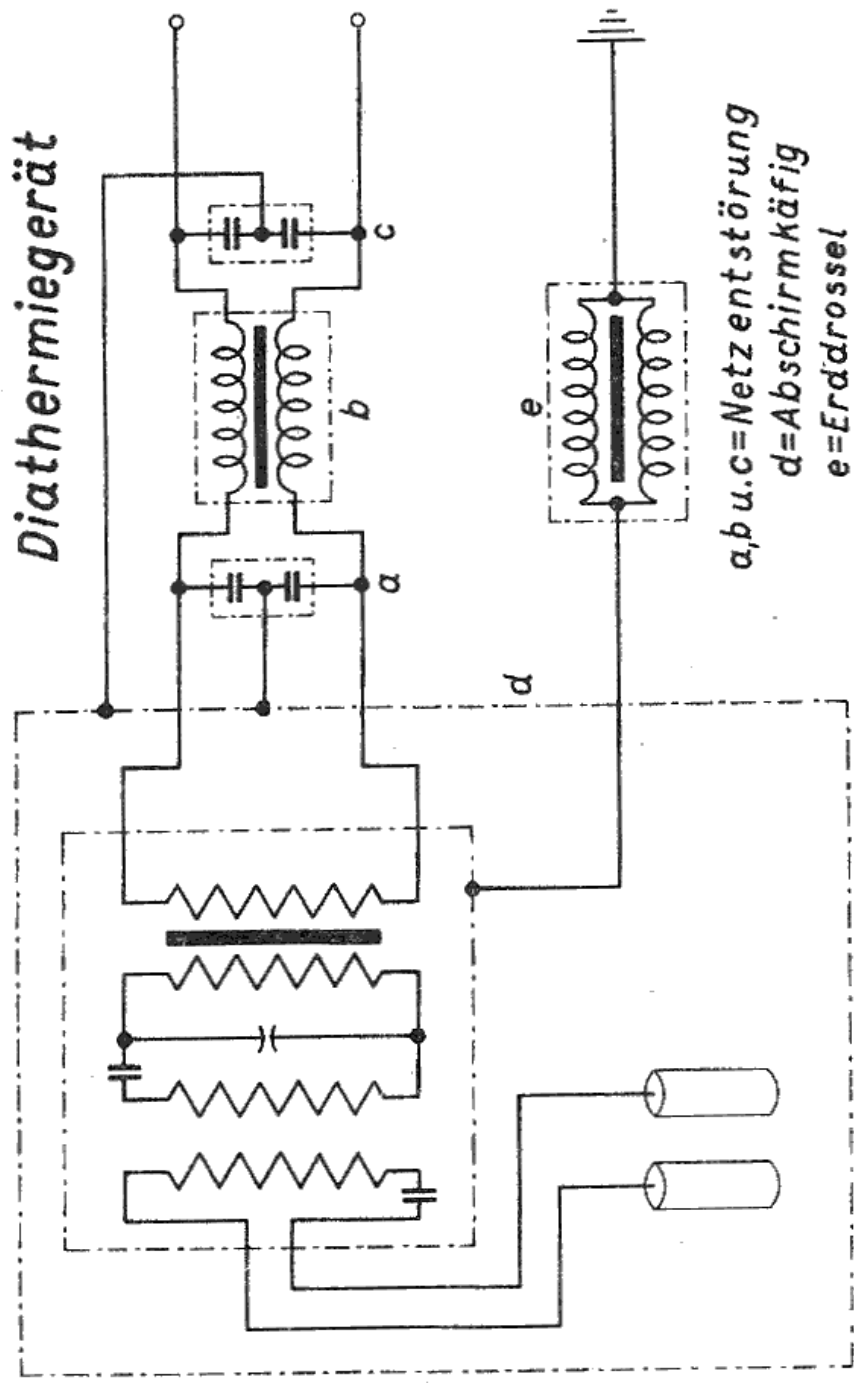
**Glühkathoden-Gleichrichter**  
 (entstört)

**Entstörung durch Vorsatzgerät**  
 Hochfrequenz - Heilgerät

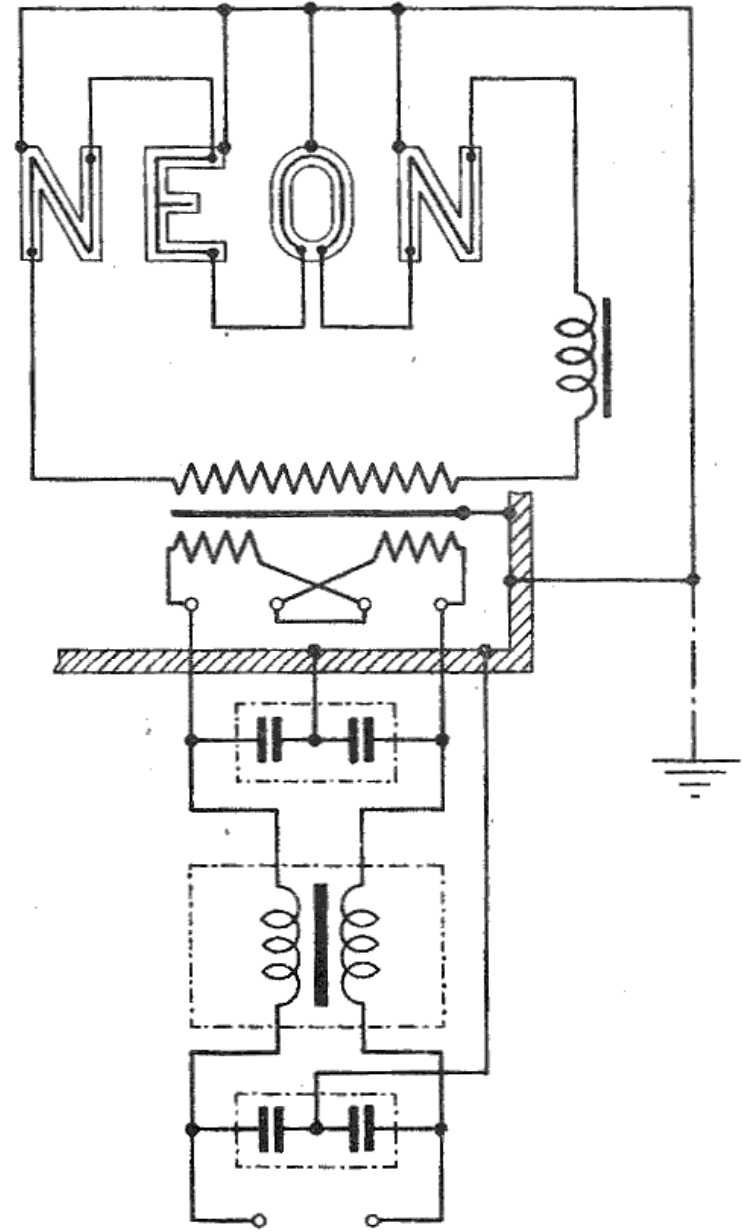


a) Vorsatzgerät  
 b) Sondenhülse über den Handgriff der Behandlungs-sonde geschoben  
 c) Kondensator  
 d) Unterbrechergehäuse

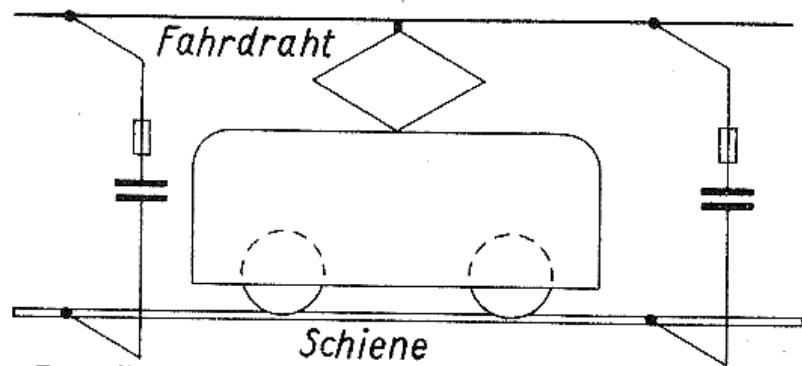
**Diathermiegerät**



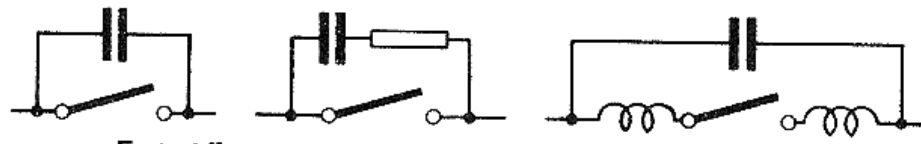
a, b u. c = Netzentsörung  
 d = Abschirmkäfig  
 e = Erddrossel



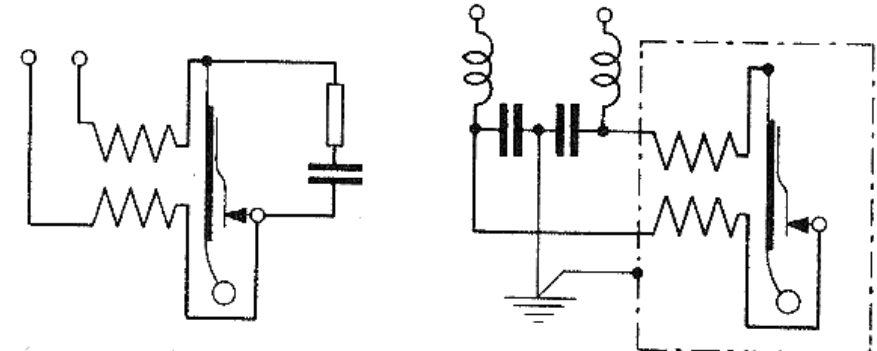
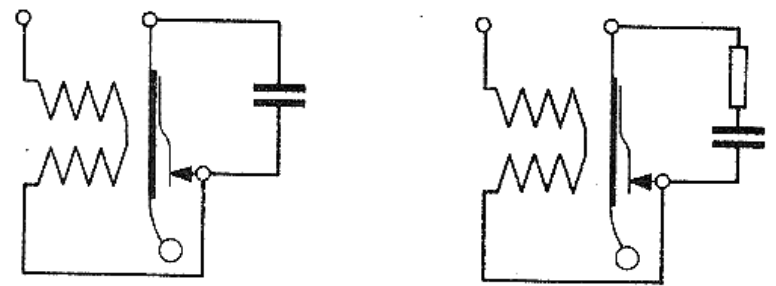
**Leuchtröhrenanlage (entstört)**



Entstörung der Fahrdrathleitung

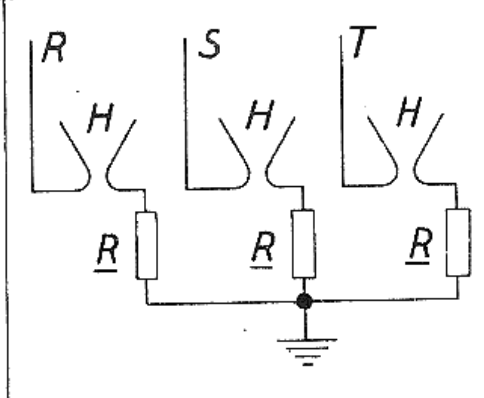
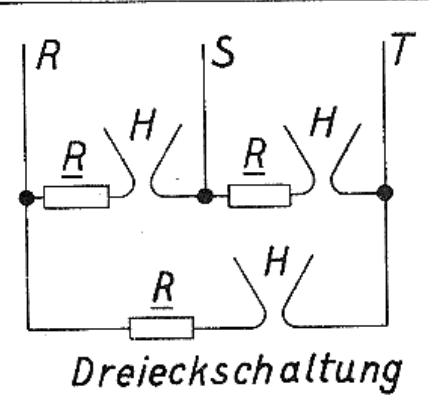
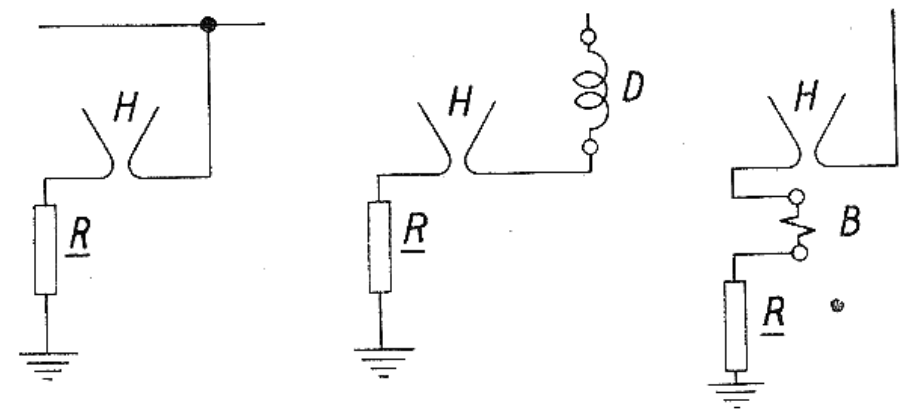


Entstörungen von Schaltgeräten

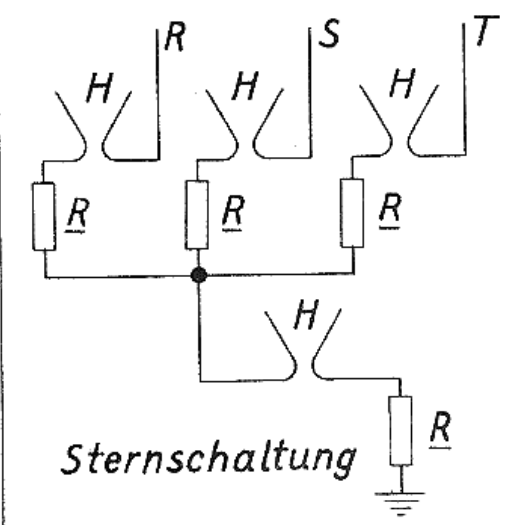


Störschutzschaltungen für elektrische Klingeln

## Überspannungsschutzschaltungen

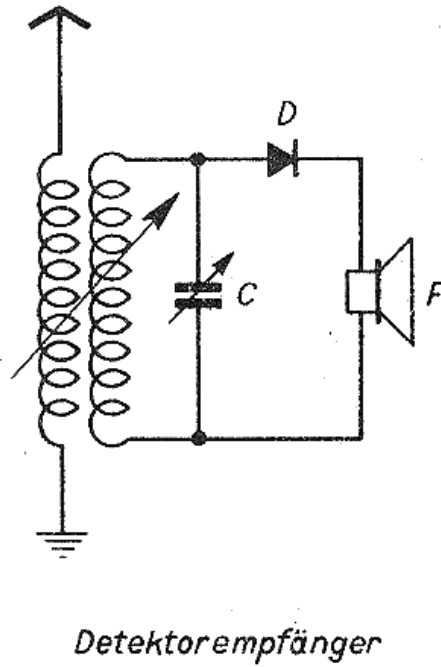
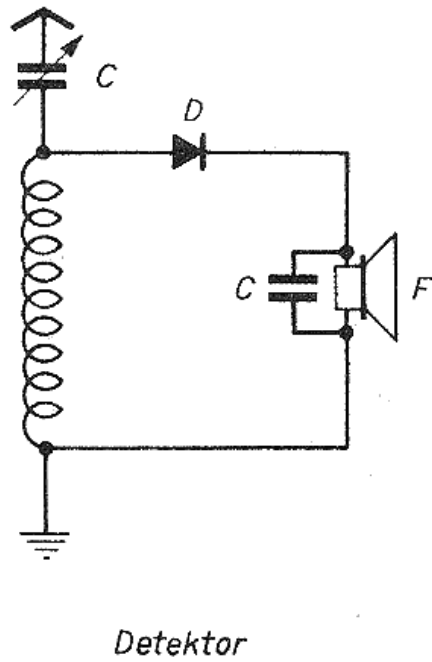
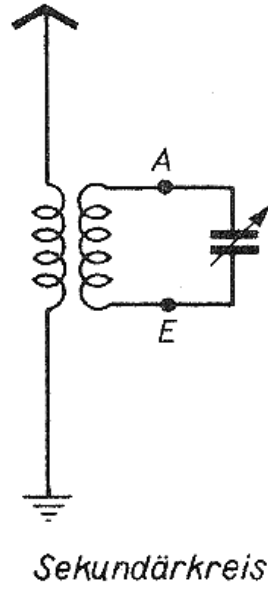
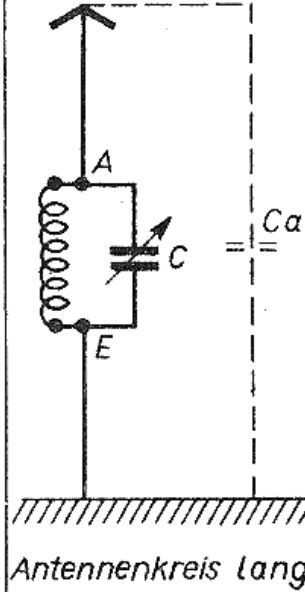
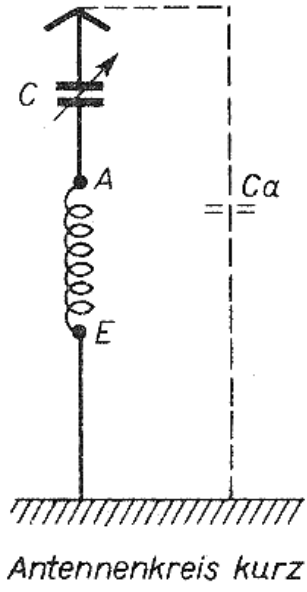


- B = Blaspule
- D = Drosselspule
- H = Hörnerblitzableiter
- R = Dämpfungswiderstände

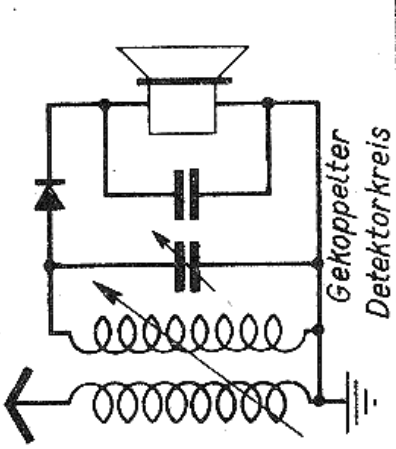
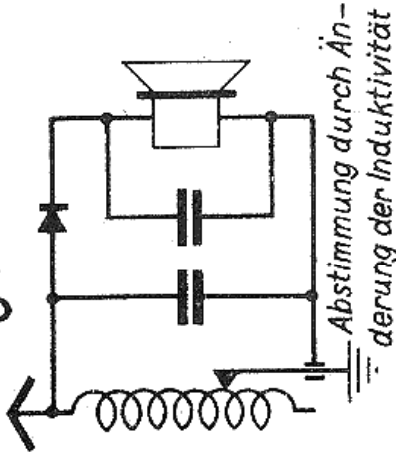
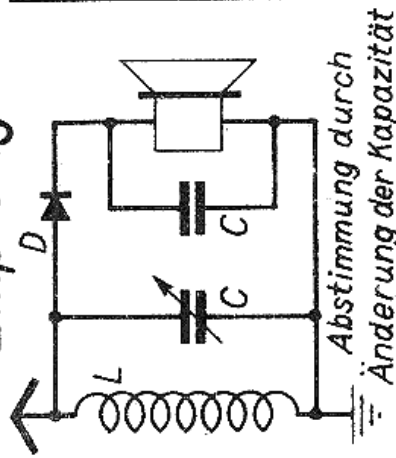


Sternschaltung

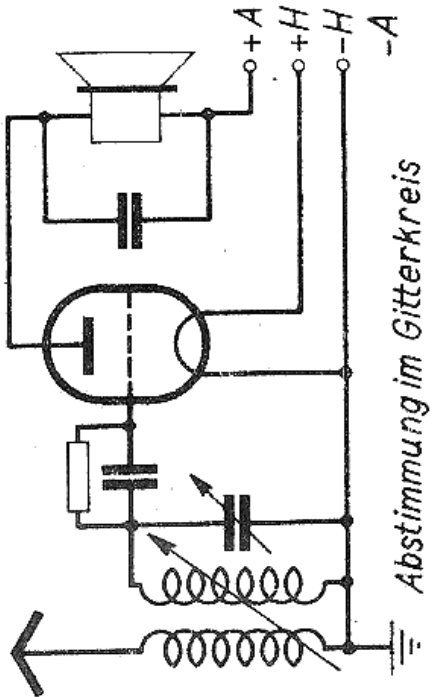
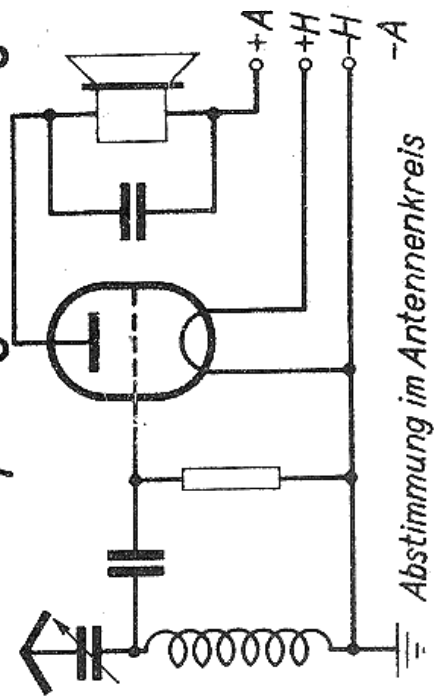
# Radioschaltungen



## Empfangsschaltungen mit Kristalldetektor

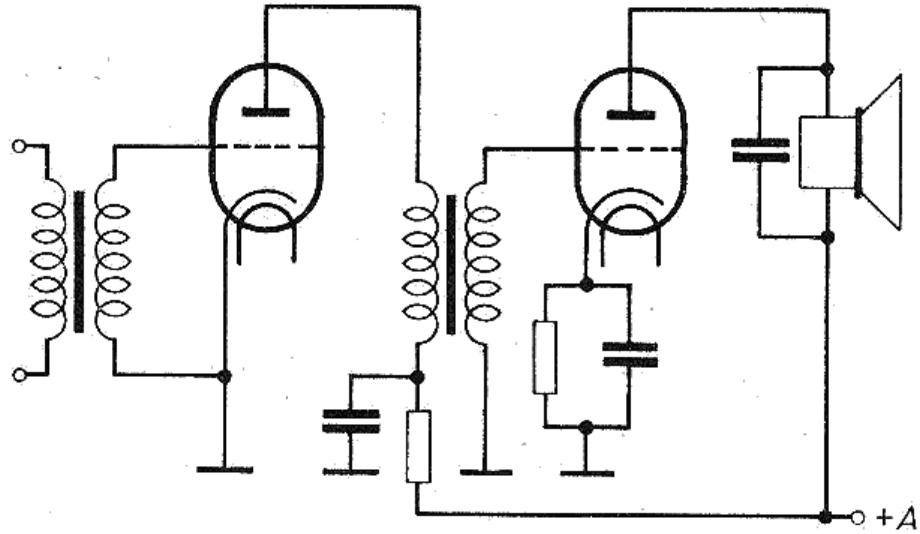


## Empfangsschaltungen mit Verstärkerröhre

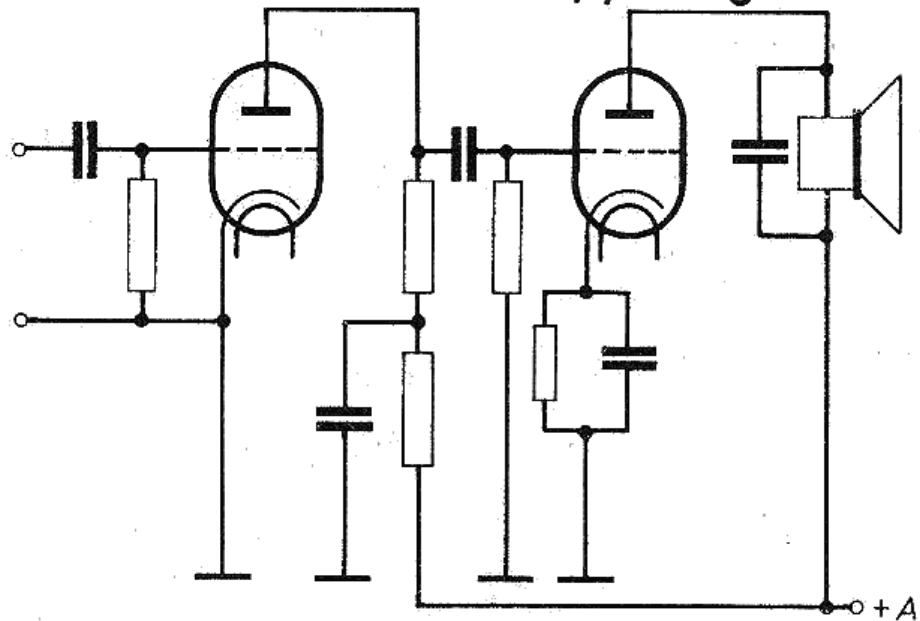




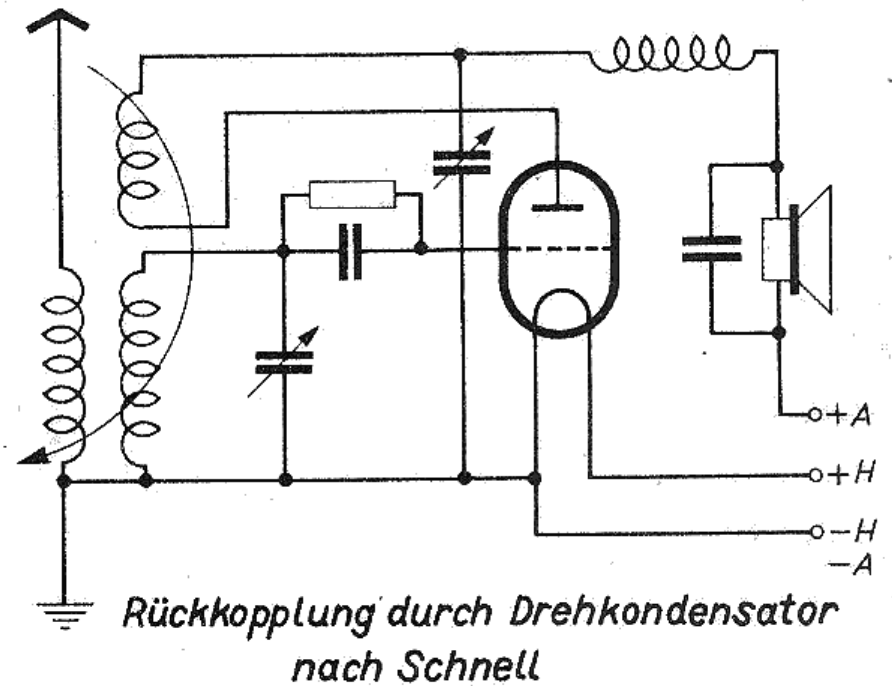
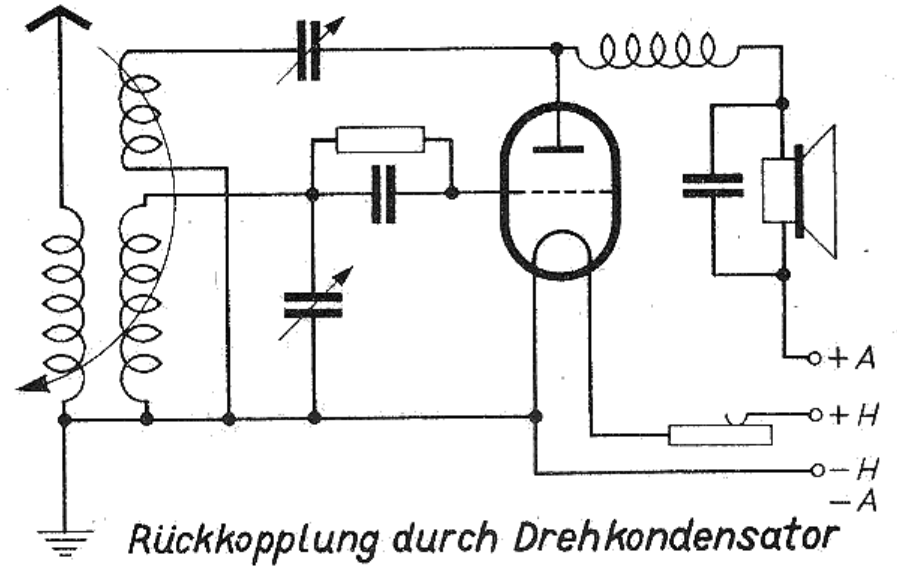
### Zweistufiger Verstärker mit Übertragerkopplung

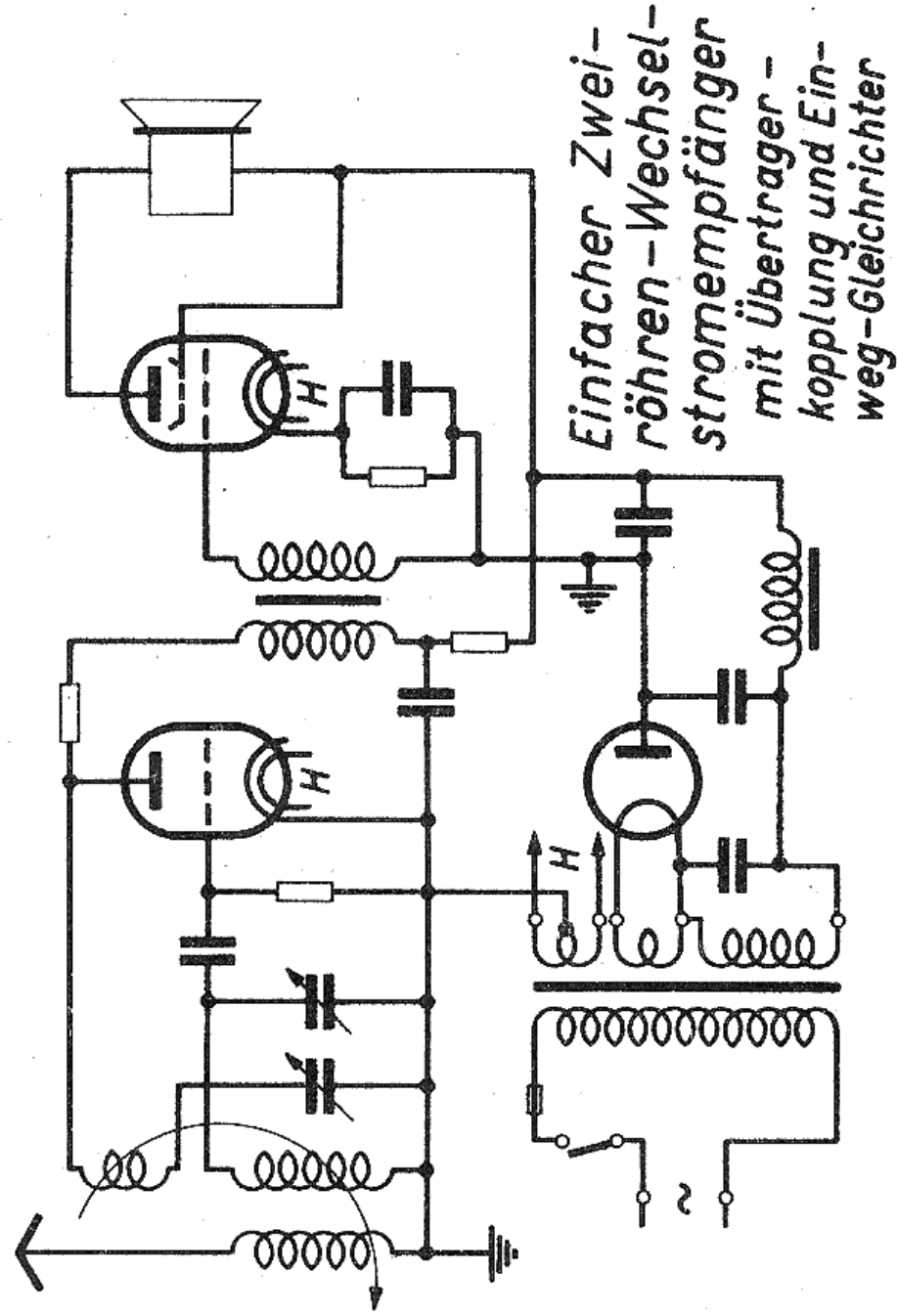


### Zweistufiger Verstärker mit Widerstandskopplung

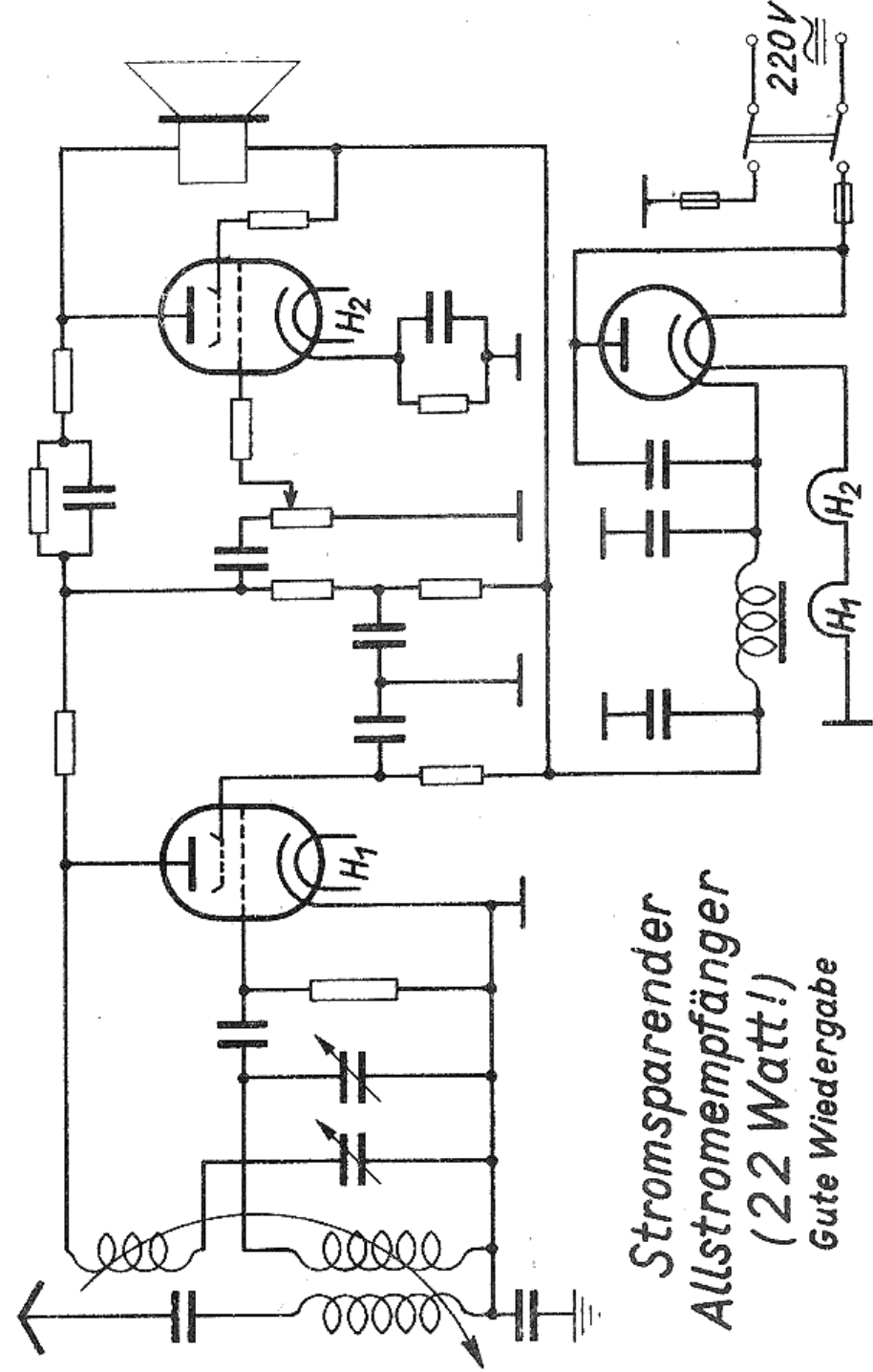


### Empfangsschaltung mit Rückkopplung

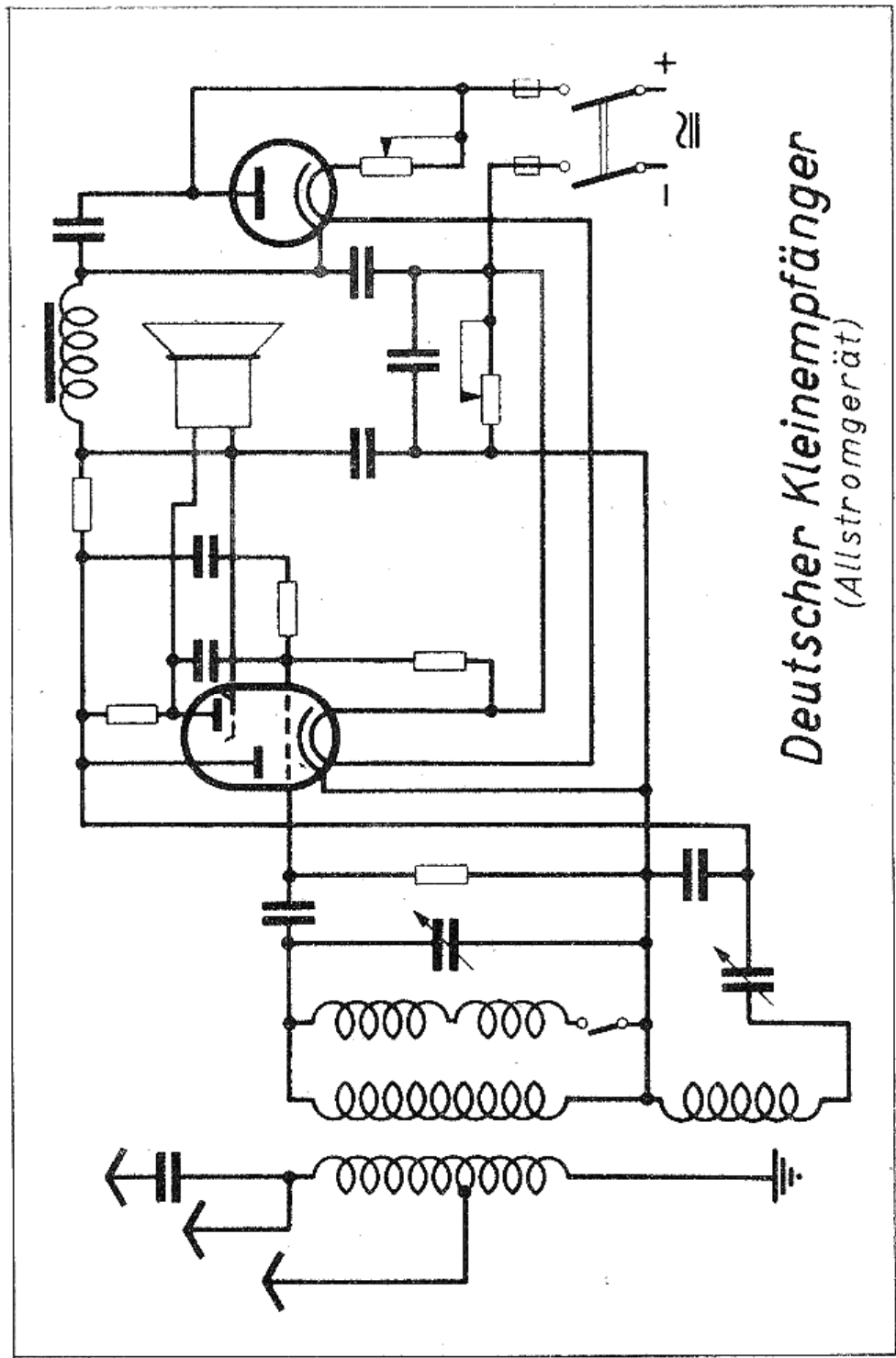




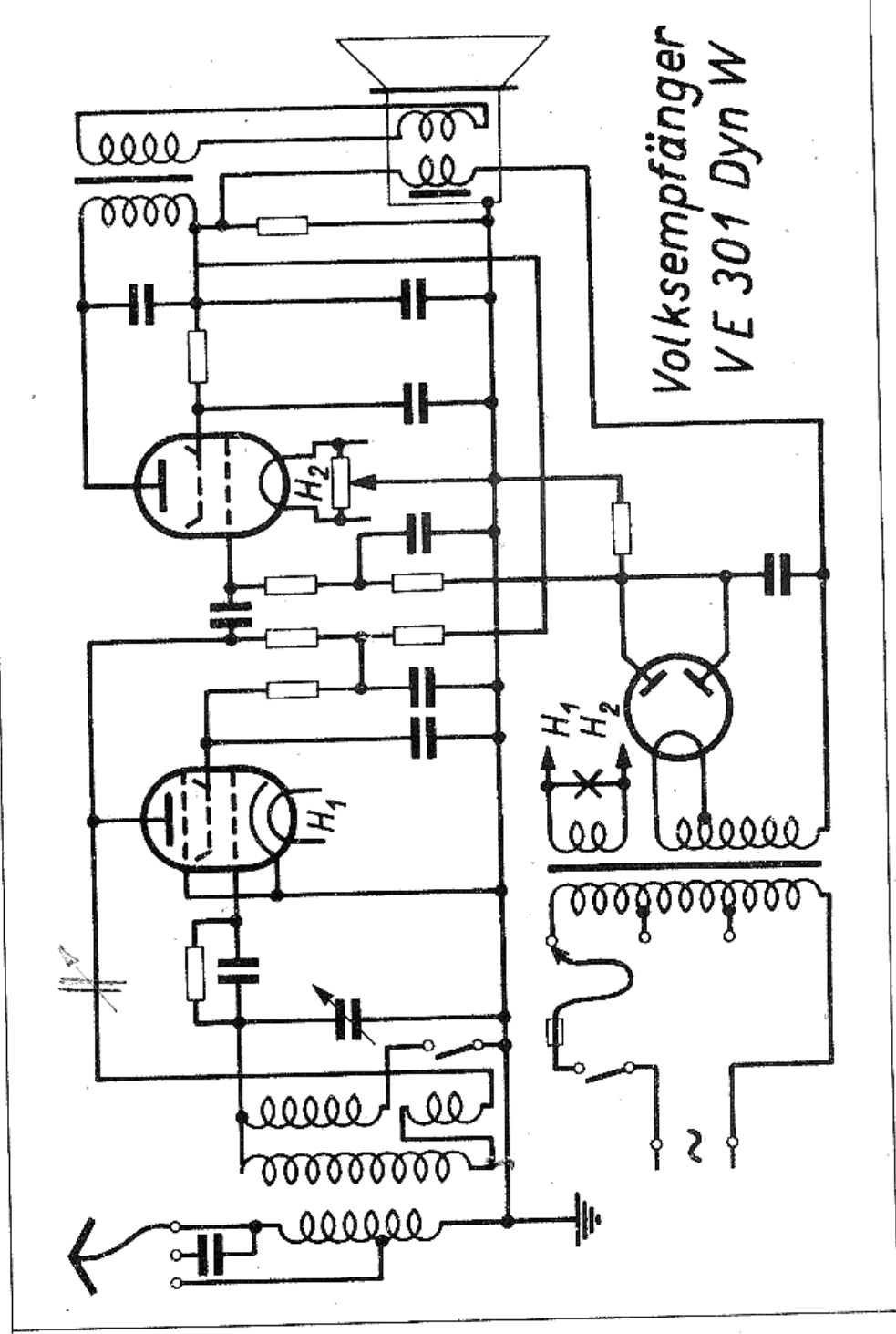
Einfacher Zwei-  
röhren - Wechsel-  
stromempfänger -  
mit Übertrager -  
kopplung und Ein-  
weg - Gleichrichter



Stromsparender  
Allstromempfänger  
(22 Watt!)  
Gute Wiedergabe

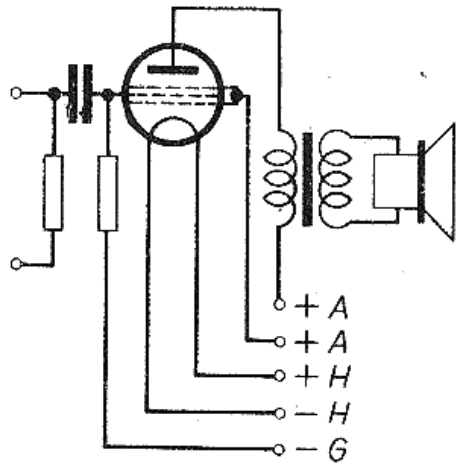


Deutscher Kleinempfänger  
(Allstromgerät)

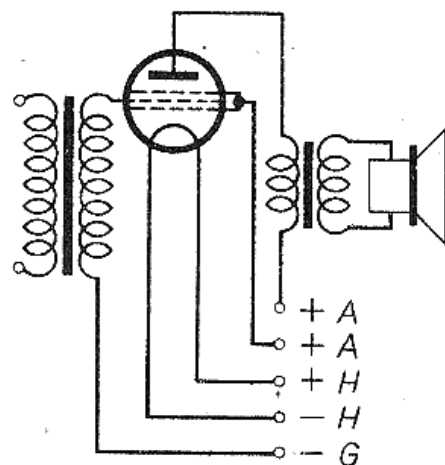


Volksempfänger  
VE 301 Dyn W

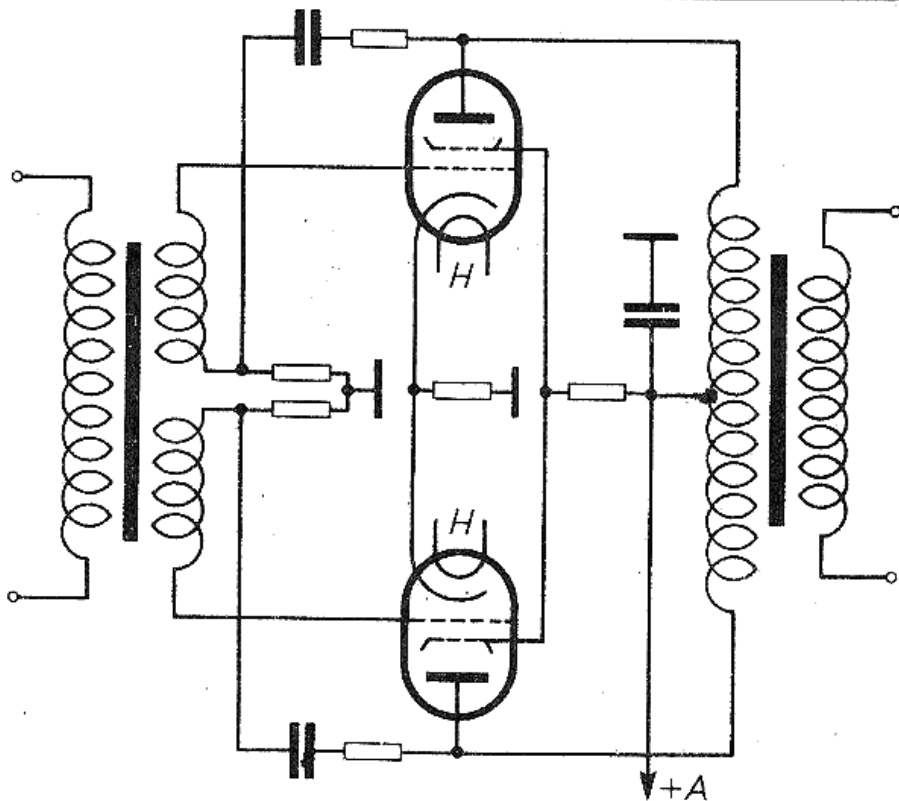
# Kraftverstärker



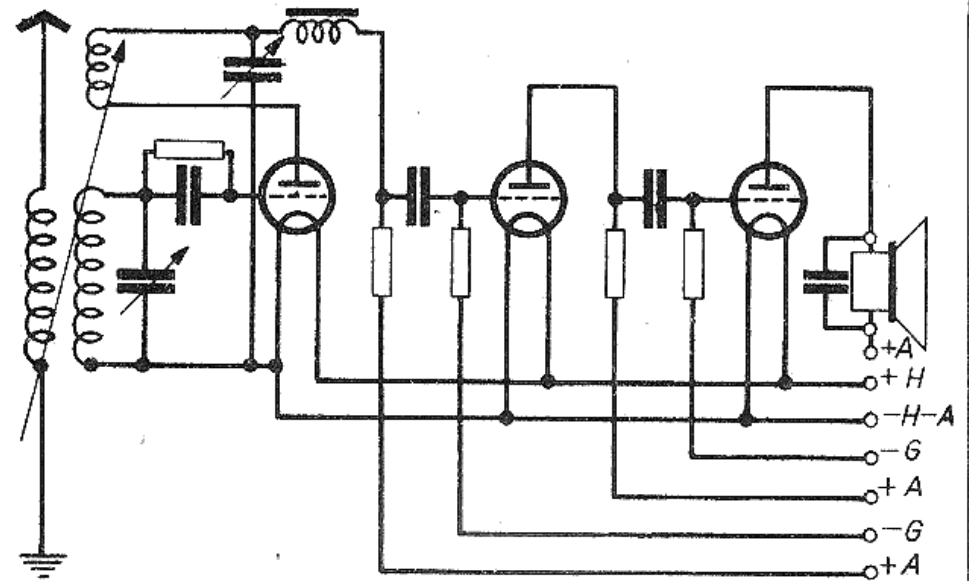
Kraftverstärker (Widerst.)



Kraftverstärker (Umsp.)



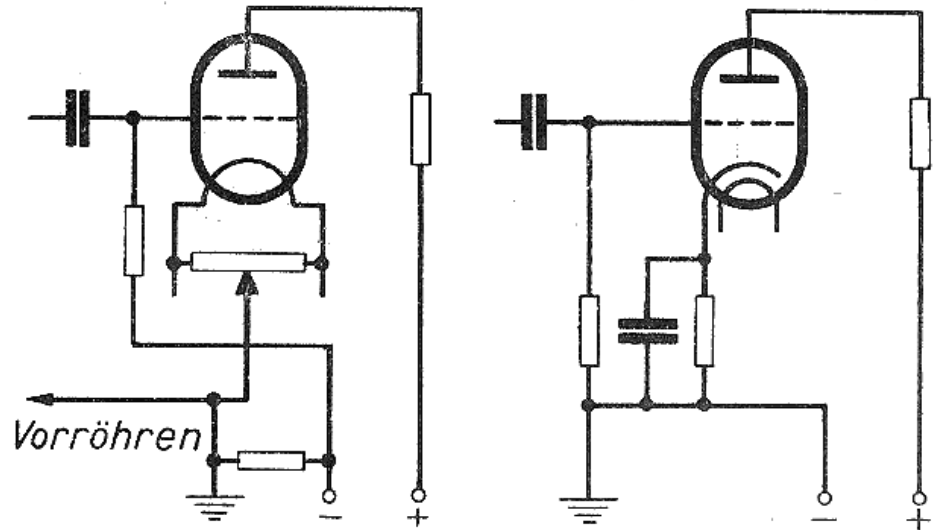
Gegentakt-Kraftverstärker mit Gegenkopplung



Dreiröhrenempfänger Audion mit 2-facher Niederfrequenzverstärkung

(halbautomatisch)

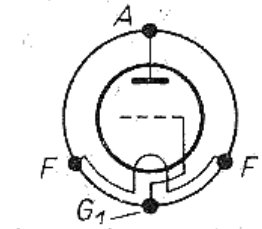
(automatisch)



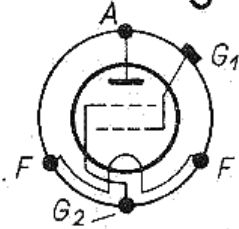
Gittervorspannungen

# Stift-Sockelschaltungen

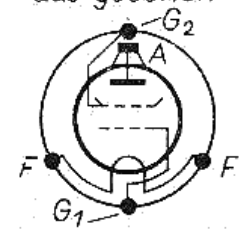
Von der Sockel-seite aus gesehen



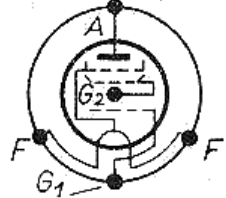
Dreipol-Endröhre



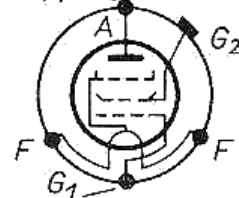
Doppelgitterröhre



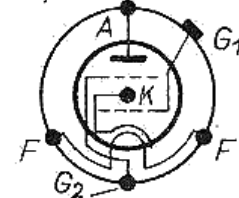
Vierpolschirmröhre



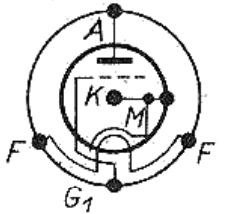
Fünfpol-Endröhre



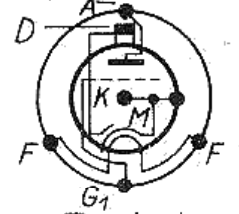
Fünfpol-Endröhre



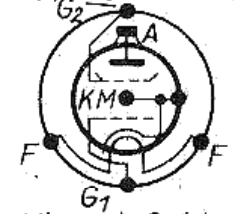
Doppelgitterröhre



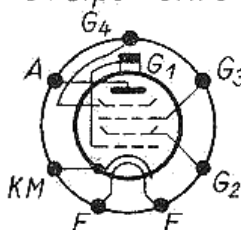
Dreipolröhre



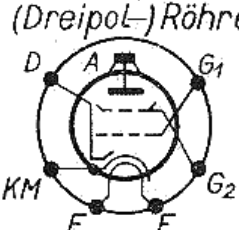
Zweipol-(Dreipol-)Röhre



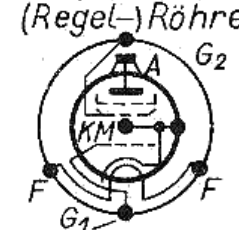
Vierpol-Schirm-(Regel-)Röhre



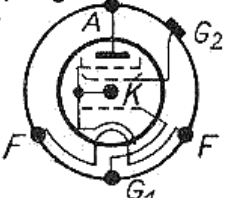
Sechspol-Misch-(Regel-)Röhre



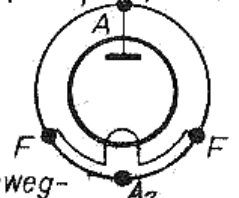
Zweipol-(Vierpol-)Röhre



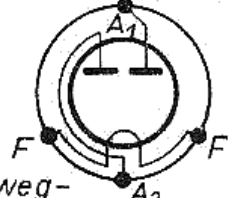
Fünfpol-Schirm-Röhre



Fünfpol-Endröhre



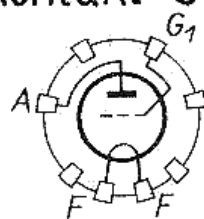
Einweg-Gleichrichterröhre



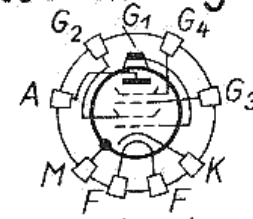
Vollweg-Gleichrichterröhre

# Kontakt-Sockelschaltungen

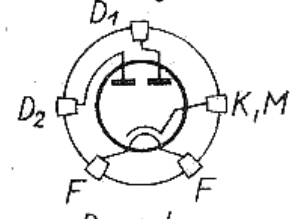
von unten gesehen



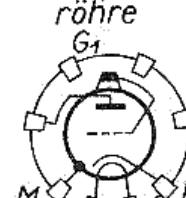
Dreipolröhre



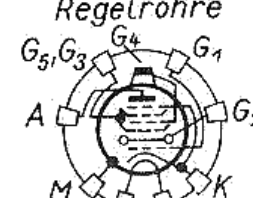
Sechspol-Regelröhre



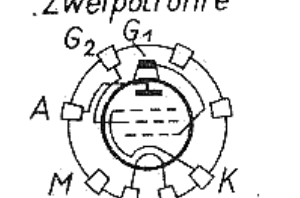
Doppel-Zweipolröhre



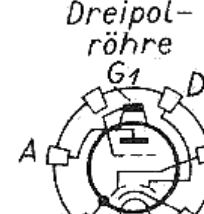
Dreipolröhre



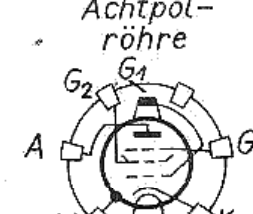
Achtpolröhre



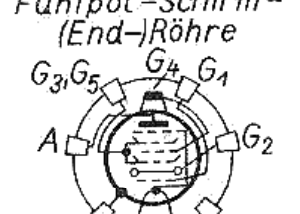
Fünfpol-Schirm-(End-)Röhre



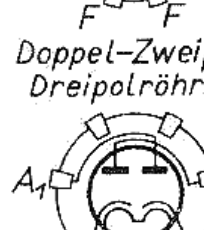
Doppel-Zweipol-Dreipolröhre



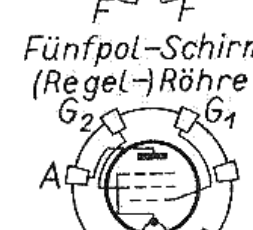
Fünfpol-Schirm-(Regel-)Röhre



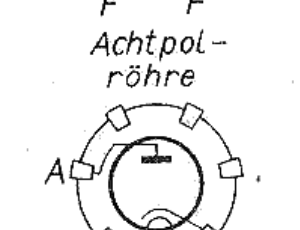
Achtpolröhre



Zweimal-Einweg-Gleichrichterröhre



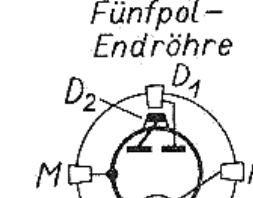
Fünfpol-Endröhre



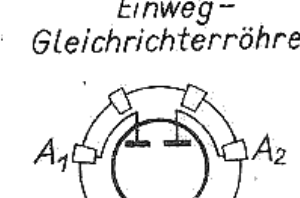
Einweg-Gleichrichterröhre



Einweg-Gleichrichterröhre



Doppel-Zweipolröhre

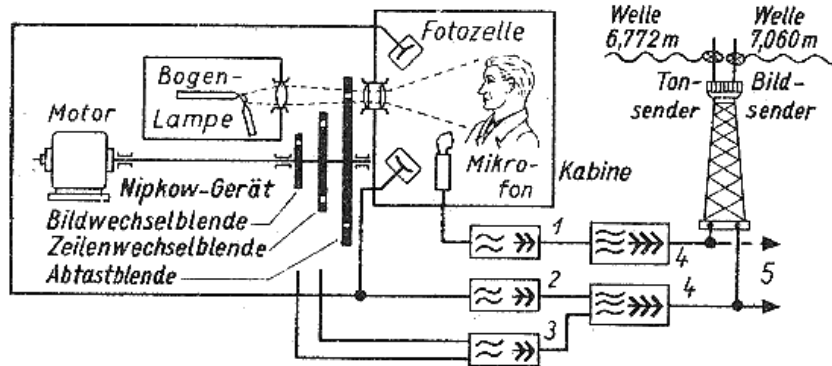


Zweiweg-Gleichrichterröhre

A Anode H Heizfaden  
D Diode K Kathode  
M Außen-Metallisierung

⌊ Anoden  
⌋ Kathode direkt geheizt  
⌋ Kathode indirekt geheizt

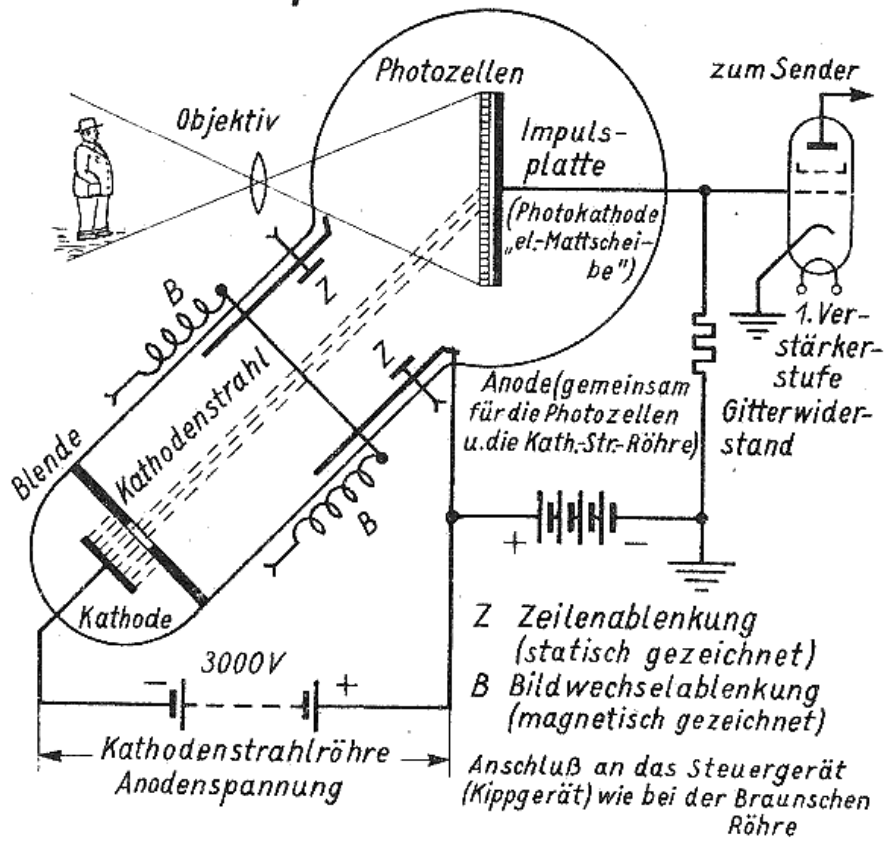
--- Steuergitter  
- - - Bremsgitter  
- · - · Schirmgitter



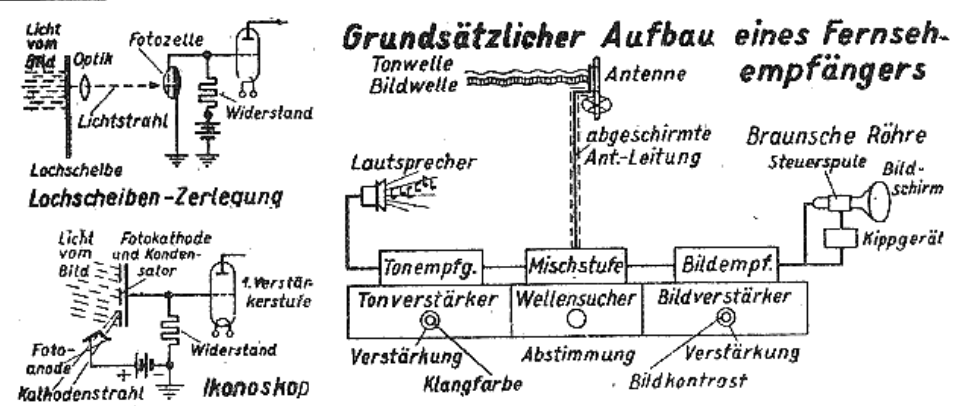
1. Mikrofon-Verstärker 2. Fotozellen-Verstärker 3. Zeilen- und Bildwechsel-Verstärker 4. Hauptverstärker 5. Zum Fernsprechamt (Drahtfunk)

Personen-Abtaster (Reichspost-Fernsehsprechkabine)

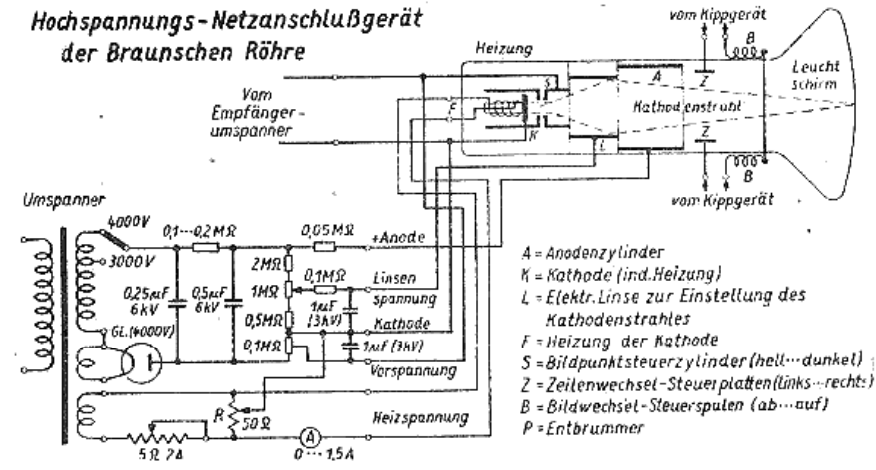
### Ikonoskop für Fernsehaufnahmen



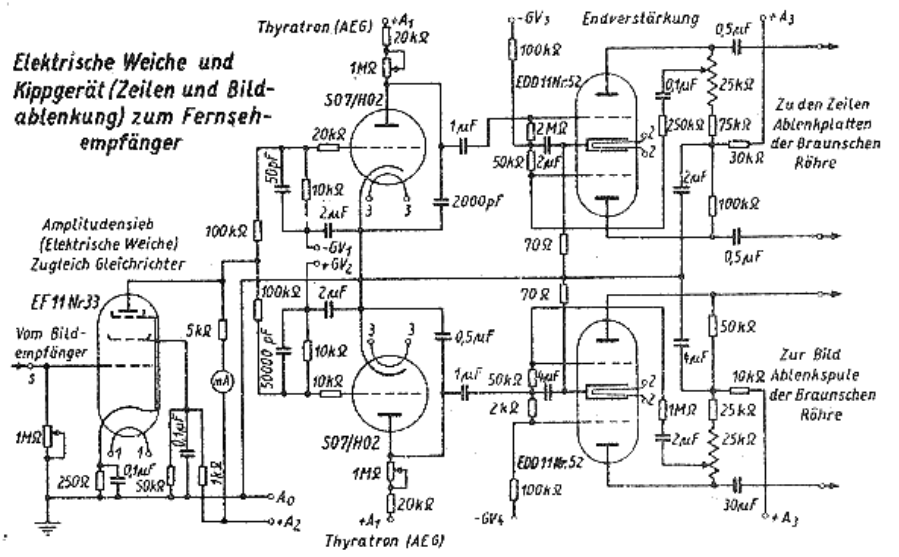
Z Zeilenablenkung (statisch gezeichnet)  
 B Bildwechselablenkung (magnetisch gezeichnet)  
 Anschluß an das Steuergerät (Kippgerät) wie bei der Braunschen Röhre



### Hochspannungs-Netzanschlußgerät der Braunschen Röhre



A = Anodenzylinder  
 K = Kathode (ind. Heizung)  
 L = Elektr. Linse zur Einstellung des Kathodenstrahles  
 F = Heizung der Kathode  
 S = Bildpunktsteuerzylinder (hell...dunkel)  
 Z = Zeilenwechsel-Steuerplatten (links...rechts)  
 B = Bildwechsel-Steuerplatten (ab...auf)  
 P = Entbrummer



Bedeutung	Einheit	Maß- einheit	Maß- größe	Vielfache und Sonderbezeichnungen
Spannung	Volt	V	U	Kilovolt (kV) = 1000 Volt. U <sub>K</sub> (od. U) = Klemmenspannung.
Elektromotor. Kraft	Volt	V	E	U <sub>MP</sub> = Sternspannung (früher Phasenspannung).
Elektromotorische Gegenkraft	Volt	V	E <sub>G</sub>	U <sub>v</sub> (od. u) = Spannungsverlust; U <sub>L</sub> = Dreieckspannung (früher ver- fettete Spannung).
Stromstärke	Ampere	A	I	1 Milliampere (mA) = $\frac{1}{1000}$ A; I <sub>a</sub> = Ankerstromstärke.
Widerstand	Ohm	Ω	R	1 Megohm (MΩ) = 1 000 000 Ω; R <sub>a</sub> = Ankerwiderstand.
Leitwert	Siemens	S	G	G = 1 : R
Kapazität	Farad	F	C	1 Mikrofarad μF = 0,000 001 F = 9 · 10 <sup>5</sup> em; F = Coulomb : Volt.
Induktivität	Henry	H	L	1 Millihenry (mH) = 0,001 Henry; 1 H = 10 <sup>9</sup> em.
Leistung	Watt	W	N	1 Kilowatt (kW) = 1000 Watt; N <sub>w</sub> = Wirkleistung (W); N <sub>s</sub> = Scheinleistung (VA); N <sub>b</sub> = Blindleistung (W).
Scheinleistung	Volt- ampere	VA	N <sub>s</sub>	1 Kilovoltampere (kVA) = 1000 VA.
Leistungsfaktor	unbenannte Zahl		cos φ	1 W = 1 VA bei Gültigkeitsbelastung (induktionsfrei).
Arbeit	Wattsek. Wsek		A	1 W = 1 VA × cos φ bei Motorenbelastung (teilweise induktiv).
Elektrizitätsmenge	Coulomb C		Q	cos φ = Watt geteilt durch Voltampere.
Einheitswiderstand	unbenannte Zahl		ρ	1 Kilowattstunde (kWh) = 3 600 000 Wattsekunden (Ws).
Einheits-Leitwert	unbenannte Zahl		$\frac{1}{\rho} = \kappa$	1 Coulomb = 1 As; 1 Ampere-stunde (Ah) = 3600 As.
Wirkungsgrad	unbenannte Zahl		η	ρ = Ohm × mm <sup>2</sup> Querschnitt = Ω · mm <sup>2</sup> Meter Länge m Meter Länge m
Temperaturzahl	unbenannte Zahl		k	κ = Ohm × mm <sup>2</sup> Querschnitt = Ω · mm <sup>2</sup>
Frequenz	Hertz Per/s		f	η = Abgabe in Watt (echter Bruch)
Ummertzung zur Tabelle: Delta = 10-facher, Sekto = 1000-facher, Mega (Meg) = 1 000 000-facher Wert. -- Dezi = zehnter, Zenti = hundertster, Milli = tausendster, Mikro = millionster Teil.				positiv, wenn k mit zunehmender Temperatur steigt (Metalle), negativ, wenn R mit zunehmender Temperatur fällt (Kohle, Flüssigkeiten). f = 2 Polwechsel. 1 Kilohertz (kHz) = 1000 Herz.

**Reichsgesetz über elektrische Maßeinheiten**

Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Ampere und das Volt.

Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eis, deren Länge bei einem Querschnitt von 1 mm<sup>2</sup> 106,3 cm beträgt.

Das Ampere ist die Einheit der elektrischen Stromstärke, dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, der beim Durchgang durch eine wässrige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001118 g Silber niederschlägt.

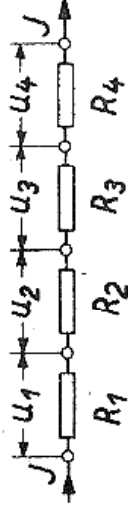
Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft, die in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen elektrischen Strom von einem Ampere erzeugt

Das Ohmsche Gesetz: Spannung = Stromstärke × Widerstand

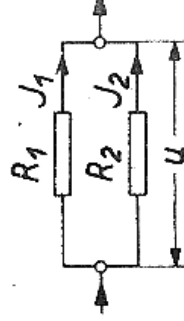
$$U = J \cdot R; J = \frac{U}{R}; R = \frac{U}{J}$$

**Widerstandsrechnung**

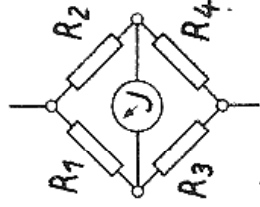
Widerstand =  $\frac{\text{Leitlänge in m} \times \text{Einheits-Widerstand}}{\text{Querschnitt in mm}^2}$ ;  $R = \frac{l \cdot \rho}{F} = \frac{l}{\kappa \cdot F}$



hintereinander  
geschaltete Widerstände  
 $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$   
 $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$   
 $J = J_1 = J_2 = J_3 = J_4$



parallel  
geschaltete Widerstände  
 $G = G_1 + G_2; \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$   
 $R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$  oder  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$   
 $J = J_1 + J_2; \frac{J_1}{J_2} = \frac{R_2}{R_1}; U = J \cdot R$



Wheatstone'sche Brücke  
Bei J = 0 ist  $R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

## Leitungsrechnung

$\rho$  = Einheits-Widerstand (für 1 m Länge und 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt).  $l$  = Streckenlänge in m (Entfernung vom Speisepunkt bis Verbrauchsstelle).  $U$  = Betriebsspannung in Volt. Nuten- und Nulleiter, (nicht zw. Nuten- und Nulleiter).  $U_N$  (oder  $u$ ) = Spannungsverlust in Volt vom Anfang bis zum Ende der Leitung.  $N$  = zu übertragende Leistung in Watt.  $\varphi$  = Leistungsverlust in %.  $J$  = Strom in einer Leitung in Ampere.  $F$  = Querschnitt der Leitung in mm<sup>2</sup>.

Stromart	Spann.-Verlust	Querschnitt mit Rücks. a. Sp.-Verl.	Querschnitt mit Verlust
Gleichstrom und Zweileiter-Wechselstrom b. induktionsfreier Belastung ( $2l$ = Sin- u. Rück- weg der Leitung)	$U_N = \rho \frac{2l \cdot J}{F}$	$F = \rho \frac{2l \cdot J}{U_N}$	$F = \rho \frac{2l \cdot N}{U \cdot U}$
	für Kupfer $U_N = \frac{l \cdot J}{28 F}$	für Kupfer $F = \frac{l \cdot J}{28 U_N}$	$F = \rho \frac{200 \cdot l \cdot N}{p \cdot U \cdot U}$
	$U_N = \rho \frac{2l \cdot N}{F \cdot U}$	$F = \rho \frac{2l \cdot N}{U_N \cdot U}$	Erford. Spannung $U = \sqrt{\rho \frac{200 \cdot l \cdot N}{F \cdot p}}$
Drehstrom (Freileitungen nach S. 141)	$U_N = \rho \frac{1,73 l \cdot J \cdot \cos \varphi}{F}$	$F = \rho \frac{1,73 l \cdot J \cdot \cos \varphi}{U_N}$	$p = \rho \frac{100 l \cdot N}{F \cdot U \cdot U \cdot \cos \varphi}$
	$U_N = \rho \frac{l \cdot N}{F \cdot U}$	$F = \rho \frac{l \cdot N}{U_N \cdot U}$	$F = \frac{\rho \cdot 100 l \cdot N}{p \cdot U \cdot U \cdot \cos \varphi}$
Bei Gleichstrom und induktionsfreiem Wechselstrom ist der Leistungsverlust proportional dem Spannungsverlust. — Bei Drehstrom sind die Leitungen vor allem auf Leistungsverlust durchzurechnen, auf Spannungsverlust nur bei Installationsleitungen über 100 m Streckenlänge und bei Freileitungen. — Die gedrucktesten Formeln sind umändert.			
1. Beispiel (zu S. 141): In einer el. Leitung ist $J = 150$ A. Dann ist $F$ für feste Verlegung in Rohr (Cu mind. 70 mm <sup>2</sup> (Al 95 mm <sup>2</sup> ), für bewegl. Leitg. (ausgelegter Betrieb) Cu mind. 50 mm <sup>2</sup> .			
2. Beispiel: In einer 85 mm <sup>2</sup> Gleichstrom-Cu-Leitung fließen in $l = 1000$ m Entfernung $J = 8$ Volt Spannungsverlust. Dann ist $l \cdot J = 800$ mA. Daher $U_N = 8$ Volt Spannungsverlust.			

3. Beispiel: In einer Gleichstromleitung von  $F = 35$  mm<sup>2</sup> und  $l = 500$  m Streckenlänge (= 1000 m Gesamtlänge ist  $U_N = 8$  V. Dann beträgt die Stromstärke  $J = 8000 : 500 = 16$  Ampere.

4. Beispiel: Eine Gleichstrom-Kabelleitung von  $F = 400$  mm<sup>2</sup> bei 300 Amp. u.  $U_N = 14$  V ist  $l = 160000 : 300 = 533,3$  m lang (vom Speisepunkt bis zum Verbraucher).

### Berechnung elektrischer Leitungen auf Spannungsverlust

Einheitswiderstand  $\rho$  bei 15°: Kupfer = 0,0175, Aluminium = 0,0287

Querschnitt mm <sup>2</sup>	Belastung in A gummiisolierte Leitung Kupfer bzw. Aluminium						Streckenlänge $\times$ Ampere Kupferleitung						
	dauernd zulässig für jeden Leiter höchstens A (Ampere)		bewegliche Leiter		bewegliche Leiter		Spannungsverlust $U_N$ (ober u) für Gleichstrom und induktionsfreien Zweileiter-Wechselstrom		Spannungsverlust $U_N$ (ober u) für Gleichstrom und induktionsfreien Zweileiter-Wechselstrom		Zustand für 1000 m		
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	4 V	6 V	8 V	10 V	12 V	14 V	16 V
0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	16	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	21	27	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	25	35	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	35	48	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	48	66	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	66	90	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	90	110	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	140	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	175	215	185	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	215	275	230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	255	305	280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	295	350	330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
185	340	400	385	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	400	480	455	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	470	560	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Verhältnis der Spannungsverluste Kupfer 1 : Aluminium 1,61 : Wären 1,87 : Eisen 7,5.



# Berechnung elektr. Supferleitungen auf Leistungserlust

Querschnitt mm <sup>2</sup>	Stenstrom- sicherheit	Zulässige Belastung und Vertust	Streichstrom						Drehstrom											
			110 V		220 V		440 V		500 V		125 V		220 V		380 V		500 V			
			V	W	V	W	V	W	V	W	cos φ =	cos φ =	cos φ =	cos φ =	cos φ =	cos φ =	cos φ =	cos φ =		
1	6	Stöfßbelastg.	kW	0,66	1,32	2,64	3,0	1,3	1,04	0,78	2,28	1,824	1,77	3,944	3,155	2,37	5,19	4,152	3,114	
		Leistungser- lust je 100 m	kW	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193
		Streckenlänge	%	19,5	9,75	4,875	4,28	14,8	18,6	24,76	8,41	10,6	14,0	4,88	6,10	8,15	3,7	4,65	6,2	
1,5	10	Stöfßbelastg.	kW	1,1	2,2	4,4	5,0	2,16	1,728	1,296	3,81	3,04	2,28	6,574	5,26	3,944	8,65	6,92	5,19	
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,238	0,238	0,238	0,238	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	
		Streckenlänge	%	21,6	10,8	5,4	4,76	16,45	20,6	27,4	9,36	11,7	15,6	5,41	6,75	9,0	4,1	5,13	6,85	
2,5	15	Stöfßbelastg.	kW	1,65	3,3	6,6	7,5	3,24	2,592	1,944	5,7	4,56	3,42	9,861	7,89	5,92	12,975	10,38	7,785	
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,321	0,321	0,321	0,321	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	
		Streckenlänge	%	19,48	9,74	4,87	4,28	14,8	18,5	24,62	8,4	10,5	14	4,87	6,10	8,10	3,71	4,63	6,16	
4	20	Stöfßbelastg.	kW	2,2	4,4	8,8	10	4,32	3,456	2,592	7,61	6,10	4,56	13,15	10,52	7,89	17,3	13,84	10,38	
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,357	0,357	0,357	0,357	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	
		Streckenlänge	%	16,24	8,12	4,06	3,57	12,3	15,4	20,6	7,02	8,8	11,7	4,05	5,07	6,76	3,08	3,85	5,14	
6	25	Stöfßbelastg.	kW	2,75	5,5	11	12,5	5,41	4,328	3,246	9,52	7,62	5,71	16,44	13,15	9,86	21,625	17,30	12,975	
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,372	0,372	0,372	0,372	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	
		Streckenlänge	%	13,52	6,76	3,38	2,976	10,3	12,86	17,2	5,85	7,32	9,75	3,39	4,24	5,65	2,57	3,22	4,3	

10	35	Stöfßbelastg.	kW	3,85	7,7	15,4	17,5	7,57	6,056	4,542	13,31	10,65	7,98	23,0	18,4	13,8	30,275	24,22	18,165
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,437	0,437	0,437	0,437	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655
		Streckenlänge	%	11,36	5,68	2,84	2,5	8,65	10,8	14,4	4,91	6,15	8,19	2,84	3,56	4,75	2,16	2,7	3,6
16	60	Stöfßbelastg.	kW	6,6	13,2	26,4	30	12,98	10,384	7,788	22,80	18,24	13,68	39,444	31,56	23,67	51,9	41,52	31,14
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,804	0,804	0,804	0,804	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
		Streckenlänge	%	12,16	6,08	3,04	2,68	9,26	11,6	15,4	5,26	6,57	8,76	3,05	3,81	5,07	2,32	2,90	3,86
25	80	Stöfßbelastg.	kW	8,8	17,6	35,2	40	17,30	13,84	10,38	30,4	24,3	18,24	52,59	42,07	31,56	69,2	55,36	41,52
		Leistungser- lust je 100 m	kW	0,914	0,914	0,914	0,914	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
		Streckenlänge	%	10,4	5,2	2,6	2,28	7,9	9,9	13,2	4,5	5,6	7,5	2,6	3,26	4,35	1,98	2,48	3,3
35	100	Stöfßbelastg.	kW	11	22	44	50	21,63	17,304	12,978	38,10	30,4	22,86	65,74	52,59	39,44	86,5	69,2	51,9
		Leistungser- lust je 100 m	kW	1,02	1,02	1,02	1,02	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
		Streckenlänge	%	9,28	4,64	2,32	2,04	7,07	8,82	11,6	4,0	5,0	6,7	2,32	2,91	3,88	1,77	2,21	2,94
50	125	Stöfßbelastg.	kW	13,75	27,5	55	62,5	27,03	21,624	16,218	47,6	38,1	28,6	82,165	65,73	49,3	108,25	86,6	64,95
		Leistungser- lust je 100 m	kW	1,113	1,113	1,113	1,113	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
		Streckenlänge	%	8,12	4,06	2,03	1,79	6,2	7,73	10,3	3,5	4,4	5,85	2,03	2,54	3,39	1,54	1,93	2,58
70	160	Stöfßbelastg.	kW	17,6	35,2	70,4	80	34,60	27,68	20,76	61,00	48,8	36,6	105,18	84,14	63,11	138,4	110,72	83,04
		Leistungser- lust je 100 m	kW	1,306	1,306	1,306	1,306	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955
		Streckenlänge	%	7,44	3,72	1,86	1,63	5,65	7,06	9,4	3,2	4,0	5,35	1,86	2,32	3,1	1,41	1,77	2,35
95	200	Stöfßbelastg.	kW	22	44	88	100	48,25	34,60	25,95	76,2	61,0	45,7	131,5	105,2	78,9	173	138,4	103,8
		Leistungser- lust je 100 m	kW	1,5	1,5	1,5	1,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
		Streckenlänge	%	6,84	3,42	1,71	1,51	5,2	6,5	8,65	2,96	3,7	4,92	1,715	2,14	2,86	1,3	1,62	2,17

**Einheitswiderstand, Einheitsleitwert, Temperaturzahl und Einheitsgewicht von Leitern bei 20° C**  
Bezogen auf 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt und 1 m Länge

Werkstoff	Einheitswiderstand	Einheitsleitwert	Wärmegradzahl	Einheitsgewicht
<b>a) Reine Metalle</b>				
Aluminium	0,0287	34,8	+0,004	2,7
Blei	0,21	4,8	+0,00387	11,4
Eisen (WM 13)	0,13	7,7	+0,0048	7,9
Kupfer	0,0175	57,1	+0,0038	8,9
Nickel	0,10	10,0	+0,004	8,7
Platin	0,11	9,0	+0,0039	21,3
Quecksilber	0,95	1,05	+0,0009	13,6
Silber	0,016	62,5	+0,00377	10,5
Wolfram	0,055	18,2	+0,0041	19,1
Zinn	0,06	16,7	+0,0037	7,1
Zinn	0,13	7,7	+0,0042	7,3
<b>b) Legierungen</b>				
Wdrey	0,0333	30,0	+0,0036	2,7
Chromnickel (WM 100)	1,1	0,91	0,00025	8,5
Eisenchromaluminium (WM 140)	1,4	0,71	0,002	7,2
Elektron	0,0833	12...18	t. 30...0,000263	1,8
Konstantan, Rheotan	0,50	2,0	-0,000005	8,9
Welling	0,074	13,5	0,0015	8,6
Neusilber	0,30	3,3	+0,0002...0,0007	8,7
Nickelsin (2)	0,30	3,3	+0,00023	8,7
Nickel-Chrom-Stahl	1,0	1,0	0,00025	8,3
<b>c) Sonstige Leiter</b>				
Dochtsilbernitrite	70	0,014	-0,0002	~2,0
Nitrosilber BaCl bei 1000°	~5000	0,0002	bis	
Graphit	65...100	0,05...0,01	0,0007	
Rohleitstoffe homogen	65	0,015		
Retortentohle	100	0,01		
Siliz (SiC)	~1000	0,001		

**Einheits-Widerstand von Isolierstoffen**  
= Widerstand eines Würfels von 1 cm<sup>3</sup>  
Durchgangswiderstand × Fläche (cm<sup>2</sup>)  
=  $\Omega$  (oder M $\Omega$ ) · F  
geteilt durch Dide (cm)  
=  $\Omega$  (oder M $\Omega$ ) · F  
geteilt durch Dide

Stichstrom 1000 V bei 20° C und  
80% relativer Luftfeuchtigkeit:  
M $\Omega$ /cm

	Widerstand	Ber- gleichs- zahl
Seife	1 · 10 <sup>8</sup>	0,000001
Seife	2 · 10 <sup>4</sup>	0,00002
Zelluloid	2 · 10 <sup>4</sup>	0,00002
Marmor	2 · 10 <sup>5</sup>	0,0001
Opalglas	1 · 10 <sup>6</sup>	0,001
Seifenmilch	2 · 10 <sup>7</sup>	0,02
Seifenmilch	5 · 10 <sup>7</sup>	0,05
Porzellan unglasiert	3 · 10 <sup>8</sup>	0,3
Wulfenersta	(4,5...10) · 10 <sup>8</sup>	0,45...1
Mikant	1 · 10 <sup>9</sup>	1
Amber, Glimmer	2 · 10 <sup>9</sup>	2
Tule	(1,8...3,7) · 10 <sup>9</sup>	1,8...3,7
Dukt. Bleisulfid	(1,5...10) · 10 <sup>9</sup>	1,5...10
Schellack	1 · 10 <sup>10</sup>	10
Kunstharz	1 · 10 <sup>10</sup>	10
Naturgummi	1 · 10 <sup>10</sup>	10
Paraffin	(1...3,4) · 10 <sup>10</sup>	10...3,4
Glühglas	3,4 · 10 <sup>10</sup>	34
Kolophonium	5 · 10 <sup>10</sup>	50
Schwefel	1 · 10 <sup>11</sup>	100
Gummi	(1...3) · 10 <sup>11</sup>	100...300
Quarz	5 · 10 <sup>12</sup>	5000

Die Vergleichszahlen sind auf den Einheitswiderstand von Mikant = 1 bezogen.

**Strombelastungsfähigkeit blander Widerstandsdrähte**

Querschnitt	Durchmesser	Dauerbetrieb		Kranbetrieb (Kontroll)		Anlasser mit Luftführung		Anlasser mit Drahtführung	
		A	A/mm <sup>2</sup>	A	A/mm <sup>2</sup>	A	A/mm <sup>2</sup>	A	A/mm <sup>2</sup>
0,0078	0,1	0,077	9,9	0,13	17	0,19	24	0,35	45
0,0314	0,2	0,24	7,6	0,4	13	0,58	18	1,1	34
0,0707	0,3	0,47	6,7	0,8	11	1,1	16	2,1	30
0,126	0,4	0,76	6,0	1,3	10	1,8	14	3,4	27
0,196	0,5	1,1	5,6	1,9	10	2,6	13	5	25
0,283	0,6	1,5	5,3	2,6	9	3,6	13	7	24
0,385	0,7	1,9	5,0	3,3	8,5	4,5	12	9	22
0,503	0,8	2,4	4,8	4,1	8,3	5,7	11,5	11	22
0,636	0,9	2,9	4,6	5	8	7	11	13	21
0,785	1,0	3,5	4,4	6	7,6	8,5	10,5	16	20
0,95	1,1	4,1	4,3	7	7,4	10	10	18	20
1,13	1,2	4,7	4,1	8	7	11,5	10	21	18
1,33	1,3	5,4	4,0	9,3	7	13	9,5	24	18
1,54	1,4	6,2	4,0	10,5	7	15	9,5	28	18
1,77	1,5	6,9	3,9	12	6,8	17	9,5	31	18
2,01	1,6	7,6	3,8	13,5	6,6	18	9	34	17
2,27	1,7	8,5	3,7	15	6,5	20	8,8	39	17
2,54	1,8	9,3	3,6	16	6,3	22	8,6	42	16
2,84	1,9	10,2	3,6	17,5	6,2	24	8,6	46	16
3,14	2,0	11,1	3,5	19	6	27	8,4	50	16
3,80	2,2	13,0	3,4	22,4	5,9	31	8,2	58	15,3
4,91	2,5	16,1	3,3	28	5,7	39	8,0	70	15
6,16	2,8	19,5	3,2	33,6	5,4	46	7,5	88	14,2
7,07	3,0	21,3	3,0	37	5,2	50	7,0	95	13,5
8,55	3,3	25,6	3,0	44	5,1	60	7,0	115	13,5
9,62	3,5	28,2	2,9	50	5	70	7,0	130	13

**1. Beispiel:** Bei einem Widerstandsdraht von 2,5 mm  $\varnothing$  beträgt der Querschnitt 4,91 mm<sup>2</sup>. Die Belastung bei Kranbetrieb beträgt 28 A; für 1 mm<sup>2</sup> demnach 28 : 4,91 = 5,7 A. Als normale geeignete Widerstandsbaustoffe gelten:

- a) Kupfer-Nickel-Mangan-Legierungen mit einem Einheits-Widerstand von 0,50 (0,47 bis 0,51)  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m. Sie müssen frei von Zinn und Eisen sein. Bezeichnung: WM 50. Für Draht 0,1 bis 10 mm (Anlasser, Regler).
- b) Legierungen (Eisen-Nickel, Chrom-Nickel, Chrom-Nickel-Eisen) mit einem Einheits-Widerstand von 1,0 (0,85 bis 1,1)  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m. Bezeichnung: WM 100. Für hochohmige Widerstände (Vor Schalt- und Parallelwiderstände von Magnetwicklungen usw.) sowie für hohe Temperaturbeanspruchung. Drahtstärke 0,1...10 mm.
- c) Stahldraht, verzinkt oder verzinkt als Rohstahl, mit einem Einheits-Widerstand von 0,13 (0,12 bis 0,14)  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m. Bezeichnung: WM 13. Für Anlasser, nicht für Regelanlasser und Regler. Drahtstärke 0,5...4 mm.
- d) Kupfer-Nickel-Legierungen, die auch Zinn enthalten dürfen, mit einem Einheits-Widerstand von 0,30 (0,28 bis 0,32)  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m. Sie müssen frei von Eisen sein. Bezeichnung: WM 30. Nur für größere Stromstärken (Feldregler, Hauptstrom-Regelanlasser usw.). Drahtstärke 1,6...4 mm.

# Isolierte Leitungen

nach der Hauptvorschrift VDE 0250, schwarze Rennfäden.

Vergleiche K-Vorschriften in Friedrich, Tabellenbuch C und neue Bezeichnungen (Schaltzeichen)

**Gummiladerteilung** (NGA, NGAW). Nahtlose Gummihülle aus mindestens 2 Lagen, Umwidlung mit gummiertem Band, getränkte Baumwoll-(Hanf-)beflechtung, NGAW-Leitungen haben wetterfeste Beflechtung mit Papierzwischenlage.

**Sondergummiladerteilung** (NSGA). Mehrfache nahtlose Gummihüllen, Umwidlung mit gummiertem Band, getränkte Baumwoll-(Hanf-)beflechtung.

**Kohrdrähte nur für ertennbare Verlegung auf Fuß**

(NRA, NRU, NRG). Nahtlose Gummihülle, Umwidlung mit gummiertem Band, isolierende Hülle von mindestens 0,4 mm Wandstärke, (bei 10 mm<sup>2</sup> mindestens 0,6 mm) gefalzter eng anliegender Metall- (nicht Blei-)Mantel von mindestens 0,2 mm Wandstärke, NRG-Drähte haben eine Gummifüllung an Stelle der Papierstoff- oder Bitumenfüllung der NRA-Drähte, NRU-Drähte außerdem besondere Hülle über Metallmantel und Weidraht.

**Nach den Umstellvorschriften VDE 0250 U schwarz-rot-grüne Rennfäden**

## Zimertung:

Die Umstellvorschriften (UV) enthalten in der Hauptsache folgende Änderungen:

1. **Leiter:** Aluminium ist für NGA (UV), NSGA (UV) und NPA (UV) von 25 mm<sup>2</sup> aufwärts zulässig. Bei NPL (UV), NPLR (UV), NSA (UV), NLG (UV), NLH (UV), NMH (UV), NSH (UV), NFL (UV), NPLG (UV), NTK (UV), NTSK (UV) und NT (UV) bis zum Querschnitt von 6 mm<sup>2</sup> dürfen die Verdrümmung der Kupferleitung und die Leiterbezeichnungen aus Baum-

wolle und Kunstseide wegfallen, wenn über dem Kupferleiter eine überlappte Beispinnung aus gefärbter Glasfaser angeordnet wird.

2. **Die Zusammenlegung der Gummihülle** ist nicht mehr vorgeschrieben, dafür ist die Alterungsprüfung erweitert.

3. **Kunstfaserbeflechtung** kann an Stelle von Baumwollbeflechtung treten. Kunst- und Mischfasern sind für Ausfallstoffe zugelassen.

4. **Das Gewicht der Bleianlage** der Stahlbänder von Kohrdrähten ist auf mindestens 2,5 g/dm<sup>2</sup> festgelegt (3,4 g/dm<sup>2</sup> in der Hauptvorschrift).

Bezeichnung	Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NBU NBEU	<b>a) Feste Verlegung</b> 1,5...6 mm <sup>2</sup> massiv, 10 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig mit Schutzleiter unter dem Bleimantel aus verzinntem Kupfer; von 1 mm <sup>2</sup> für Leiter von 1,5 u. 2,5 mm <sup>2</sup> ; 1,5 mm <sup>2</sup> für Leiter von 4 und 6 mm <sup>2</sup> ; 2,5 mm <sup>2</sup> für Leiter von 10 mm <sup>2</sup>
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NBU NBEU	<b>b) Verlegung für Beleuchtungskörper</b> 0,75 mm <sup>2</sup> ein- oder mehrdrähtig (Durchmesser der Einzeldrähte bei mehrdrähtigen nicht mehr als 0,15 mm) 0,75 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig aus Einzeldrähten von nicht mehr als 0,15 mm Durchmesser 0,75 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig aus Einzeldrähten von nicht mehr als 0,15 mm Durchmesser
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NFA NFSA	<b>c) Leitungen für ortveränderliche Stromerbraucher</b> (bewegliche Leitungen) 0,75...6 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig; 0,75 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,15 mm Ø; 1 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,2 mm Ø; 1,5 u. 2,5 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,25 mm Ø mit Baumwollbeispinnung. Von 4...6 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,3 mm Ø ohne Baumwollbeispinnung 1,5 bis 35 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig 1,5...2,5 mm <sup>2</sup> wie vor. 4...6 mm <sup>2</sup> über 6 mm <sup>2</sup> Drähte (höchst. 0,4 mm Ø auch für den Schutzleiter)
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NPL NPLR	<b>d) Leitungen für ortveränderliche Stromerbraucher</b> (bewegliche Leitungen) 0,75...6 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig; 0,75 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,15 mm Ø; 1 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,2 mm Ø; 1,5 u. 2,5 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,25 mm Ø mit Baumwollbeispinnung. Von 4...6 mm <sup>2</sup> Drähte (höchst. 0,4 mm Ø auch für den Schutzleiter)
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NPL NPLR	<b>e) Leitungen für ortveränderliche Stromerbraucher</b> (bewegliche Leitungen) 0,75...6 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig; 0,75 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,15 mm Ø; 1 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,2 mm Ø; 1,5 u. 2,5 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,25 mm Ø mit Baumwollbeispinnung. Von 4...6 mm <sup>2</sup> Drähte (höchst. 0,4 mm Ø auch für den Schutzleiter)
<b>Abwehnlische Leitungen, Bleimantelleitungen nur für Verlegung über Fuß</b> (nicht unter Erde)	250 V	NPL NPLR	<b>f) Leitungen für ortveränderliche Stromerbraucher</b> (bewegliche Leitungen) 0,75...6 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig; 0,75 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,15 mm Ø; 1 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,2 mm Ø; 1,5 u. 2,5 mm <sup>2</sup> Drähte höchst. 0,25 mm Ø mit Baumwollbeispinnung. Von 4...6 mm <sup>2</sup> Drähte (höchst. 0,4 mm Ø auch für den Schutzleiter)

Bezeichnung	Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
<b>Sondersehnüre für raube Betriebe</b>	250 V	1,5 ... 35 mm <sup>2</sup> mehrfach wie bei den Werkstoffsehnüren mit Schutzleiter	Nachfolge Gummihülle, jede Ader mit gummiertem Band bewickelt, die Adern verflocht und mit Gummi dicht umpreßt. Bewicklung mit gummiertem Band, Umflochtung aus Polyesterfaser.
<b>Hochspannungssehnüre</b>	1000 V	1,5 ... 16 mm <sup>2</sup> mehrfach wie bei den Werkstoffsehnüren	Nachfolge Hülle, jede Ader wie $\frac{NSGA}{2}$ weiter wie NSGK-Sehnüre.
<b>Aufzugfeuerleistungen für Innenräume, fürs Freie</b>	NFLG	2, 6, 9, 12 ob. 16 Adern mit 1,5 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig höchstens 0,15 mm Ø Baumwollbeschichtung, vulkanisierte Gummihülle von 1,2 mm Wandstärke, Gummimantelbewicklung, versch. farbige Baumwollbeschichtung	Zuteilern, um den die Adern in einer Lage verflocht sind, Bandbewicklung, zwei Beschichtungen (Baumwolle, Jute, Hanf). Äußere Beschichtung getränkt (Glanzgarn). Bei NFLG über die Bandbewicklung 1,5 mm dicker Gummimantel, hierüber eine äußere Beschichtung wie vor.
<b>Biegsame Theaterleitungen: Stoffleitungen, Verflechtungen</b>	250 V	von 2,5 mm <sup>2</sup> ab (wie bei NWK)	Gummihülle wie bei $\frac{NSGA}{2}$ mit gummiertem Band bewickelt, verflocht, getränkte Bandbewicklung, Jutebeschichtung. NTK = Glanzgarnbeschichtung, NTSK = Umflochtung aus Segeltuch.
<b>Leitungstroffen</b> zur Führung über Leitrollen und Krommeln (Stromleitungen, Abwasserleitungen, Schmelzleitung) auch selbsttragend mit Drahtseilanlage NT	Bis 250 V wie NGA über 250 V wie NSGA	2,5 ... 150 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig. Einzeldrähte nicht über 0,7 mm Ø. Mit Schutzleiter aus verzinntem Kupfer gleichen Querschnittes (höchstens 50 mm <sup>2</sup> )	Bis 250 Volt Isolierung wie bei NGA und ausreichend biegsame, widerstandsfähige Bewehrung. Heber 250 Volt Isolierung wie bei NSGA Metallbewehrungsdrähte nicht unter 0,5 mm Ø. Darunter Schutzpostler (feuchtigkeitsbeständig).
<b>Wetterfeste Leitungen</b>	PLWA (Aluminium) PLWC (Kupfer) PLWB (Bronze)	Freileitungen nach DIN VDE 8800, 8201	1. Rote wetterfeste Masse. 2. Papier-, 1 Baumwolllage. 3. Wetterfeste Masse. Beschichtung aus rot getränkter Baumwolle oder Hanf.
<b>Mittelleiterdrähte</b>	NLC NLA 0 V	1,5 ... 16 mm <sup>2</sup> massiv bis 500 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig	In wetterfester Masse (grau), getränkte Beschichtung.
<b>Mittelleiter im Erdboden</b>	NE NBE 0 V	4 ... 10 mm <sup>2</sup> massiv bis 500 mm <sup>2</sup> mehrdrähtig	3-ähe Asphaltmasse, getränktes Papier, Jute. Bei NBE noch Bitumasse zwischen Leiter und Umhüllung.

d) Umhüllte Leitungen (VDE 0252)





## Mindestabstände von Leitungen

Abstand	Offen verlegte isolierte Leitungen			Ungeerdete blanke Leitungen				
	im Freien	in Gebäuden	in feuchten Räumen	Bei Spannweite von				
				bis 1 m Zellen-schalter-leitung u. dgl.	1-4 m	4-6 m	über 6 m	
<b>Bei Niederspannung</b>	von einander	Gegeben durch die Befestigungsmittel		5 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
	vom Erdboden im Freien	2,5 m	Außer Handbereich	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m
	von Wänden u. Gebäudeteilen	2 cm	1 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
<b>Bei Hochspannung</b>	von einander, von Wänden und Gebäude-teilen und Schutz-verkleidungen	unt. 1000 V. 2 cm bis 1500 V. 5 " " 3000 V. 7,5 " " 6000 V. 10,0 " " 12000 V. 12,5 " " 24000 V. 18 " " 35000 V. 24 "	— — — — — —	— — — — — —	nur bis 1000 V. 5 cm	bis 1500 V. 5 cm " 3000 V. 7,5 " " 6000 V. 10 " " 14000 V. 12,5 " " 24000 V. 18 " " 35000 V. 24 "		
	von der äußeren Gebäude-wand	1 cm je 1000 V. aber min-destens 10 cm	—	—	1 cm je 1000 V., aber mindestens 10 cm			
	vom Erdboden im Freien (ungeschützt)	6 m, über befah-renen Wegüber-gängen 7 m	—	—	6 m, über befahrenen Weg-übergängen 7 m			

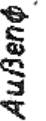










Ungeschützte Spannung gegen Erde führende Teile zugänglicher Schalttafelrücken von der gegenüberliegenden Wand bei Niederspannung 1 m, bei Hochspannung 1,5 m.

# Rohrweiten nach DIN VDE 9048/9049

Richte Weite von Peschelrohren (P) und Isolierrohren (J) <sup>1)</sup> sowie Gasrohren (G) für eine oder mehrere isolierte Leitungen auf und in der Wand.

Leitungsquerschnitt Cu												
	P	J	G	P	J	G	P	J	G	P	J	G
mm <sup>2</sup>	mm	mm	Zoll	mm	mm	Zoll	mm	mm	Zoll	mm	mm	Zoll
<b>Für Rohre auf der Wand</b>												
1	8	9	3/8	14	13,5 <sup>2)</sup>	1/2	14	13,5 <sup>2)</sup>	5/8	14	13,5	5/8
1,5	8	9	3/8	14	13,5	5/8	14	13,5	5/8	18 <sup>2)</sup>	16 <sup>2)</sup>	5/8
2,5	8	9	1/2	14	16 <sup>2)</sup>	5/8	18	16	5/8	18	23	3/4
4	14	11	1/2	18	16	5/8	18	16	3/4	26 <sup>2)</sup>	23	1
6	14	11	5/8	18	23	3/4	26	23	1	26	23	1
10	14	13,5	5/8	26	23 <sup>2)</sup>	1	26	23	1	37 <sup>2)</sup>	29 <sup>2)</sup>	1
16	18 <sup>2)</sup>	13,5	5/8	26	23	1	37 <sup>2)</sup>	29	1 1/4	37	36	1 1/4
25	18	16	3/4	37 <sup>2)</sup>	29	1 1/4	37	36	1 1/2	37	36	1 1/2
35	26 <sup>2)</sup>	23	1	37	36	1 1/4	37	36	1 1/2	—	48 <sup>3)</sup>	1 1/2
50	26	23 <sup>2)</sup>	1	37	36	1 1/2	—	48 <sup>3)</sup>	1 3/4	—	48 <sup>3)</sup>	1 3/4
70	26	23	1 1/4	—	48 <sup>3)</sup>	1 1/2	—	48 <sup>3)</sup>	1 3/4	—	—	2
95	26	29	1 1/2	—	48 <sup>3)</sup>	1 3/4	—	—	2	—	—	2 1/4
120	37 <sup>2)</sup>	29	1 1/2	—	—	2	—	—	2 1/4	—	—	2 1/2
150	37	36	1 3/4	—	—	2 1/4	—	—	2 1/2	—	—	—
<b>Für Rohre in der Wand</b>												
1	8	13,5		14	13,5		14	13,5		18	16	
1,5	8	13,5		14	16 <sup>2)</sup>		14	16		18	23	
2,5	14	13,5		14	16		18	23		18	23	
4	14	13,5		18	23		18	23		26	23	
6	14	13,5		18	23		26	23		26	29	
10	18	13,5		26	23		26	29 <sup>2)</sup>		37	29	
16	18	16		26	29		37	29		37	36	
25	26	23		37	36		37	36		—	36	
35	26	23		37	36		37	36		—	48	
50	26	23		37	48 <sup>3)</sup>		—	48		—	48	
70	26	29		—	48		—	—		—	—	
95	37	36 <sup>2)</sup>		—	—		—	—		—	—	
120	37	36		—	—		—	—		—	—	
150	37	48 <sup>3)</sup>		—	—		—	—		—	—	

<sup>1)</sup> Die Zahlen gelten auch für Stahlpanzerrohre. <sup>2)</sup> Für kürzere Leitungsfreden (z. B. Abzweig zum Schalter) kann Rohr von nächst kleinerem Durchmesser verwendet werden. <sup>3)</sup> Für Stahlpanzerrohre 42 mm.

	Gas-Rohre		Stahlpanzer-Rohre		Papier-Rohre		Peschel-Rohre	
	Außenφ	Innenφ	Außenφ	Innenφ	Außenφ	Innenφ	Außenφ	Innenφ
	16,5	9,5=3/8"	12,5	7	10,5	7	10	8,5
	20,5	12,7=1/2"	15,2	9	12,5	9	12,5	14
	23	15,8=5/8"	18,6	11	15,5	11	15,5	16,5
	26,5	19,0=3/4"	20,4	13,5	18,5	13,5	15,5	26
	33	25,4=1"	22,5	16	20,5	16	20,5	37
	42	31,7=1 1/4"	28,3	21	28	21	28	—
	48	38,0=1 1/2"	37	29	34	29	34	—
	52	44,4=1 3/4"	47	36	40	36	40	—
	59	50,7=2"	54	42	—	—	—	—
	70	57,1=2 1/4"	—	—	—	—	—	—
	76	68,4=2 1/2"	—	—	—	—	—	—

Die verschiedenen Rohrverwendungen

**Stromverbrauch bei Vollast- u. Mindest-Superquerchnitt. Offene Dreistrommotoren:**

Drehzahl n	125 Volt			220 Volt			380 Volt			500 Volt			500 Volt			Die Leistungen der Motoren sind genormt für
	Drehzahl in %	Wirkungsgrad	cos φ	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschn. Magnetfeldb. Weichenstrom	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschn. Magnetfeldb. Weichenstrom	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschn. Magnetfeldb. Weichenstrom	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschn. Magnetfeldb. Weichenstrom	
0,125	0,17	1400	64	1,78	6	1	0,89	4	1	1	0,69	4	1	1	1	110
0,2	0,27	1400	66	2,76	6	1	1,38	4	1	1	1,09	4	1	1	1	110
0,33	0,45	1400	69	4,35	6	1	2,175	6	1	1	1,61	6	1	1	1	220
0,5	0,70	1400	71	6,42	10	1,5	3,21	6	1	1	2,46	6	1	1	1	220
0,8	1,1	1410	74	9,83	10	1,5	4,915	6	1	1	3,38	6	1	1	1	440
1,1	1,5	1410	75	13,32	15	2,5	6,66	10	1,5	1	4,43	10	1,5	1	1	440
1,5	2	1410	77	17,73	20	4	8,865	10	1,5	1	6,41	10	1,5	1	1	440
2,2	3	1420	78	25,64	35	10	12,82	15	2,5	1	8,52	10	1,5	1	1	440
3	4	1420	80	34,1	35	10	17,05	20	4	1	11,2	15	2,5	1	1	440
4	5,5	1430	81	44,9	60	16	22,42	25	6	1	15,3	20	4	1	1	440
5,5	7,5	1430	82	61,0	80	25	30,5	35	10	1	20,5	25	6	1	1	440
7,5	10	1440	83	82,1	100	35	41,1	60	16	1	29,8	35	10	1	1	440
11	15	1440	84	119	125	50	59,5	60	16	1	30,1	35	10	1	1	440
11	15	950	83	121	125	50	60,3	80	25	1	40,4	60	16	1	1	220
15	20	950	84,5	162	200	95	80,8	100	35	1,5	58,1	60	16	1	1	220
22	30	960	86	232	260	150	116	125	50	2,5	78,5	80	25	1	1	220
30	40	960	87	314	350	240	157	160	70	4	103	125	50	1,5	1	220
40	55	965	88	413	430	300	16	207	120	4	128	125	50	1,5	1	220
50	68	970	89	511	600	500	16	258	150	6	163	160	70	1,5	1	220
64	87	970	89,5	651	700	625	16	326	240	10	202	200	95	2,5	1	220
80	110	970	90	808	850	800	25	404	300	10	251	280	150	4	1	220
100	136	975	90,5	1005	1000	800	25	503	600	16	313	350	240	6	1	220
125	170	975	91	1250	1000	1000	35	625	700	16	313	350	240	6	1	220

**Offene Dreistrommotoren:**

Drehzahl n	125 Volt			220 Volt			380 Volt			500 Volt			Die Mindestquerschnitte der Zuleitungen S. 152 und 153 reichen aus für eine Streckenlänge bis 40 m bei 110 und 220 Volt und bis 100 m bei 380 und 500 Volt (bei etwa 4 % Spannungsabfall). Sicherung ist bemessen für Motoren mit: Ausgleichsläufer mit unmittelbarer Einschaltung bei Halblast. DIN VDE 2650. Ausgleichsläufer mit Stern-Dreieckschalter bei Halblastanlauf oder Schleifringantrieb bei Vollastanlauf DIN VDE 2650/51.			
	Drehzahl in %	Wirkungsgrad	cos φ	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschnitt der Zuleitung	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschnitt der Zuleitung	Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschnitt der Zuleitung		Stromstärke in der Zuleitung	Sicherung	Querschnitt der Zuleitung
0,125	0,17	69,5	0,7	1,19	4	1	0,68	2	1	0,39	2	1	0,3	2	1	1,5
0,2	0,27	72,5	0,73	1,75	6	1	1,0	2	1	0,58	2	1	0,44	2	1	2,5
0,33	0,45	74,5	0,76	2,69	10	1	1,53	6	1	0,89	4	1	0,67	4	1	4
0,5	0,7	76,5	0,79	3,82	10	1,5	2,18	6	1	1,26	4	1	0,96	2	1	4
0,8	1,1	79,5	0,8	5,81	10	1,5	3,31	6	1	1,92	4	1	1,45	4	1	6
1,1	1,5	81,5	0,82	7,60	10	1,5	4,31	6	1	2,52	6	1	1,91	4	1	10
1,5	2	79,5	0,8	10,43	15	2,5	6,20	10	1,5	3,6	6	1	2,73	6	1	16
2,2	3	80,5	0,82	15,4	20	4	8,75	10	1,5	5,07	6	1	3,85	6	1	25
3	4	82	0,83	20,4	25	6	11,60	15	2,5	6,7	10	1,5	5,10	6	1	35
4	5,5	83,5	0,84	26,4	35	10	15,00	20	4,0	8,7	10	1,5	6,59	10	1,5	50
5,5	7,5	84,5	0,84	35,8	60	16	20,4	25	6,0	11,8	15	2,5	8,95	10	1,5	70
7,5	10	85	0,85	48	60	16	27,2	35	10,0	15,8	20	4	12,0	15	2,5	100
11	15	86	0,84	70,5	80	25	40,1	60	16	23,2	25	6	17,6	20	4	143
15	20	86,5	0,85	94,4	100	35	53,7	60	16	31,2	35	10	23,6	25	6	160
22	30	87,5	0,86	135	160	70	76,8	80	25	44,5	60	16	33,8	35	10	225
30	40	88,5	0,87	180	200	95	102	125	50	59,4	60	16	45	60	16	300
40	55	89	0,88	236	260	150	134	160	70	77,9	80	25	59	60	16	375
50	68	90	0,88	292	300	185	166	200	95	96	100	35	73	80	25	450
64	87	90,5	0,89	368	430	300	209	225	120	121	125	50	92	100	35	525
80	110	90,5	0,89	460	500	400	262	300	185	151	160	70	115	125	50	600
100	136	91	0,89	571	600	500	324	350	240	188	200	95	143	160	70	750

\*) Die Zahlen sind Mittelwerte für mittlere Drehzahlen und kurze Entfernungen zwischen Motor und Anlaßer; sie richten sich nach den durch die Läuferwicklungen bedingten Schleifringstromstärken.

## Störungen an Gleichstrommotoren

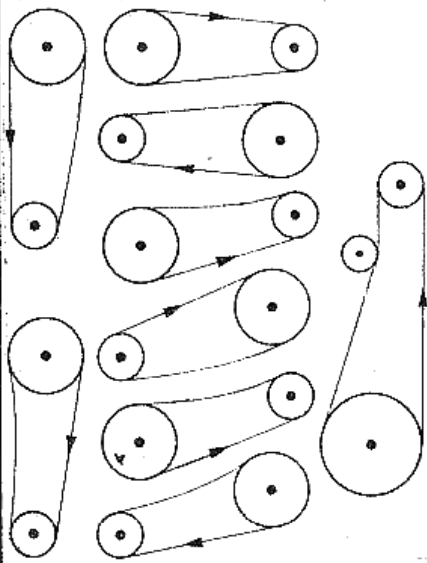
Ursache kann sein:	Beseitigung der Störung:
<b>1. Motor läuft nicht an:</b>	
a) Sicherung durchgebrannt. b) Im Anlasser ist eine Unterbrechung vorhanden. c) Bürsten sind nicht eingesetzt oder liegen nicht auf. d) Magnetpole falsch angeschlossen. e) Überlastung.	a) Sicherung erneuern. b) Anlasser ausbessern. c) Bürsten in Ordnung bringen. d) Schaltung richtig stellen. e) Mit geringer Last anlaufen lassen.
<b>2. Sicherung schlägt durch:</b>	
a) In der Anlage ist Körperchluss vorhanden. b) Anlasser ist zu klein.	a) Anlage durchmessen und Schluss beseitigen. b) Durch einen größeren ersetzen.
<b>3. Bürsten funken:</b>	
a) Bürsten stehen nicht in der neutralen Achse. b) Bürsten haben schlechte Auflage. c) Kollektor ist verschmutzt. d) Kollektor ist ungleichmäßig abgenutzt (unrund). e) Wendepole falsch geschaltet. f) Leitende Verbindung stellenweise schlecht. g) Zu breite oder zu schmale Bürsten bedecken zu viel oder zu wenig Lamellen. h) Eine Magnetspule hat Schluss. i) Motor ist überlastet. k) Bürsten liegen zu lose auf.	a) Bürstenbrücke verstellen bis Funkenbildung aufhört. (Marke beachten.) b) Bürsten einschleifen und gut säubern. c) Kollektor abschmirgeln und reinigen. d) Kollektor abdrehen; danach Isolation zwischen Lamellen ein wenig austragen. e) Schaltung richtig stellen. f) Die einzelnen Drähte (Spulen) festlöten. g) Vorschriftsmäßige Bürsten einsetzen. h) Die durch Nachmessen festgestellte schadhafte Spule ausbessern. i) Belastungsstromstärke messen; wenn zu groß, auf zulässige Höhe herabsetzen. k) Bürstenfedern nachspannen.
<b>4. Unter wird sehr warm:</b>	
a) Schluss im Unter oder am Kollektor. b) Überlastung.	a) Ausbessern. b) Gemessene Stromstärke mit Angabe auf dem Leistungsschild vergleichen.
<b>5. Warme Lager:</b>	
a) Riemen ist zu stramm. b) Motor auf Unterlage verpannt.	a) Fehler beseitigen. b) Fehler beseitigen.

## Störungen an Drehstrommotoren

Ursache kann sein:	Beseitigung der Störung:
<b>1. Falsche Drehrichtung:</b>	
Motor ist falsch angeschlossen.	Vertauschen von 2 Leitungsdrähten miteinander.
<b>2. Motor läuft schwer an:</b>	
a) Motor für Dreieckschaltung bestimmt, Ständer aber in Stern geschaltet. b) Spannung zu niedrig. c) Eine Läuferphase unterbrochen.	a) Schaltung im Ständer ist zu ändern. b) Nachprüfen, u. U. Elektrizitätswert benachrichtigen. c) Unterbrechung beseitigen.
<b>3. Motor läuft nicht an:</b>	
Unterbrechung im Ständer oder Läuferstromkreis. (Sicherungen durchgebrannt.)	Ausbessern. (Sicherungen erneuern.)
<b>4. Motor wird zu warm:</b>	
a) Überlastung. b) Ständer ist in Dreieck statt in Stern geschaltet.	a) Stromstärke bei Belastung mit Leistungsschild vergleichen, u. U. Überlastung beseitigen. b) Umschaltung des Ständers vornehmen.
<b>5. Motor brummt stark bei großer Stromaufnahme:</b>	
Windungschluss in einer Ständerphase.	Ausbessern.
<b>6. Ständerspulen werden zu warm.</b>	
a) Überlastung. b) Bei normaler Belastung Kurzschluss in den Spulen.	a) Stärkeren Motor wählen. b) Ausbessern.
<b>7. Durchbrennen einer oder mehrerer Sicherungen beim Einschalten:</b>	
a) Schluss in der Leitung vom Schalter zum Ständer. b) Schluss in der Leitung zum Anlasser. c) Schluss im Stator: 2 Phasen haben miteinander oder mit Eisen Schluss. d) Schluss im Läufer.	a) Untersuchen und den Fehler beseitigen. b) Wie oben. c) Ausbessern. d) Ausbessern.
<b>8. Warme Lager:</b>	
Siehe Gleichstrommotoren Nr. 5.	Siehe Gleichstrommotoren Nr. 5.

**Zulässige Ueberlegungsverhältnisse**

**Richtung des Zuges und Lage der treibenden Scheibe**



Antrieb	höchstzulässig	normaler zulässiger Abstand	kleinst. zuläss. Abstandsmaß
waagrecht unten oben	9 : 1 7 : 1	7 : 1 6 : 1	6 : 1 5 : 1
schräg unten oben	7 : 1 5 : 1	6 : 1 4 : 1	5 : 1 4 : 1
senkrecht unten oben	6 : 1 5 : 1	5 : 1 4 : 1	4 : 1 3 : 1
beliebig mit Spanntrolle	20 : 1	—	—

**Anlaßstrom der Motoren**

nach VDE 0650  
U · Jm = mittlere Anlaufaufnahme des Motors bei Vollast  
U · J = Leistungsaufnahme des Motors bei Vollast  
h · Jm = Halblastanlauf  
v · Jm = Vollastanlauf  
s · Jm = Schweranlauf  
Die Schwere des Anlaufs wird gekennzeichnet durch das Verhältnis: U · Jm mittl. Anlaßstrom  
U · J J geteilt durch Nennstr. Regelwerte dieses Verhältnisses:

Ausführung	h = Jm	v = Jm	s = Jm
Gleich- u. Trommelbahnanlasser	0,65	1,3	1,7
Flüssigkeits- und Walzenbahnanlasser	0,75	1,5	2,0

**Kleinster zulässiger Achsenabstand in m**

Durchm. der klein. Scheibe	Durchmesser der größeren Scheibe in mm													
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1500	2000	2500
50 mm	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,8	4,4	5,2
100 "	0,7	0,9	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,7	4,3	5,1
150 "	—	—	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	3,5	4,2	5,0
200 "	—	—	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,2	2,5	3,4	4,1	4,8
250 "	—	—	—	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	3,3	4,0	4,7
300 "	—	—	—	—	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	3,2	3,8	4,5
350 "	—	—	—	—	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	3,0	3,6	4,4
400 "	—	—	—	—	—	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,9	3,5	4,3
450 "	—	—	—	—	—	—	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,8	3,4	4,2
500 "	—	—	—	—	—	—	—	1,1	1,3	1,6	1,8	2,8	3,4	4,2

**Kleinster Nennenscheibendurchmesser in mm bei gegeb. Leistung u. Drehzahl**

PS	Drehzahl in der Minute									
	200	300	400	500	750	1000	1250	1500	3000	
0,5	95	85	80	70	60	55	50	45	45	
1	120	110	100	90	80	70	60	45	45	
2	150	135	120	105	90	80	70	60	60	
5	210	190	170	150	130	120	110	70	70	
10	270	255	240	200	180	160	150	150	150	
15	330	315	300	250	215	185	170	170	170	
20	380	360	340	280	240	220	200	200	200	
25	430	410	400	320	275	245	215	215	215	
50	480	465	450	380	290	265	245	245	245	

**Schaltzeichen nach DIN 40700 (Fernmeldeanlagen)**

— Gleich-, ~ Wechsel-, Induktor	☒ Einschlag-Wecker
⌚ Allstrom	☒ Summer
— Leitung allgemein dreipolig	☒ Hüpe m. Unterbr.
— in einpoliger Darst. verdrehte Leitung	☒ Sirene f. Wechselstr.
☒ Kreuzungen	☒ Sirene m. Heulton
— Abzweig	☒ Fernhörer
— Erde, Masse	☒ Handapparat
☒ geschirmte-, geerdete Leitung	☒ Mikrophon
☒ Aufteilung, Verzweigung (5fach)	☒ Lautsprecher
☒ Umrahmung f. zusammengefaßte Geräte	☒ Fernsprengerät
☒ Widerstand allgem.	☒ Fernspr.f. OB-Betrieb
☒ Meßwiderstand	☒ " f.ZB- "
☒ Widerst. regelbar	☒ " f.W- "
☒ " angezapft	☒ Temperat.-Melder
☒ " einstellbar	☒ Nebenuhr
☒ " stufig regelbar	☒ Hauptuhr
☒ Isolierendes Stück	☒ Kathode allgem.
☒ Wicklung (Spule)	☒ direkt u. indirekt geheizte Kathode
☒ " ohne Eisen	☒ Quecksilberkath.
☒ " mit Eisen	☒ Photokathode
☒ " m. Massekern	☒ Gitter
☒ Übertrager (Umsp.)	☒ Bremsgitter
☒ " "	☒ Schirmgitter
☒ " m. Eisenkern	☒ Sende-, Empfangsantenne
☒ Kondensator	☒ Richt-, Peilantenne
☒ Gekuppelte Drehkondensatoren	☒ Rahmenantenne
☒ Batterie für 6 Volt	☒ Funksendestelle
☒ " " "	
☒ " " "	
☒ " angezapft	
☒ Detektor	
☒ Strom-, Spannung-, Grob-, Feinsicherung	
☒ Spannung-, Strommesser	
☒ Galvanoskop	
☒ Thermoelement	
☒ Schalter a, mit Lötösen	
☒ " b, " Klemmen	
☒ Umschalter	
☒ Einpoliger Viestellenschalter	
☒ Tastschalter	
☒ Unterbr. Tastsch.	
☒ Hebelschalter mit 2 Schaltstellungen	
☒ Dreipol. Klinke	
☒ Klinkenstecker	
☒ Relais	
☒ R.m. Abfallverzög.	
☒ R.m. Anzugverzög.	
☒ Relais gepolt	
☒ R.m. 2 Wicklg.	
☒ Kraftmagnet	
☒ Fallklappe	
☒ Unterbrecher	
☒ Schauzeichen	
☒ Lampe	
☒ Gleichstr.-Wecker	

Weitere Zeichen siehe Friedrich, Tabellenb. C, u. DIN 40700