

Fernlehrgang



UBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Hauptvorstand Frankfurt/Main · Verlag: Deutsche Post
Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

Lehrbrief 10

JULI 1954

Inhalt des Lehrbriefes

Seite

I. Fernmeldebau	
B. Sprechstellenbau	
Wir bauen Sprechstellen mit ober- und unterirdischer Einführung	
1. Die oberirdische Sprechstelleneinführung	2
II. Grundlagen der Elektrotechnik	
F. Elektromagnetismus	17
III. Fernmeldetechnik	
B. Grundsätzliche Stromläufe	
1. Der Gleichstromwecker	33
2. Relais	37
V. Berufs- und Staatsbürgerkunde	
A. Berufskunde	
4. Fernsprechordnung	43
VI. Deutsch	
Lösungen aus dem Lehrbrief 9	46
VII. Rechnen	
Lösungen aus dem Lehrbrief 9	48

I. Fernmeldebau

B. Sprechstellenbau

Wir bauen Sprechstellen mit ober- und unterirdischer Einführung

1. Die oberirdische Sprechstelleneinführung

a) Die Einführung von Anschlußfreileitungen mit wetterfestem Einführungsdraht

Die Sprechstellenzuführung soll möglichst kurz sein. Ist die Entfernung zwischen dem nächsten Mast der Anschlußlinie und dem Hause größer als 10 bis 20 m, dann wird ein weiterer Mast unmittelbar am Hause aufgestellt. Die Leitungen sind des guten Aussehens wegen möglichst nicht von der Straßenseite, sondern seitlich oder von der Hofseite in das Gebäude einzuführen.

Wir bringen die Hakenstützen an

Bevor wir weitermachen, wollen wir uns einmal näher mit dem Anbringen der Hakenstützen beschäftigen; denn hier wird viel gesündigt. Meistens werden die Stützen eingegipst, und das Loch wird außen mit Zement zugeschmiert. Das ist einfach und geht schnell. Aber das Holzgewinde der Hakenstützen ist nicht tief genug und bietet nur wenig Widerstand gegen Zug. Es kann auch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob sich genügend Gips oder Zement in das Gewinde hineingedrückt hat. Auch verliert der Gips durch Nässe seine Bindekraft. So wird die Stütze leicht aus dem Mauerwerk herausgerissen.

Daher dürfen Hakenstützen nicht eingegipst oder einzementiert werden.

Die Befestigung von Hakenstützen kann auf verschiedene Weise erfolgen. Wir wollen hier die Spreizdübel- und Hartholzdübelbefestigung erwähnen. Die Art der Befestigung richtet sich ganz nach der Beschaffenheit des Mauerwerkes, ob es z. B. fest oder lose ist.

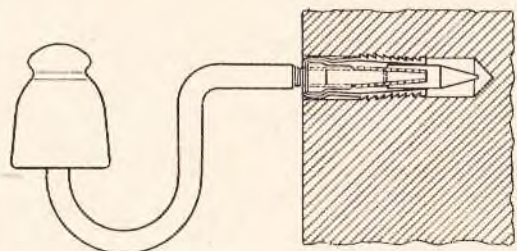


Abb. 106 Hakenstützenbefestigung mit RPZ-Spreizdübel

In festem Mauerwerk oder Putz lassen sich Spreizdübel gut anbringen. Der RPZ-Spreizdübel, Größe IV, ist ziemlich teuer (Abb. 106). Statt dessen läßt sich auch jeder andere Spreizdübel verwenden, z. B. der Faserstoffspreizdübel (Upat-Dübel), bei dem der äußere Mantel beim Eindrehen der Stützen auseinandergetrieben wird. Wichtig ist, daß das Bohrloch die richtige Größe hat. Es darf nur so groß sein, daß sich der Dübel gerade einführen läßt. Daher muß dazu der passende Bohrer verwendet werden. Wir stellen das Bohrloch entweder mit einer elektrischen Bohrmaschine oder mit einem Kronenbohrer her.

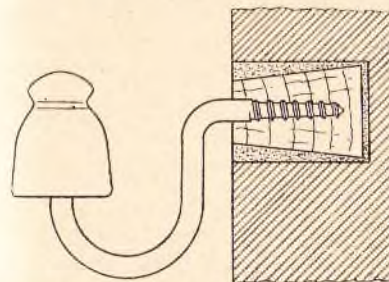


Abb. 107 Hakenstützenbefestigung mit Hartholzdübel

In losem Mauerwerk oder Putz lassen sich Spreizdübel nicht verwenden. Die Dübel finden keinen Halt, das Mauerwerk gibt nach und zerfällt. Hier greifen wir zu einem altbewährten Mittel und zementieren einen genügend großen, konisch zugeschnittenen Hartholzdübel ein (Abb. 107). Wir verwenden dazu schnellbindenden Zement, weil die Arbeiten sonst zu lange verzögert würden. Wir achten darauf, daß der Dübel nicht zu tief eingelassen wird, die Stirnseite des

Holzes vielmehr mit der Wand abschließt. Nach dem Abbinden des Zementes wird mit dem Stützenbohrer im Holzdübel das Loch für die Hakenstützen vorgebohrt, worauf man diese hineinschraubt (Abstand 30 cm). Die Freileitungsdrähte, in unserem Fall 2-mm-Stahldrähte, spannen wir am letzten Mast vor dem Gebäude ab. Alsdann führen wir sie an die am Haus angebrachten Hakenstützen heran und spannen sie dort nochmals ab (Abb. 108). Sie werden nur schwach gespannt, um ein Tönen zu verhüten. Das Abspannen der Drähte haben wir im Lehrbrief 7, auf den Seiten 5—8 unter ee) eingehend beschrieben. Der Mauerdurchbruch für die Einführung wird oberhalb der beiden Hakenstützen hergestellt. Wir durchbohren das Mauerwerk so, daß das Bohrloch nach außen Gefälle hat, damit kein Regenwasser in das Gebäude eindringen kann. Wir setzen ein Isolierrohr von 11 mm lichter Weite ein und schließen es außen mit einer nach unten offenen Porzellanpfeife und innen mit einer Porzellanendtülle ab. Zur Einführung von zwei Doppelleitungen nehmen wir ein Rohr von 16 mm lichter Weite. Es ist nichts dagegen einzuwenden, wenn, durch die örtlichen Verhältnisse bedingt, der Durchbruch für die Einführung unterhalb der Hakenstützen angebracht wird.

Die blanken Freileitungsdrähte können nicht unmittelbar in das Gebäude eingeführt werden, man verwendet dafür wetterfest isolierte

Einführungsdrähte (GGU- oder YYU-Drähte), die am Isolator mit den Freileitungsdrähten verbunden werden. Diese Drähte sind auch gegen Wärme und Kälte unempfindlich. Das Ende des Drahtes wird auf einer Länge von 45 cm von seiner Isolierung befreit und ebenso wie der Zuführungs-Freileitungsdraht abgespannt — die Isolierhülle muß 5 cm vor dem Isolator enden — und dabei in vier engen Windungen um den Zuführungsdraht gewickelt. Die Enden der Zuführungs- und Einführungsdrähte werden in einer halben Verbindungshülse miteinander verbunden. Das Isolierrohr innerhalb des Gebäudes ist mit Abdichtkitt zu verschließen, um Zugluft und Ungeziefer abzuhalten.

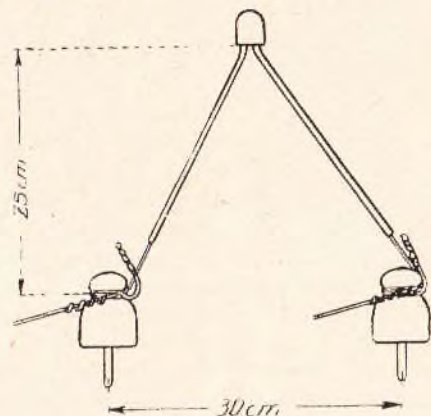


Abb. 108 Einführung einer Freileitung mit wetterfestem Einführungsdraht

Unmittelbar hinter der Einführung, im Innern des Hauses, wird ein Sicherungskästchen zu 1 DA so hoch angebracht, daß es von einem Stuhl aus zu erreichen ist. Leicht brennbare Gegenstände, wie Vorhänge, Gardinen usw., dürfen sich nicht in der Nähe befinden. Sicherungskästchen sollen nicht in feuchten Räumen, wie Badezimmer usw., angebracht werden. Am Sicherungskästchen endet die Einführung. Die Enden der Einführungsdrähte werden abisoliert und an den Klemmschrauben festgeschraubt. Die Isolierung endet 5 mm vor der Klemmschraube.

Wir stellen die Blitzschutz- und Sicherungserde her

Die Erdleitung zum Sicherungskästchen soll möglichst kurz geführt werden. Das ist schon bei der Auskundung der Einführung zu berücksichtigen. Ferner ist dabei auf eine günstige Führung der Innenleitung Bedacht zu nehmen. Die Einführung soll vom Gebäudeblitzableiter möglichst weit entfernt liegen, um bei Blitzschlägen den Übertritt von

atmosphärischen Spannungen in die Fernsprechleitung zu verhüten. Beträgt die Entfernung zwischen Gebäudeblitzableiter und Sprechstellenerdung weniger als 5 m, sind beide Erdleitungen miteinander zu verbinden.

Als Erder benutzen wir, wenn vorhanden, **Wasser- oder Gasleitungen**. Zur Verbindung der Erdklemme des Sicherungskästchens mit der Rohrleitung verwenden wir einen Kupferbinddraht von 1,5 mm Durchmesser, den wir am Rohr mit dem Spannverbinder 50 für Erdleitungen befestigen (Abb. 109). Wir formen den Draht zur Öse und klemmen ihn unter der Scheibe mit der Schraube fest. Wir verlegen ihn unmittelbar auf dem Putz der Wände, da er durch Kalk oder Zement nicht angegriffen wird. Um eine gute Erdung zu erzielen, sind Wasser- und Gasmesser zu überbrücken, wenn die Anschlußstelle, vom Werk aus gesehen, hinter dem Messer liegt. Dadurch wird dieser auch bei Blitzschlag vor Beschädigungen bewahrt. Sind Wasser- oder Gasleitungen nicht vorhanden oder können diese nicht benutzt werden, werden **Rohr- oder Bandstahlerder** hergestellt. In manchen Fällen wird es genügen, ein einzölliges Gasrohr von etwa 2,5 bis 5 m Länge in den Boden zu treiben.

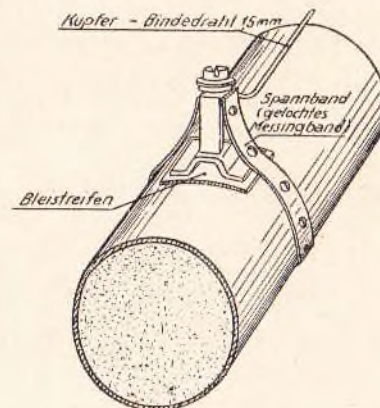


Abb. 109 Wasser- oder Gasleitungserdung

Bei steinigem Boden bringen wir am Ende eine Stahlspitze an, damit das Rohr leichter in das Erdreich eingetrieben werden kann. Können wir auf diese Weise keine gute Erdung herstellen, legen wir Bandstahl aus. Wir betten eine Länge von etwa 10 m möglichst in feuchtes Erdreich, schlämmen den Boden ein und stampfen ihn gut fest. Die Art der herzustellenden Erde richtet sich im übrigen ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Bei Sprechstellen darf der Erdungs-

widerstand nicht höher als 10 Ohm sein. Wer sich eingehender über die Herstellung von Erdungen unterrichten will, lese FBO 16 § 4 und folgende nach.

b) Oberirdische Sprechstellenzuführung mit verkabelter Einführung

In Ortsteilen, in denen Anschlußleitungen oberirdisch geführt sind, tritt vielfach die Notwendigkeit ein, Sprechstellenzuführungen zu verkabeln. Wenn Bäume, Starkstromleitungen und dgl. hinderlich sind oder der Anschlußinhaber aus Schönheitsgründen keine Freileitungszuführung wünscht, verwenden wir für die Sprechstellenzuführung entweder Schlauchleitung mit Zugentlastung, oder wir stellen sie unterirdisch mit Erdkabel her. Bevor wir auf diese Bauweisen eingehen, zuvor noch etwas Grundsätzliches.

Verkabelte Sprechstellenzuführungen bis zu 150 m Länge, gleich, ob sie mit Schlauchleitung oder Erdkabel ausgeführt werden, erhalten an der Überführungsstelle keinen Sicherungsschutz.

Verkabelte Sprechstellenzuführungen von über 150 m Länge sind an der Überführungsstelle gegen Spannungen aus atmosphärischen Entladungen oder Berührung der Freileitung mit Hochspannungsleitungen zu schützen. Handelt es sich um höchstens zwei Doppelleitungen, bauen wir eine Überführungsdose (UDs) mit Sicherungsschutz für 1 oder 2 Doppelleitungen ein. Bei einer größeren Anzahl von Leitungen ist ein UEVs-AL notwendig. Sprechstellenzuführungen bis zu 150 m Länge werden in derselben Weise gesichert, wenn die anschließenden Freileitungen durch Gegenden führen, die besonders blitzgefährdet sind.

Auf der Sprechstelle wird in jedem Fall ein Sicherungskästchen eingebaut.

Bei gewöhnlichen Hauptanschlüssen erhält das Sicherungskästchen keine Stromfeinsicherungen. Diese müssen durch Vollpatronen ersetzt werden. Stromfeinsicherungen zu 0,5 A sind jedoch notwendig, wenn Sprechstellen, die mit Betriebserde arbeiten, z. B. über Nebenanschlußfreileitungen oder Freileitungen für Querverbindungen angeschlossen sind.

aa) Die Einführung von Anschlußfreileitungen in Schlauchleitung mit Zugentlastung

Zur Einführung von Anschlußfreileitungen vom Mast in die Sprechstelle wurde früher vielfach freitragend aufgehängter, umhüllter Rohrdraht verwendet. Diese Bauweise hat sich jedoch nicht bewährt und ist daher nicht mehr anzuwenden. Statt dessen ist die Schlauchleitung mit Zugentlastung eingeführt worden, die sich zur freitragenden Aufhängung eignet. Näheres darüber siehe unter „Verwendungs-

zweck und Aufbau der gebräuchlichsten Leitungen für den Sprechstellenbau“ (Seite 13).

Der Übergang von der Freileitung auf die Schlauchleitung erfolgt in der UDs, falls es sich um höchstens zwei Doppelleitungen handelt.

Einführung ohne Sicherungsschutz

Wo kein Sicherungsschutz erforderlich ist, wurden bisher, je nach der Anzahl der einzuführenden Leitungen, Überführungsdosen ohne Sicherungsschutz zu einer Doppelleitung verwendet, die auch als Drahtfunkverzweiger (DV) benutzt werden, oder Überführungsdosen ohne Sicherungsschutz zu zwei Doppelleitungen, die auch als wettersichere Drahtfunkeinschleifdosen (DDew) Verwendung finden.

Inzwischen wurde die Überführungsdose 51 ohne Sicherungsschutz zu 1 DA (UDs 51) entwickelt.

Sie wird an Stelle der oben aufgeführten UDs beim Übergang von Freileitung auf Schlauchleitung eingebaut. Leider können wir davon keine Aufnahme zeigen und müssen uns mit einer Zeichnung begnügen (Abb. 110).

Die UDs 51 wird, je nach der vorgesehenen Befestigungsart, am Querträger oder am Mast mit verschiedenartigen Befestigungsbügeln aus Flachstahl ausgerüstet. Der an den Isolatoren abgespannte blanke Leitungsdraht wird unmittelbar zur UDs geführt — ohne Zwischenschaltung von Einführungsdraht — und unterhalb des Preßstoffsockels durch Flügelmutter festgeklemmt. Die am Mast abgespannte Schlauchleitung wird in einer Stopfbuchse durch den Preßstoffsockel geführt. Auf der Oberseite des Sockels klemmt man jede Ader der Schlauchleitung an die dafür vorgesehenen Klemmschrauben fest. Klemmschraube und Flügelmutter haben im Preßstoffsockel metallische Verbindung. Am Gebäude wird die Schlauchleitung ebenfalls abgespannt (Beschreibung siehe weiter unten). Die Einführung erfolgt durch ein in die Wand eingelassenes Isolierrohr, das innen und außen mit einer Porzellanendtülle abgeschlossen wird. Unmittelbar hinter der Einführung setzen wir das Sicherungskästchen. Bei Starkstromkreuzung ist das Stahlgeflecht zu erden.

Sind mehr als zwei Doppelleitungen ohne Sicherungen einzuführen, schalten wir zwischen Freileitung und Schlauchleitung an Stelle einer UDs einen wettersicheren Endverzweiger (EVw) ein. Die Schlauchleitung führen wir in den Kabelstutzen ein, dichten mit Abdichtbinde ab und legen die Adern an die Lötösenstifte; die von den Isolatoren kommenden Einführungsdrähte schrauben wir an die Klemmen des EVw.

Einführung mit Sicherungsschutz

Muß die Sprechstellenzuführung gesichert werden, schalten wir bei höchstens zwei Doppelleitungen eine **Überführungsdose mit Siche-**

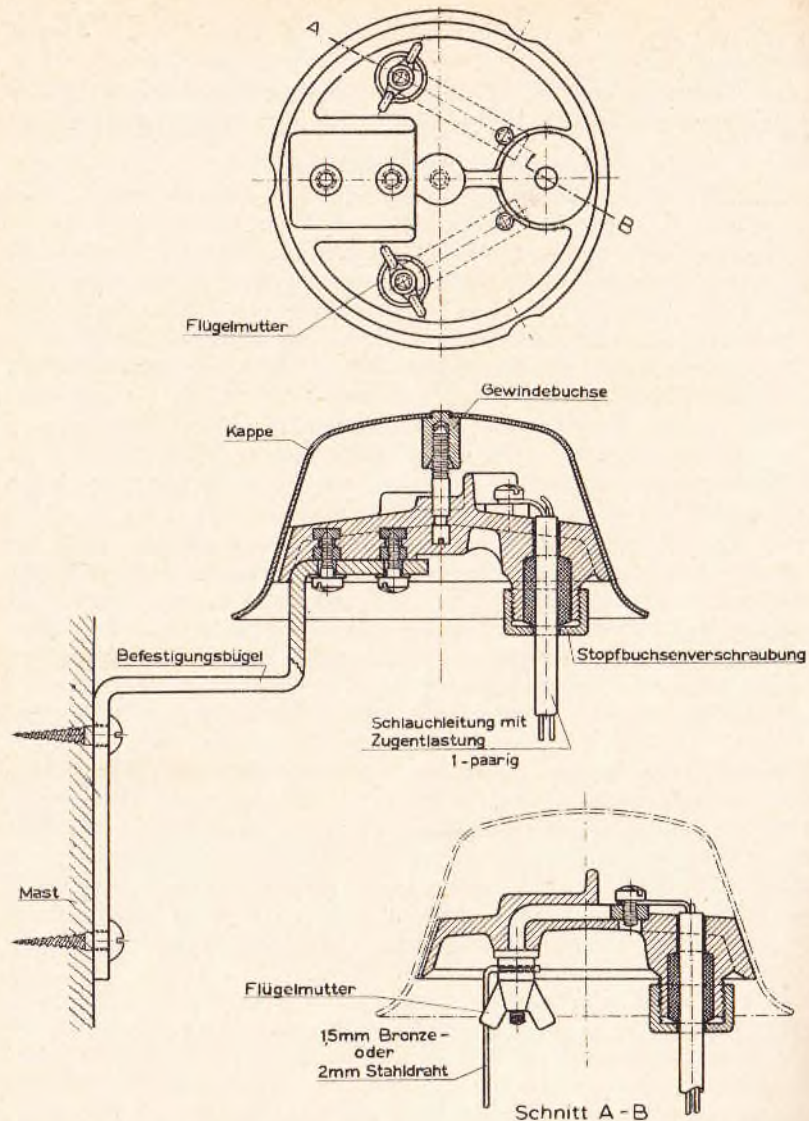


Abb. 110 Übersetzungsbox 51 ohne Sicherungsschutz zu 1 DA (UDs 51)

ungsschutz für 1 oder 2 Doppelleitungen ein, die gleichzeitig als wettersichere Drahtfunkteilnehmerweiche (DWTw) verwendet werden kann. Abb. 111 zeigt die UDs mit eingebauter Weiche. Die Verbind-

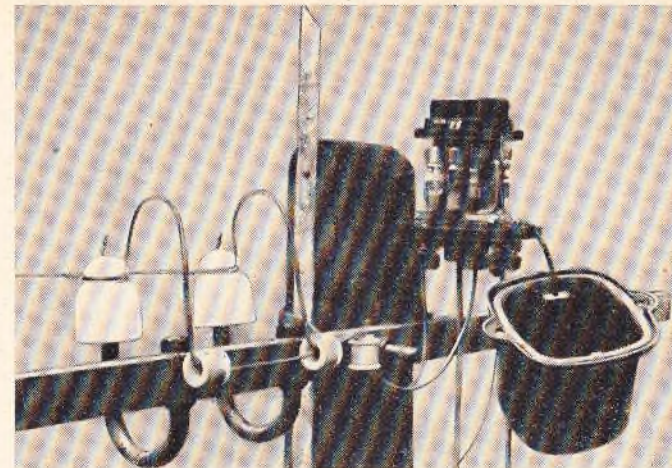


Abb. 111 Übersetzungsbox mit Sicherungsschutz für 1 oder 2 DA

ung zwischen der Freileitung am Isolator und den Klemmen der UDs stellt man mit wetterfestem Einführungsdraht her. Sind mehr als zwei Doppelleitungen zu überführen, bauen wir zweckmäßig einen UEVs-AL ein und verwenden für die Einführung Erdkabel.

In den Abb. 111 und 113 ist die UDs zu hoch angebracht. Die Spitze der Blitzerde überragt die Haube nur um einige cm. Hierdurch entsteht zweifellos eine erhöhte Blitzgefahr für die UDs selbst. Die UDs muß daher etwa 40 bis 50 cm tiefer angebracht werden. Dasselbe gilt für die im Lehrbrief 5, Abb. 66 und 67, gezeigten UEVs-AL, Bauart 1950.

Die Abspann- und Tragevorrichtung für Schlauchleitung mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA dient zum Abspannen der freitragend aufgehängten Schlauchleitung an ihren Endpunkten und zum Tragen der Schlauchleitung an Zwischenmasten oder an Hauswänden im Zuge der freitragenden Verlegung. In der Abb. 112 ist die Abspann- und Tragevorrichtung mit einem Aufhängebügel zur Verwendung am Zwischenmast dargestellt. Die Befestigung der an Mauern und an Hauswänden vorbeigeführten Schlauchleitung erfolgt in gleicher Weise. Der rechts abgebildete Aufhängebügel wird zur Befestigung der Abspann- und Tragevorrichtung am Abspannmast und bei Hauszuführungen verwendet. Sollte die Schlauchleitung wegen örtlicher Hindernisse nicht unmittelbar an die Einführungsöffnung herangebracht werden können, ist sie an günstiger Stelle der Hauswand abzuspannen und bis zur Einführungsöffnung mit Halbschellen zu

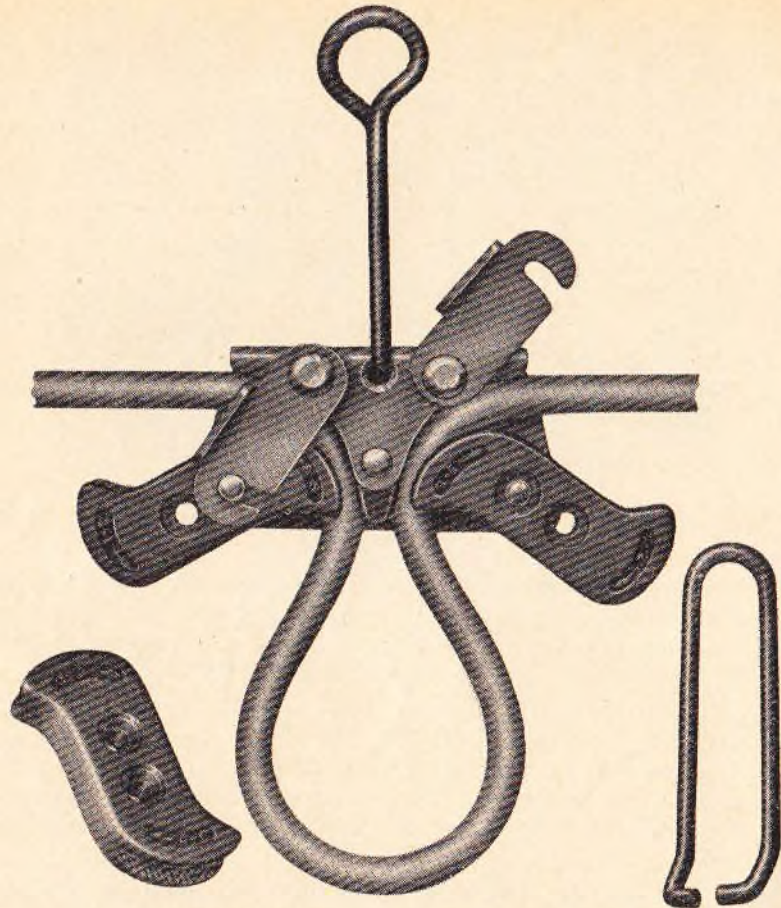


Abb. 112 Abspann- und Tragevorrichtung
für Schlauchleitung mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA

verlegen. Abb. 113 zeigt einen Abspannmast mit eingebauter Abspann- und Tragevorrichtung.

Die Exzenterknebel werden, der eingepprägten Bezeichnung entsprechend, sowohl für die 1 bis 2 DA als auch für 3 bis 5 DA verwendet. Der Adernzahl der Schlauchleitung entsprechend wird der Exzenterknebel aufgesetzt und so weit in entgegengesetzter Pfeilrichtung gedreht, daß die Schlauchleitung, wie Abb. 112 zeigt, bequem eingelegt werden kann. Alsdann wird der Exzenterknebel durch das Überfallblech gesichert und zum Abspannen der Schlauchleitung in Pfeilrichtung gedreht.

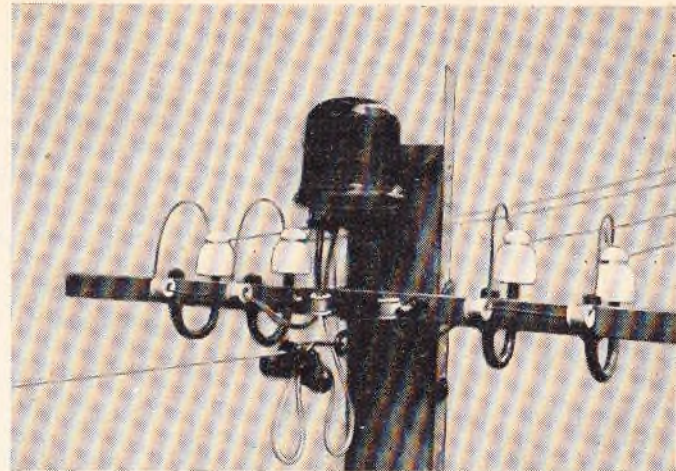


Abb. 113 Abspannmast mit eingebauter Abspann- und Tragevorrichtung

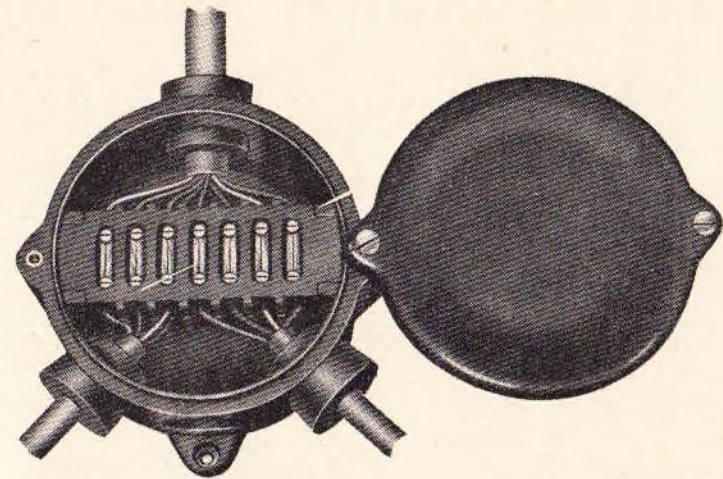


Abb. 114 Verbindungs- und Verzweigungsdose für Schlauchleitung
mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA



Durch kurzes Anziehen des freien Schlauchleitungsendes in Pfeilrichtung mit der Hand läßt sich die Spannung noch erhöhen. Die entstandene Schleife ist vollkommen zugfrei. Es besteht hier die Möglichkeit, eine Verbindung zweier Schlauchleitungsenden mit der **Verbindungs- und Verzweigungsdose für Schlauchleitung mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA**, die ebenfalls neu entwickelt worden ist, vorzunehmen. Die Dose wird für freitragende Verwendung und auch für Wandbefestigung geliefert. Sie enthält zwei Klemmkörper mit je sieben Kontaktklemmen. Abb. 114 zeigt eine Verbindungs- und Verzweigungsdose, in der sich eine vierpaarige Schlauchleitung in zwei zweipaarige Schlauchleitungen verzweigt. Darunter ist ein einzelner Klemmkörper abgebildet.

bb) Die Einführung von Anschlußfreileitungen mit Erdkabel

Das Erdkabel endet am Mast an einem EVw oder, wenn Sicherungsschutz erforderlich ist, an einem UEVs-AL. Die Verbindung zu den Freileitungen erfolgt mit Einführungsdraht (Abb. 115). Die Kabel-

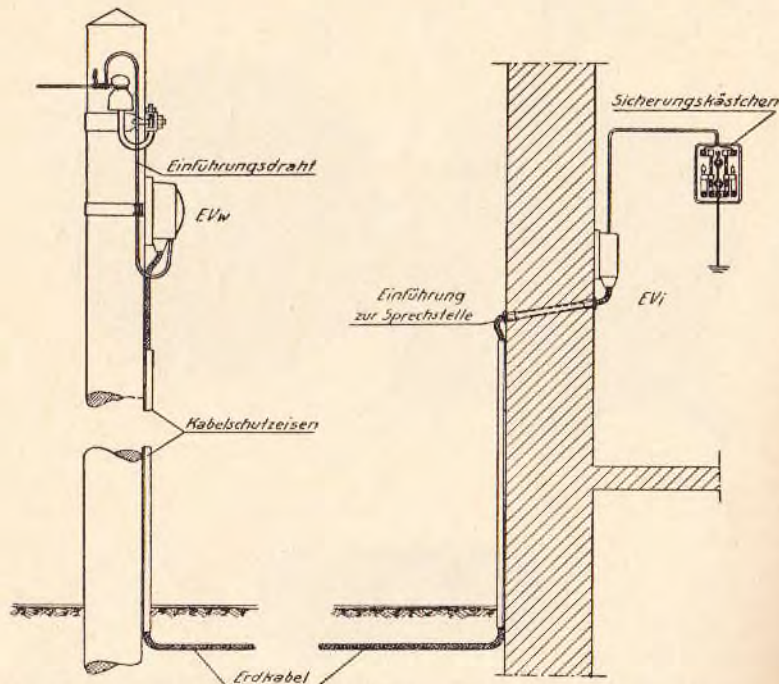


Abb. 115 Verkabelte Sprechstellenzuführung bis 150 m Länge

hochführung wird ebenso wie bei einer KA durch Kabelschutzzeisen aus Halbrohr geschützt. Zum Schutze gegen mechanische Beschädigungen decken wir die vom Mast zum Haus verlaufende Kabelzuführung erforderlichenfalls mit Kabelschutzhauben ab. Die Einführung in das Haus erfolgt entweder unterirdisch oder oberhalb des Erdbodens, möglichst unmittelbar in den Raum, in dem sich die Sprechstelle befindet. Das Kabel muß im Gebäude abgeschlossen werden, weil die papierisolierten Adern sonst Feuchtigkeit aufsaugen würden. Als Abschluß verwenden wir einen EVw oder EVi (Endverzweiger für Innenräume), je nachdem, ob es sich um einen feuchten oder trockenen Raum handelt. Zweipaarige Kabel können wir in feuchten Räumen, um die Kosten für den EVw zu sparen, auch mit Lackpapierkabel (LPM-Kabel) oder besser mit Innenkabel mit Kunststoffisolierung und Bleimantel (IYM-Kabel) abschließen, das in einer Lötstelle mit dem Außenkabel verbunden wird. Das LPM-Kabel oder IYM-Kabel oder der vom EVw kommende Rohrdraht wird, da Sicherungsschutz erforderlich ist, unmittelbar zum Sicherungskästchen geführt. Die Adern des LPM-Kabels müssen in heißes Wachs getaucht und dadurch gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Diese Maßnahme ist bei Verwendung des Innenkabels mit kunststoffisolierten Adern nicht notwendig. Die Weiterführung der Leitungen vom Sicherungskästchen oder vom EV zur Klemmdose des Fernsprechapparates erfolgt mit Schlauchleitung oder Rohrdraht.

Verwendungszweck und Aufbau der gebräuchlichsten Leitungen für den Sprechstellenbau

Im Sprechstellenbau sind z. Z. Schlauchleitung und Rohrdraht das gebräuchlichste Leitungsbauzeug. Der Rohrdraht wird mehr und mehr von der Schlauchleitung verdrängt, weil er sich nicht so einfach und sauber verlegen läßt. Der Rohrdraht ist auch nicht so biege- und wetterfest wie die Schlauchleitung. Alle, die mit ihm zu tun haben, kennen seine Nachteile und wissen, wie vorsichtig er behandelt werden muß.

In trockenen Räumen verwenden wir Schlauchleitung mit Kunststoffmantel oder blanken Rohrdraht, je nachdem, welche Art vorrätig ist.

In feuchten Räumen und im Freien verlegen wir Schlauchleitung mit wetterfestem Kunststoffmantel oder Rohrdraht mit Kunststoffmantel. Schlauchleitung mit wetterfestem Kunststoffmantel und Zugentlastung verwenden wir im Freien, z. B. bei der Einführung von Anschlußfreileitungen vom Mast bis zum Gebäude der Sprechstelle oder für Leitungen von Gebäude zu Gebäude an Stelle des früher freitragend aufgehängten umhüllten Rohdrahtes.

Von dem gleichwertigen Leitungsbauzeug müssen wir einbauen, was der jeweiligen Rohstofflage entsprechend verfügbar ist und aus diesem Grunde vom FZA geliefert wird. So kann unter Umständen für blanken Rohdraht Schlauchleitung mit Kunststoffmantel geliefert werden.

Die gebräuchlichsten Typen der **Schlauchleitungen** sind 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8- und 10paarig. Die Adern haben einen 0,6 mm dicken Kupferleiter, sie sind kunststoffisoliert und paarverseilt; lediglich bei der zweipaarigen Schlauchleitung sind die vier Adern sternverseilt.

Es ist wichtig, darauf zu achten, daß die Paare oder Viererseile richtig beschaltet und die zusammengehörigen a- und b-Adern nicht auseinandergerissen werden, weil sonst Übersprechen auftritt. Bei der Paarverseilung sind die a- und b-Adern zu einem Paar und die einzelnen Paare wieder miteinander verseilt, während bei der Sternverseilung je zwei diagonal gegenüberliegende Adern ein Adernpaar bilden und miteinander verdreht sind (Abb. 116).



Abb. 116 Sternverseilung

Außerdem enthalten die 1- und 2paarigen Kabel einen Erddraht aus einem 0,4 mm starken, verzinnnten Kupferdraht und die 3- und mehrpaarigen Kabel einen solchen 0,6 mm stark. Die Adern und der Erddraht sind zusammenhängend mit einem Papierband umwickelt, das auf der Innenseite eine Metallschicht trägt. Da der Schlauchleitung der Metallmantel fehlt, der sonst die Adern elektrisch abschirmt, ist durch das metallisierte Papier eine Abschirmung elektrischer Störwellen erreicht worden. Der Außenmantel besteht ebenfalls aus Kunststoff. Er ist elastisch, widerstandsfähig und bei den Schlauchleitungen für Außenverlegung auch wetterfest. Bei der Schlauchleitung mit Zugentlastung befindet sich unter dem Außenmantel das zugentlastende Eisendrahtgeflecht, das zugleich der elektrische Schirm ist. Das metallisierte Papierband kann hier fehlen.

Für die **Rohrdrähte** gilt für Adernstärke, Paarigkeit und inneren Aufbau dasselbe wie für die Schlauchleitungen. Auf die aus den isolierten und verseilten Adern gebildete Kabelseele ist als Umhüllung und Feuchtigkeitsschutz eine Regenerat-Bitumenhülle und darüber der mit Querrillen versehene Metallmantel aufgebracht. An der Riffelung erkennen wir, daß es sich um Fernmelderohrdrähte handelt im Gegensatz zu den in der Starkstromtechnik verwendeten Rohr-

drähten mit glatten Blechmänteln. Bei wettersicher umhüllten Rohrdrähten wird der Metallmantel zusätzlich mit einem Kunststoffaußenmantel in Postgrau versehen.

Lackpapierkabel (LPM-Kabel) mit Bleimantel oder Textilbeflechtung haben lackierte, 0,6 mm starke Kupferleiter mit einer zweifachen Papierumwicklung als Isolation. Zur Zählung ist das äußere Papierband der b-Adern in den Farben Blau, Gelb, Grün, Braun, Schwarz gefärbt. Je fünf Paare erhalten außerdem noch den gleichen farbigen Kennfaden. Durch die Lackierung der Kupferadern sind die LPM-Kabel weniger feuchtigkeitsempfindlich und können daher, an den Enden in heißem Wachs abgebrüht, ohne Abschlußgerät (Endverschluß) offen ausgeformt werden.

Für den gleichen Zweck werden im Sprechstellenbau sogenannte **Innenkabel (IYM-Kabel)** verwendet, die kunststoffisolierte, 0,6 mm starke Kupferadern und einen Bleimantel haben. Das Wachsen der Adern ist bei diesen Kabeln nicht notwendig. Werden in solchen Kabeln Lötstellen hergestellt, so muß das Löten sehr schnell, ohne längere Erwärmung, ausgeführt werden, da die Kunststoffisolierung der Adern wärmeempfindlich ist.

LPM- und IYM-Kabel werden häufig beim Bau von Nebenstellen-(Reihen- und Wähler-)Anlagen benötigt.

Merke:

1. Die **Einführung von Anschlußfreileitungen** in die Sprechstellen erfolgt:
 - a) mit wetterfestem Einführungsdraht;
 - b) in Schlauchleitung mit Zugentlastung;
 - c) als Erdkabel.
2. Die oberirdische **Sprechstellenzuführung** soll möglichst kurz sein und unauffällig seitlich oder von der hinteren Front in das Gebäude eingeführt werden.
3. Die **Befestigung der Hakenstützen** erfolgt entweder mit Spreizdübeln — RPZ- oder Faserstoff-Spreizdübeln — oder in einzementierten Hartholzdübeln.
4. **Das bloße Einzementieren oder Eingipsen der Hakenstützen ist nicht statthaft.**
5. Als **Blitzschutz Erde** benutzen wir möglichst **Wasser- oder Gasleitungen.**

6. Ein mit einem **Spannverbinder** am Rohr befestigter Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser stellt die Verbindung zum Sicherungskästchen her.
7. **Rohr- oder Bandstahlerder** bauen wir, wenn Wasser- oder Gasleitungen nicht vorhanden sind.
8. Der **Erdungswiderstand** darf nicht höher als 10 Ohm sein.
9. **Verkabelte Sprechstellenzuführungen bis zu 150 m Länge** erhalten am Mast keinen Sicherungsschutz. Wir bauen dort die UDs 51 ohne Sicherungsschutz zu 1 DA oder den EVw ein.
10. **Verkabelte Sprechstellenzuführungen von über 150 m Länge** werden am Mast durch UDs mit Sicherungsschutz zu 1 oder 2 DA oder UEVs-AL gesichert.
11. Auf der Sprechstelle wird in jedem Fall ein Sicherungskästchen eingebaut.
12. Wir verwenden
 - a) für **freitragende Aufhängung** Schlauchleitung mit Zugentlastung (keinen umhüllten Rohrdraht),
 - b) **in trocknen Räumen** Schlauchleitung mit Kunststoffmantel und blanken Rohrdraht,
 - c) **in feuchten Räumen und im Freien** Schlauchleitung mit wetterfestem Kunststoffmantel und Rohrdraht mit Kunststoffmantel.
13. Die **Abspann- und Tragevorrichtung für Schlauchleitung mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA** dient zum Abspannen der freitragend aufgehängten Schlauchleitung.
14. Die **Verbindungs- und Verzweigungsdose für Schlauchleitung mit Zugentlastung für 1 bis 5 DA** verbindet zwei Schlauchleitungsenden miteinander.
15. **Schlauchleitungen und Rohrdrähte** haben dieselbe Aderstärke und Paarigkeit sowie den gleichen inneren Aufbau. Sie werden mit 0,6 mm starken Kupferadern 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8- und 10-paarig hergestellt, sind kunststoffisoliert und paarverseilt. Lediglich die zweipaarige Schlauchleitung ist sternverseilt.
16. **Lackpapierkabel (LPM-Kabel) und Innenkabel (IYM-Kabel)** werden häufig beim Bau von Nebenstellenanlagen verwendet.

II. Grundlagen der Elektrotechnik

F. Elektromagnetismus

6. Vortrag

Meine Kollegen!

Wenn es stimmt, daß der Magnetismus nur eine Erscheinungsform der Elektrizität ist, dann liegt die Frage nahe: „Kann man mit elektrischem Strom magnetische Wirkungen erzielen?“ Dem dänischen Professor Hans Christian Oersted in Kopenhagen war es vorbehalten, diese Frage zu beantworten und die magnetischen Wirkungen des elektrischen Stromes im Jahre 1820 zu entdecken. Er hatte eine drehbar angeordnete Magnetnadel in die Nähe eines Drahtes gebracht. Sobald er Strom durch den Draht schickte, drehte sich die Magnetnadel, wie von unsichtbarer Kraft getrieben, aus ihrer Nord-Süd-Richtung heraus zur Seite (Abb. 80 a und b). Je stärker der Strom und je geringer die Entfernung der freischwingenden Magnetnadel von dem stromführenden Leiter war, um so größer war die Größe der Ablenkung.

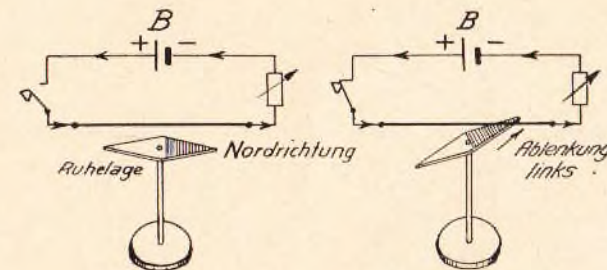


Abb. 80 a

Abb. 80 b

Die Richtung, nach der die Magnetnadel ausschlägt, ist verschieden und von der **Richtung des Stromes** abhängig. Der Physiker Ampère hat für die Bestimmung der Ablenkungsrichtung eine Regel aufgestellt, die nach ihm **Ampèresche Schwimmregel** genannt wird. Sie lautet:

Denkt man sich im Leiter mit dem Strom schwimmend, den Kopf nach vorn und das Gesicht der Magnetnadel zugekehrt, so wird der **Nordpol** der Magnetnadel stets nach **links** abgelenkt.

Man kann die Richtung der Ablenkung auch mit einer sogenannten „Rechten Handregel“ bestimmen, auf die ich aber nicht weiter eingehen will. Die vier Möglichkeiten der Ablenkung zeigen die Abb. 81 a bis d.

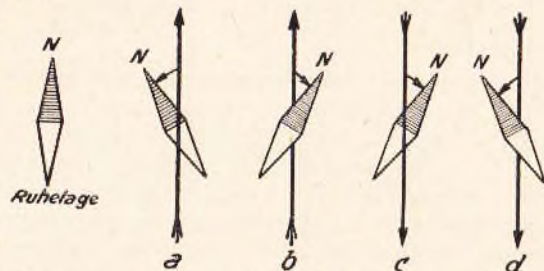


Abb. 81

Wenn sich aber eine freischwingende Magnetnadel aus ihrer Nord-Süd-Richtung bewegt, dann muß eine magnetische Kraft vorhanden sein. Das wissen wir bereits aus dem letzten Vortrag über Magnetismus. Diese magnetische Kraft, so folgern wir, hängt ursächlich mit dem fließenden Strom zusammen.

Diese von Oersted beobachtete Erscheinung erklärt sich durch die Tatsache, daß in der Umgebung jedes stromdurchflossenen Leiters ein magnetisches Kraftfeld besteht, also ein von magnetischen Feld- oder Kraftlinien durchsetzter Raum, wie wir ihn schon bei einem künstlichen Magneten kennengelernt haben.

1. Das magnetische Feld des stromdurchflossenen geraden Leiters

Um die Form dieses magnetischen Feldes zu untersuchen, steckt man einen Kupferdraht durch einen Pappkarton oder durch eine Glasscheibe, streut feine Eisenfeilspäne auf den Karton bzw. auf die Glasscheibe und schickt durch den Draht kurzzeitig einen starken Strom. Und siehe, die Eisenfeilspäne ordnen sich in bestimmten Kreisen um den Draht (Abb. 82 a). Wir erhalten ein Kraftlinienbild, wie wir es in ähnlicher Form im Lehrbrief 9, Seite 6, bei den Abb. 71 und 72 gesehen haben.



Abb. 82 a Magnetfeld eines geraden Leiters

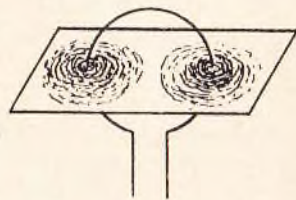


Abb. 82 b Magnetfeld eines ringförmigen Leiters

2. Das magnetische Feld eines ringförmigen Leiters

Biegt man den Draht zu einem Ring nach Abb. 82 b zusammen und wiederholt den Versuch mit den Eisenfeilspänen, so erhält man das Magnetfeld eines ringförmigen Leiters. Die Eisenteilchen ordnen sich bei beiden Versuchen in **Kreisen** um den Draht. Wir können uns merken:

Das magnetische Feld eines vom Strom durchflossenen Leiters wird durch **kreisförmige** (konzentrische), in sich geschlossene Kraftlinien gebildet.

In der Nähe des Drahtes sind die Kraftlinien am dichtesten und werden mit wachsendem Abstand vom Draht immer weniger. Das Magnetfeld ist also in unmittelbarer Umgebung des Drahtes am stärksten. Wichtig ist, daß das Feld nur so lange vorhanden ist, als der Strom fließt. Wird er abgeschaltet, verschwindet auch das magnetische Feld.

Jede Änderung der Stromstärke bedingt eine Änderung der Stärke des Magnetfeldes.

Mit Hilfe einer Magnetnadel kann man die Richtung der Kraftlinien festlegen (siehe Lehrbrief 9, S. 6, Abb. 73). Um sich diese Arbeit bei jeder Feststellung zu sparen, hat man als „Gedächtnisstütze“ einfache Merkgeregeln aufgestellt, von denen es für die **Richtungsbestimmung der Kraftlinien** verschiedene gibt. Ich will einige nennen:

Abb. 83 a

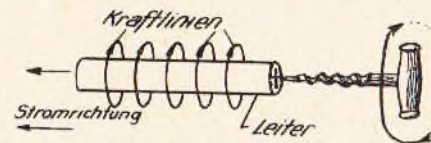


Abb. 83 b

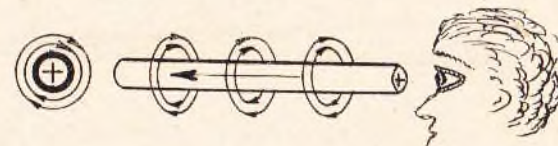
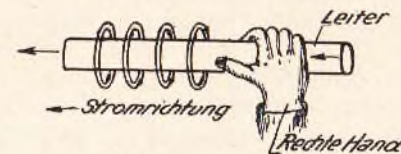


Abb. 83 c



- a) Schraubt man einen **Korkzieher** in **Richtung** des fließenden **Stromes** vorwärts, so gibt sein **Drehsinn** die **Richtung** der **Magnetkraftlinien** an (**Korkzieherregel I**, Abb. 83 a).
- b) Blickt man in **Richtung** des **Stromes** auf den Querschnitt des Leiters, dann umschließen die **Kraftlinien** den stromdurchflossenen Leiter im **Sinne** des **Uhrzeigers** (**Blickregel I**, Abb. 83 b).
- c) Umfaßt man mit der **rechten** Hand den stromdurchflossenen Leiter so, daß der am Leiter liegende Daumen die Stromrichtung anzeigt, so geben die um den Leiter gelegten **Finger** die **Richtung** der magnetischen **Kraftlinien** an (**Rechte-Hand-Regel I**, Abb. 83 c).

Ihr dürft euch eine dieser Merkregeln aussuchen; ich möchte die **Korkzieherregel** empfehlen, weil sie uns aus dem gewohnten praktischen Gebrauch anschaulich und sympathisch ist.

Es ist üblich, die Stromrichtung in einem Leiter, der senkrecht zur Bildebene angeordnet ist, durch einen Punkt \odot bzw. durch ein Kreuz \otimes zum Ausdruck zu bringen. Fließt der Strom in die Bildebene **hinein**, also vom Beschauer weg (Abb. 84 a), dann wird die Richtung durch ein \otimes (Gefieder eines Richtungspfeiles) dargestellt; fließt er aus der Bildebene **heraus**, also auf den Beschauer zu, hat man für die Darstellung den Punkt \odot (Pfeilspitze) gewählt (Abb. 84 b).

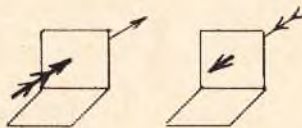


Abb. 84 a
Strom fließt vom
Beschauer weg

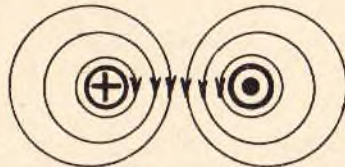


Abb. 84 b
Strom fließt auf
Beschauer zu

3. Magnetisches Feld einer Spule

Es ist leicht einzusehen, daß ein einziger geradliniger stromdurchflossener Leiter kein starkes Magnetfeld hat. Wickelt man den Draht aber zu einer Spule auf, so vereinigen sich die Kraftlinien jeder Drahtwindung zu einem einzigen Kraftlinienfeld. Mit zunehmender Dichte der Kraftlinien wird auch die magnetische Kraft einer Spule stärker. Das magnetische Feld einer Spule, die man „**Solenoid**“ (sprich Soleno-id) nennt, läßt sich durch Versuch mit Eisenfeilspänen

nachweisen und hat hinsichtlich des Verlaufs der Kraftlinien große Ähnlichkeit mit dem Kraftfeld eines Stabmagnets (Abb. 85 a).

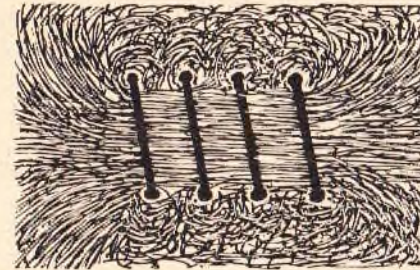


Abb. 85 a
Magnetfeld einer
stromdurchflossenen
Spule (Solenoid)
in der Schnittebene

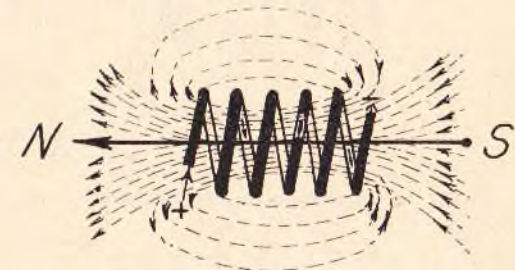


Abb. 85 b
Kraftlinienfeld einer
stromdurchflossenen
Spule

Die stromdurchflossene Spule müßte also dieselben magnetischen Eigenschaften besitzen wie ein Magnet. In der Tat verhält sich ein Solenoid genau so wie ein Stabmagnet. Es hat an dem einen Ende einen Nordpol, an dem anderen Ende einen Südpol. Es dreht sich, wenn man das Solenoid beweglich aufhängt, wie eine Magnetnadel in die Nord-Süd-Richtung. Nähert man einem Solenoid den Pol eines künstlichen Magnets, so tritt nach dem uns bekannten Gesetz eine Anziehung oder Abstoßung ein.

Ein vor der Spule an einer Feder aufgehängter Eisenkern wird je nach Stärke des Feldes mehr oder weniger tief in die Spule hineingezogen (Prinzip des Weicheisen-Meßgerätes, Abb. 86).

Für die Bestimmung der Pole einer stromdurchflossenen Spule gibt es wieder Merkregeln, die so lauten:

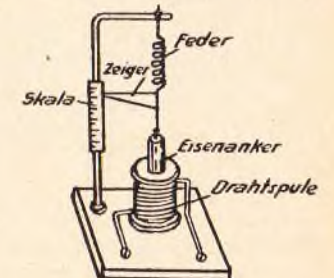


Abb. 86 Prinzip eines
Weicheisen-Meßgerätes

- a) Dreht man einen **Korkzieher** so in das **Innere** der Spule hinein, daß seine **Drehrichtung** gleich der **Stromrichtung** ist, dann bewegt sich die **Spitze** des Korkziehers zum **Nordpol** der Spule (**Korkzieherregel II**, Abb. 87).
- b) Blickt man auf das Ende einer vom Strom durchflossenen Spule und fließt der Strom im **Drehsinn** des **Uhrzeigers**, dann ist das betrachtete Ende ein **Südpol** (**Blickregel II**, Abb. 87).
- c) Wenn man die rechte Hand so um die Spule legt, daß die **Finger** in die Stromrichtung zeigen, dann weist der abgespreizte **Daumen** nach dem Nordpol (**Rechte-Hand-Regel II**, Abb. 87).

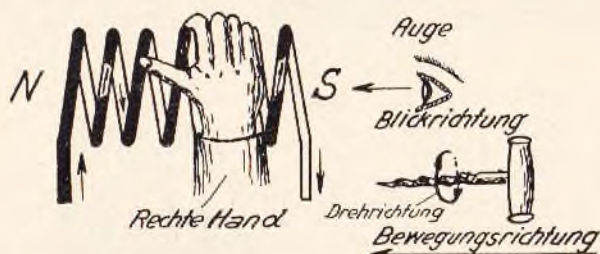


Abb. 87 Bestimmung der Polarität einer stromdurchflossenen Spule

Die in einem Solenoid (Hohlspule) vorhandene magnetische Feldstärke ist um so größer, je stärker der Strom (I) und je größer die Zahl der Windungen je cm Spulenlänge (w/cm) ist. Ein Strom von 8 Ampere verursacht ein doppelt so starkes Kraftfeld wie ein Strom von 4 Ampere. Da gleichzeitig jede Windung zur Vergrößerung des Magnetfeldes beiträgt, hat ein Solenoid mit 20 Windungen ein doppelt so starkes Feld wie eine gleich große Spule mit 10 Windungen. Das Produkt aus Stromstärke und Windungszahl nennt man **Ampere-windungszahl** (Aw).

Man bezeichnet die Größe Amperewindungen je 1 cm Spulenlänge als die **magnetische Feldstärke** \mathcal{H} .

Feldstärke $\mathcal{H} = \text{Stromstärke } I \text{ (in A)} \times \text{Windungszahl } w$
geteilt durch Spulenlänge l (in cm)

$$\mathcal{H} = \frac{I \times w}{l} \quad \text{in } \frac{Aw}{cm} \text{ gemessen.}$$

Die Zahl der Amperewindungen je cm ist die **praktische** Maßeinheit für die magnetische Feldstärke. Sie interessiert uns Praktiker aus dem Fernmeldebau nicht so sehr, sondern mehr unsere Kollegen

aus den Werkstätten des FZA usw., die sich mit dem Herstellen und Instandsetzen von Spulen und Relais befassen.

Es gibt auch noch eine andere Maßeinheit für die Feldstärke, nämlich „Oersted“, die wir im Lehrbrief 9 bereits kennengelernt haben. Die Umrechnungsformel lautet:

$$1 \text{ Oersted} = \text{rd. } 0,8 \frac{Aw}{cm} \quad \text{und} \quad 1 \frac{Aw}{cm} = 1,256 \text{ Oersted.}$$

Ich habe diese Werte nur wegen der Vollständigkeit gebracht.

4. Elektromagnete

Die magnetische Wirkung einer Spule kann bei gleichbleibender Ampere-windungszahl erheblich erhöht werden, wenn ein Eisenstab (Kern) in die Spule geschoben wird oder wenn man die gleichen Drahtwindungen von vornherein um einen Eisenkern legt (Abb. 88). Man erhält auf diese Weise einen **Elektromagnet**.

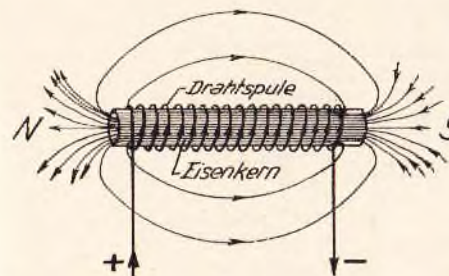


Abb. 88
Elektromagnet (Spule mit Eisenkern)

Da das Eisen bekanntlich eine größere magnetische Leitfähigkeit hat als Luft (siehe Lehrbrief 9, Seite 8), ist das Kraftfeld erheblich stärker als das einer luft-erfüllten, einfachen, zylindrischen Hohlspule. Der Eisenstab (weiches Eisen) verliert seine magnetischen

Wirkungen sofort, wenn der Strom aufhört zu fließen, denn mit dem Abschalten des Stromes verschwindet auch das magnetische Kraftfeld. Führt man aber ein Stück Stahl (gehärtet) in die Spule ein und schließt den Stromkreis, so wird der Stahl magnetisch und **bleibt auch nach dem Abschalten des Stromes magnetisch**. Nach dieser Methode werden starke Dauermagnete hergestellt. Die Erfindung des Elektromagnets ist für die gesamte Schwachstrom- und Starkstromtechnik von außerordentlicher Bedeutung geworden. Es gibt kaum eine Stark- oder Schwachstromanlage, in der nicht in irgendeiner Form Elektromagnete wirksam sind. Die Fernmeldetechnik ist ohne Elektromagnete überhaupt nicht denkbar, und wir begegnen ihnen in unserem Beruf täglich. Ihr werdet sie bei der Besprechung der Stromläufe und Fernsprechapparate (Abt. III der Lehrbriefe) noch in den verschiedensten Formen und in mannigfachster Anwendung kennenlernen. Die Überlegenheit des Elektromagnets gegenüber dem

Dauermagnet beruht aber nicht nur auf seiner größeren Kraft, sondern auch darauf, daß man es in der Hand hat, den Elektromagnet mit Hilfe des elektrischen Stromes nach Belieben auch an einem weit entfernten Ort wirksam oder unwirksam zu machen. Damit ist es einfach, elektrische Schaltvorgänge einzuleiten oder zu steuern. Am häufigsten findet der Elektromagnet bei dem **Relais** (in der Starkstromtechnik „Schütz“ genannt) Verwendung. Es kann als der wichtigste und am häufigsten verwendete Bauteil der Fernsprech- und Telegraphentechnik bezeichnet werden. Das elektromagnetische Relais besteht aus einer **Drahtspule** mit einem **Weicheisenkern**, einem **Joch** (weiches Eisen), einem **beweglichen Anker** (weiches Eisen) und den **Kontaktfedern**. Diese Kontaktfedern werden nicht von der Hand, wie bei dem Taster und dem Schalter, geschlossen, sondern durch den beweglichen Anker des Elektromagnets (Abb. 89).

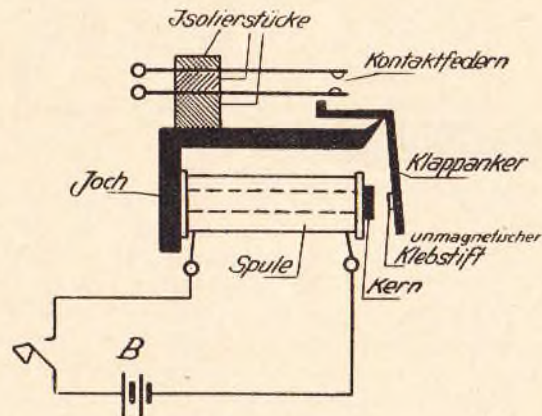


Abb. 89 Rundrelais mit Schneidenlager

Der Anker wird angezogen oder fällt ab, je nachdem der Stromkreis des Elektromagnets geschlossen oder geöffnet wird.

Nach Unterbrechung des Stromes verbleibt im Eisen (Kern, Joch, Anker) ein geringer remanenter Magnetismus zurück; das ist hinderlich und kann dazu führen, daß der Anker am Eisenkern festgehalten wird („klebt“). Als Gegenmaßnahme versieht man den Anker mit einem „Klebstift“ aus nichtmagnetischem Material (z. B. aus Messing; Höhe zwischen rd. 0,1 bis 0,5 mm).

Die Verwendung des einfachen Elektromagnets als Bauteil bei unserem Gleichstromwecker und als Dreh- und Hebmagnet bei unseren Wählern in der automatischen Fernsprechtechnik ist den

meisten von euch schon bekannt. Der Elektromagnet im Wähler unterscheidet sich mechanisch von einem Relais nur dadurch, daß sein Anker an Stelle des Federsatzes einen Hebel betätigt, der in ein Zahnrad eingreift und es schrittweise beim Anziehen des Ankers hebt bzw. dreht (Abb. 90). Selbstverständlich muß die Kraft eines solchen Elektromagnets (Kraftmagnet) größer sein als die eines Magnets im Gleichstromwecker oder im Schaltrelais.

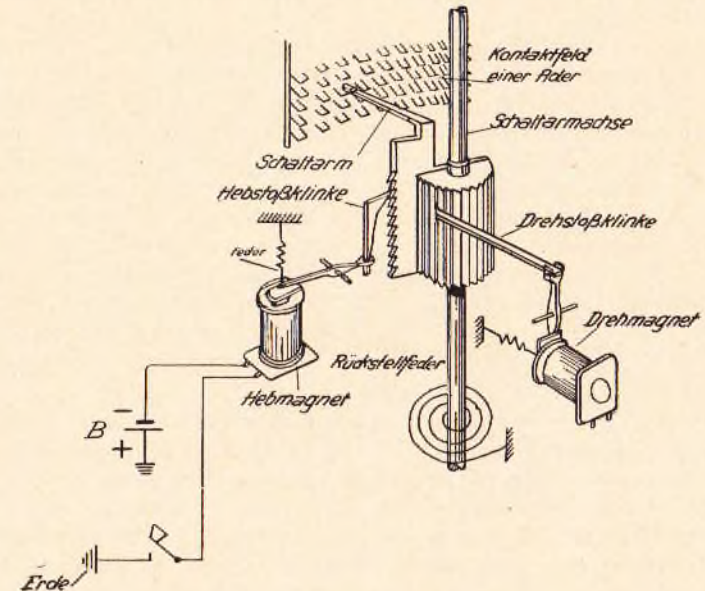


Abb. 90 Wirkungsweise von Elektromagneten (Hebdrehwähler)

Elektromagnete finden auch in der Industrie ausgedehnte Verwendung. Sie werden als Bremsmagnete zur Sicherung der Last bei Kränen benutzt. Als elektromagnetische Kupplungen, als magnetische Aufspannvorrichtungen und vor allem als Lasthebemagnete werden sie gebraucht. Die wichtigste Rolle spielen die Elektromagnete als wesentliche Bestandteile unserer elektrischen Maschinen.

5. Neutrale Elektromagnete

Bei den einfachen Elektromagneten, von denen bisher die Rede war, ist es gleichgültig, in welcher Richtung die Spule vom Strom durchflossen wird und welche Polarität der Elektromagnet hat; immer entsteht ein gleichstarkes magnetisches Feld, wenn der gleiche

Strom fließt. Immer wird ein vor den Polen befindlicher Anker angezogen. Solche Elektromagnete heißen **neutrale** oder gewöhnliche Elektromagnete. Neutrale Elektromagnete haben einen Kern aus **weichem Eisen**, der mit zahlreichen Windungen isolierten Drahtes (Spule, Wicklung) umwickelt ist.

6. Polarisierte Elektromagnete

Anders ist es bei den sogenannten **polarisierten** oder **gepolten** Elektromagneten.

Polarisierte Elektromagnete bestehen aus einem oder zwei einfachen **Elektromagneten** und einem **Dauermagnet**, der meist hufeisenförmig ausgebildet ist (Abb. 91 und 92). Beim polarisierten Elektromagnet sind die Spulen auf Eisenkerne gewickelt, die meist an den Polen eines Dauermagnets befestigt sind. Das Dauermagnetfeld wird durch das Elektromagnetfeld **verstärkt** oder **geschwächt**, je nachdem, welche **Richtung** der Strom hat. Es kommt also hier auf den **Wicklungssinn** der Spulen an. Aber das ist euch nichts Neues. In dem Lehrbrief 5, Seite 38 (Abb. 21), ist der Wechselstromwecker als praktisches Beispiel eines polarisierten Elektromagnets erklärt worden. Seht euch die Abb. 21 noch einmal genau an und versucht, die Stromrichtung nachträglich mit Hilfe der vorher genannten Regeln in der Figur 1 zu bestimmen.

In den Abb. 91 und 92 sind schematisch polarisierte Elektromagnete dargestellt, bei denen beim Fließen eines Stromes eine gleichzeitige Schwächung oder eine gleichzeitige Stärkung der Pole eintritt, je nachdem, welche Richtung der Strom hat (Abb. 91 a und b). Soll aber die **eine Seite** des polarisierten Elektromagnetsystems **geschwächt** und die **andere Seite gleichzeitig verstärkt** werden, so muß man den Wicklungssinn der Spulenwindungen ändern (Abb. 92 a und b).

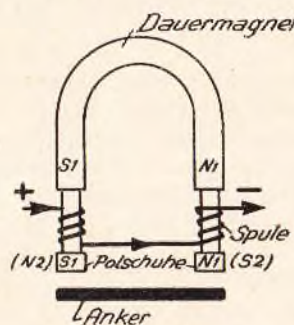


Abb. 91 a

Gleichzeitige Schwächung der Pole

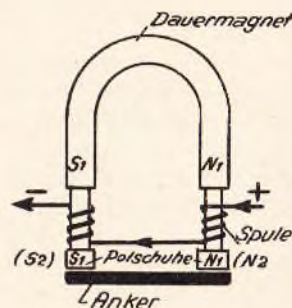


Abb. 91 b

Gleichzeitige Stärkung der Pole

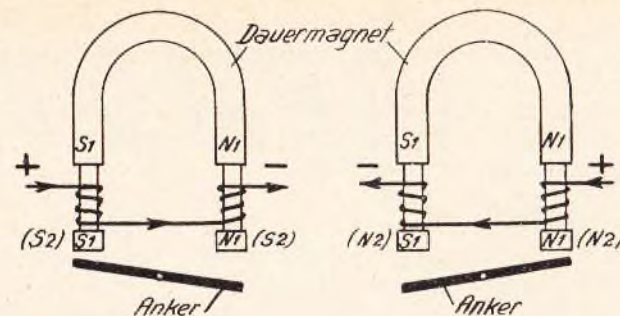


Abb. 92 a

Abb. 92 b

Wirkungsweise eines Wechselstromweckers im Prinzip

Man hat es also in der Hand, durch Änderung des Stromes und des Wicklungssinnes einer Spule je nach Bedarf verschiedene Wirkungen bei dem gepolten Elektromagnet zu erzielen. Da sich nun bei einem Wechselstrom periodisch Stromstärke und **Stromrichtung** ändern, kommt es bei der Anordnung der Spulen nach der Abb. 92 a und b zu rhythmischen Bewegungen des kippbar angeordneten Ankers. Das ist im Prinzip die Wirkungsweise eines Wechselstromweckers, mit dem wir es in der Praxis so oft zu tun haben (s. auch Lehrbrief 5, Seite 39, und Lehrbrief 6, Seite 20).

Ein praktisches Beispiel der gleichzeitigen Verstärkung oder gleichzeitigen Schwächung eines Dauermagnetfeldes haben wir bei der Wirkungsweise des Fernhörers (Lehrbrief 1, Seite 41) längst kennengelernt. Polarisierte Magnete werden hauptsächlich dort verwendet, wo es auf **hohe Empfindlichkeit** und **schnelle Wirkung** ankommt. Das ist besonders in der Telegraphie der Fall. Die Art und Weise der Polarisierung ist verschieden. Bei vielen Apparaten polarisiert man den Elektromagnet in der oben geschilderten Art. Manchmal polarisiert man nur den Anker. Es gibt auch Apparate, bei denen sowohl Kern als auch Anker polarisiert sind.

7. Spulen ohne magnetisches Feld

Zuweilen ist die magnetische Wirkung einer stromdurchflossenen Spule in der Schaltungstechnik lästig und unerwünscht. Um sie zu beseitigen, wickelt man die Spulen gegenläufig (bifilar). Man faßt einen Draht am Anfang und Ende zusammen, bildet eine Parallel-drahtschleife und wickelt sie nach Abb. 93 um den Kern.

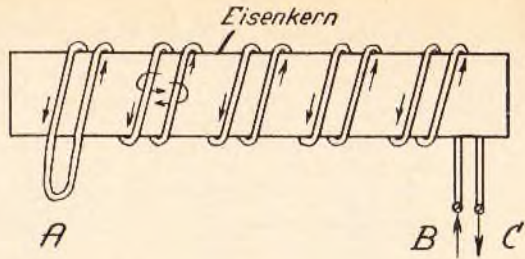


Abb. 93
Spule
bifilar gewickelt

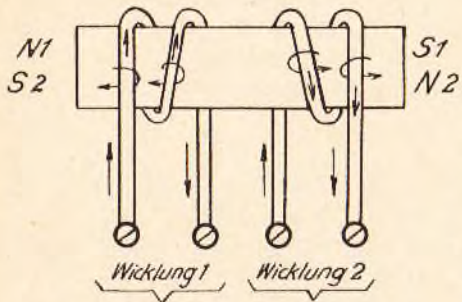


Abb. 94 Differentialwicklung (2 Spulen
mit entgegengesetztem Wicklungssinn)

Eine Wicklung, bei der zwei Drähte für die gleichzeitige Hin- und Rückleitung des Stromes nebeneinander verlaufen, bezeichnet man als **bifilar**. Ein durch eine derartige Wicklung fließender Strom von B über A nach C erzeugt in zwei benachbarten Windungen **entgegengesetzte gleichstarke** magnetische Felder, die sich in ihren Wirkungen **aufheben**. Man kann dasselbe

Ergebnis auch mit einer sogenannten Differentialwicklung nach Abb. 94 erreichen.

Bringt man nämlich auf einen Eisenkern eine Spule mit zwei Wicklungen **gleicher** Windungszahl, aber mit entgegengesetztem Wicklungssinn, dann heben sich die magnetischen Felder gegenseitig auf, so daß keine magnetische Wirkung auftritt. Man kann auch die Spule in der Mitte anzapfen (Punkt 'B'), wie die Abb. 95 zeigt.

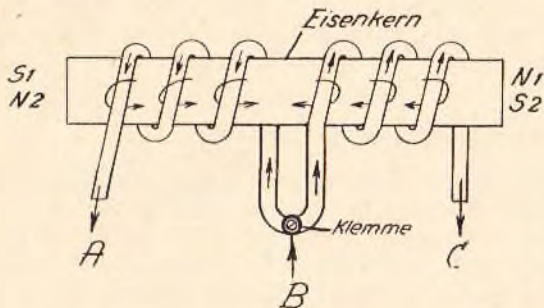


Abb. 95
Spule in der Mitte
angezapft

Der Strom teilt sich dann in zwei gleiche Teile. Infolge der gleichen Amperewindungszahlen der Wicklungsteile heben sich die magnetischen Kräfte auf, und der Anker bleibt in Ruhe.

Wird aber die Windungszahl des einen Spulenteils z. B. kleiner als die des anderen gewählt, oder schwächt man den Strom der einen Wicklungshälfte, z. B. durch Einschaltung eines Widerstandes, so zieht der Magnet unter dem Einfluß des restlich noch wirksamen Feldes seinen Anker an. Es kommt also bei dieser Schaltung auf die **Summe** oder **Differenz** (Unterschied) der magnetischen Wirkungen der beiden Spulenhälften an. Derartige Wicklungen werden als **Differentialwicklungen** bezeichnet. Sie finden in den verschiedensten Ausführungen in der Schalttechnik für Schwachstrom und Starkstrom Verwendung, um bestimmte Schaltvorgänge zu ermöglichen.

8. Magnetischer Kreis

Verfolgt man den Verlauf der Kraftlinien, z. B. eines Hufeisenmagnets, so findet man, daß sie in sich geschlossen sind. Das trifft sowohl für den künstlichen Magnet als auch für den Elektromagnet zu.

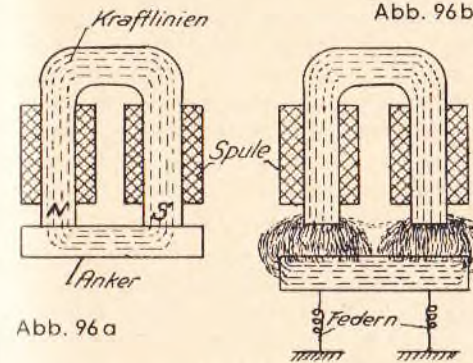


Abb. 96 a

Man spricht auch von einem magnetischen Kreis. Der „geschlossene“ magnetische Kreis ist besonders deutlich, wenn man einen Anker aus Eisen auf die Polschuhe legt (Abb. 96 a).

Ein in sich geschlossenes eisernes Gestell von ganz beliebiger Form, in dem magnetische Kraftlinien verlaufen, nennt man allgemein einen **geschlossenen** magnetischen Kreis. Die Kraftlinien

verbleiben zum größten Teil in dem Eisen des Gestells, weil es die größere Leitfähigkeit als Luft hat. Nur ein sehr kleiner Teil der Kraftlinien wird gewissermaßen aus dem Eisen herausgedrängt, eine Erscheinung, die mit **Streuung** bezeichnet wird. Die Streuung wird größer, wenn der magnetische Kreis geöffnet wird (Abb. 96 b).

9. Ohmsches Gesetz des Magnetismus

Für einen geschlossenen elektrischen Stromkreis gilt das Ohmsche Gesetz; für einen magnetischen Kreis gibt es ein ähnliches Gesetz, das man das **Ohmsche Gesetz des Magnetismus** nennt. Ich will es nicht mit Beispielen oder Berechnungen erläutern, weil es nicht ganz einfach und in diesem Zusammenhang auch nicht wichtig ist.

Es genügt, wenn wir wissen, daß es ein solches Gesetz gibt und wie es lautet, nämlich:

Die Gesamtzahl der Kraftlinien (magnetischer Fluß) in einem magnetischen Kreis ist gleich der magnetomorischen Kraft geteilt durch den magnetischen Widerstand.

Unter **magnetomorischer Kraft** versteht man die Zahl der Amperewindungen. Sie entspricht der EMK in einem elektrischen Stromkreis.

Der **magnetische Widerstand** ist abhängig von der Länge, dem Querschnitt und der magnetischen Leitfähigkeit (Durchlässigkeit) des Eisenweges und, wenn vorhanden, auch des Luftweges.

$$\text{Magnetischer Widerstand} = \frac{\text{Länge}}{\text{Querschnitt} \times \text{magnet. Leitfähigkeit}}$$

Diese Formel entspricht sinngemäß der uns bekannten Formel für den elektrischen Widerstand und ist für die Berechnung von Elektromagneten und elektrischen Maschinen unentbehrlich. Beim Bau von Elektromagneten muß man versuchen, den magnetischen Widerstand möglichst gering zu halten. Ein kleiner Luftzwischenraum, den die Kraftlinien überbrücken müssen — z. B. 0,5 mm —, vergrößert den magnetischen Widerstand bereits ganz erheblich und schwächt somit den magnetischen Fluß (Gesamtzahl der Kraftlinien) entsprechend.

10. Hysterisis

Wird Eisen im steten Wechsel nach verschiedenen Richtungen magnetisiert, so daß sich die Lage der Pole ständig verändert, so müssen die kleinen Molekularmagnete dauernd umgeordnet werden. Durch die fortwährende Umlagerung entsteht eine Reibung, die sich als Erwärmung des Eisens bemerkbar macht. Der hierdurch bedingte Ummagnetisierungs- oder **Hysterisisverlust** ist bei den verschiedenen Eisensorten verschieden groß. Schuld an diesem Verlust ist die Koerzitivkraft, welche die Moleküle immer daran hindert, sich entsprechend der äußeren magnetischen Richtkraft umzuordnen. Wir haben von der **Koerzitivkraft** bereits im letzten Vortrag (Lehrbrief 9, Seite 5) gehört. Magnetisierung und Entmagnetisierung hinken immer der magnetisierenden und entmagnetisierenden Kraft nach. Dieses Zurückbleiben heißt auf griechisch Hysterisis. Wird bei einem Elektromagnet der Stromkreis nur einmal geschlossen, so wird das Eisen nur einmal magnetisch erregt. Die Erwärmung ist sehr gering. Bei rascher Folge des Wechsels, wie wir es bei den Dynamomaschinen und den Wechselstromapparaten haben, werden jedoch die Energieverluste groß. Das Eisen wird stark erhitzt. Auch bei

unseren Übertragern in den Fernsprechapparaten muß man die Hysterisisverluste beachten, weil die pulsierenden Gleichströme als Sprechströme die Stärke des Magnetfeldes im schnellen Wechsel ändern, so daß ein Arbeitsverlust entsteht.

11. Elektrisches Feld und magnetisches Feld

Ich kann mir denken, daß einige von euch, die sich vielleicht an die ersten Ausführungen im Lehrbrief 1, Seite 31, über das **elektrische** Feld und die elektrischen Feld- oder Kraftlinien erinnern, die Frage aufwerfen: „Gibt es denn gleichzeitig ein elektrisches und ein magnetisches Feld eines elektrisch geladenen Körpers, so daß die Influenzerscheinungen und die magnetischen Wirkungen zusammen auftreten können?“ Diese vielleicht gedachte Frage möchte ich noch am Schluß meines Vortrages beantworten. Wir haben heute gesehen, daß ein **stromdurchflossener** Leiter, z. B. eine Spule, ein magnetisches Feld um sich aufbaut. Unterbrechen wir den Strom und betrachten etwa einen unter Spannung stehenden Draht, in dem Elektrizität ist, aber kein Strom fließt, so stellen wir fest, daß mit dem Verschwinden des Stromes auch das magnetische Feld verschwunden ist. Übriggeblieben ist allein das normale elektrische (elektrostatische) Feld, das jeden elektrisch geladenen Körper umgibt, und das anders (Influenz) wirkt.

Nur **bewegte** elektrische Ladung, also ein Strom, erzeugt um sich ein magnetisches Feld. Niemals wird es der Magnetnadel einfallen, sich zu drehen, wenn sie in ein elektrisches Feld gerät. Niemals wird eine ruhende elektrische Ladung ein magnetisches Feld um sich aufbauen können. Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Arten von Feldern: **elektrische**, wie sie sich um jede **elektrische** Ladung aufbauen, und **magnetische**, die sich aus dem Vorhandensein **bewegter** Ladungen (fließende Ströme) ergeben.

Merke:

1. Unter **Elektromagnetismus** versteht man die magnetischen Wirkungen eines elektrischen Stromes.
2. Eine in die Nähe eines gleichfalls in Nord-Süd-Richtung verlaufenden **stromdurchflossenen** Leiters gebrachte Magnetnadel **wird abgelenkt**. Die Richtung der Ablenkung läßt sich mit der **Ampereschen Schwimmregel** feststellen.
3. Um jeden **stromdurchflossenen** Leiter entsteht ein **kreisförmiges magnetisches Feld**, dessen Richtung man mit Hilfe von **Merksregeln** feststellen kann (Korkzieherregel, Blickregel, Rechte-Hand-Regel).

4. Ein **Solenoid** ist eine vom Strom durchflossene zylindrische Drahtspule ohne Eisenkern (Hohlspule).
5. Eine stromdurchflossene Spule (Solenoid) hat ein ähnliches magnetisches Feld wie ein Stabmagnet. Sie hat ebenfalls zwei Pole.
6. Die **Polbestimmung** läßt sich durch Merkregeln leicht ermöglichen.
7. Wird in eine Spule ein Eisenkern gebracht, so verstärkt sich das magnetische Feld der Spule. Man erhält einen **Elektromagnet**.
8. **Neutrale** oder **einfache Elektromagnete** bestehen aus einem **Weicheisenkern** und einer **Spule**. Ihre magnetische Wirkung ist von der **Richtung** des Stromes **unabhängig**.
9. **Polarisierte** (gepolte) **Elektromagnete** bestehen aus einfachen **Elektromagneten** und einem **Dauermagnet**. Durch die entsprechende **Richtung** des Stromes wird der polarisierte Elektromagnet verstärkt oder geschwächt.
10. Die magnetische Feldstärke \mathcal{H} des Elektromagnets hängt von der **Amperewindungszahl** (A_w) ab.
11. Mit Hilfe eines elektrischen Stromes und einer entsprechenden Wicklung kann man **Dauermagnete** herstellen.
12. Unter einem elektromagnetischen **Relais** (auch Schütz genannt) versteht man ein elektromagnetisches Schaltorgan. Es besteht aus Wicklung, Eisenkern, Anker und Kontaktfedern.
13. **Bifilar** (gegenläufig) gewickelte Spulen erzeugen keine magnetischen Wirkungen.
14. Wird ein Magnet dauernd in stetem Wechsel ummagnetisiert, so kann das magnetische Feld der magnetisierenden Kraft nicht so schnell folgen; es hinkt nach. Der hierdurch entstehende Verlust an magnetischer Energie wird **Hysteresisverlust** genannt (Erwärmung des Eisens).
15. In einem magnetischen Kreis gilt das **Ohmsche Gesetz des Magnetismus**.
16. Ein elektrisch geladener Körper erzeugt in seiner Umgebung ein **elektrisches Feld**, d. h. einen mit elektrischen Kräften erfüllten Raum.
17. Die **bewegte** elektrische Ladung (Strom) erzeugt in ihrer Umgebung ein **magnetisches Kraftfeld**.

III. Fernmeldetechnik

B. Grundsätzliche Stromläufe

1. Der Gleichstromwecker

Franz Strack und Heinrich Korte arbeiten zusammen an der Ent-störung eines Zwischenhalters. Strack stellt u. a. fest, daß der in diesem Gerät eingebaute Gleichstromwecker nicht in Ordnung ist und baut ihn aus. Heinrich Korte sieht interessiert zu.

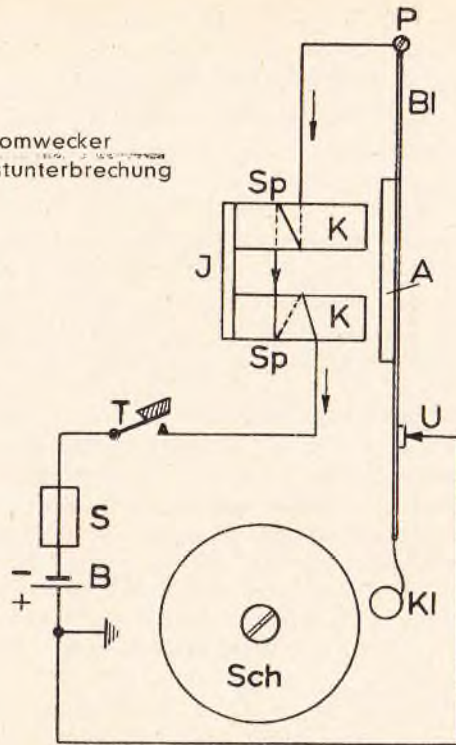
„Sag mal, Franz“, fragt Korte, „du hast mir seinerzeit doch gesagt, daß Gleichstromwecker gewisse Mängel aufweisen (vgl. Lehrbrief 5, S. 37). Ich habe nun geglaubt, daß man deshalb bei der Post überhaupt keine Gleichstromwecker verwendet. Wie verhält es sich nun damit?“ — „Ja, Heinrich“, sagt Strack, „so, wie du dir das denkst, stimmt das nicht ganz. In vielen Fällen arbeiten wir nur mit Gleichstrom, und da kann uns ein Wechselstromwecker nichts nützen. Kannst du mir sagen, warum?“

Korte denkt nach. „Das wird wohl daran liegen“, meint er, „daß die Spulen beim Wechselstromwecker stets von Strömen wechselnder Richtung durchflossen werden müssen, damit der Anker einmal nach der einen und einmal nach der entgegengesetzten Seite angezogen wird. Wenn ich einen Gleichstrom durch diese Spulen schicke, wird der Anker nur einmal nach der einen Seite angezogen und bleibt dann haften.“

„Richtig“, sagt Franz Strack, „das wäre dann überhaupt kein Wecker. Wir müssen daher sehen, daß wir einen zusammenbasteln, der bei Gleichstrom tatsächlich weckt. Während der Frühstückspause können wir uns darüber unterhalten.“ Gesagt, getan.

Strack nimmt ein Blatt Papier zur Hand und fängt an, einen Gleichstromwecker in seiner Schaltung aufzuzeichnen (Abb. 1). Den ausgebauten Wecker hat er Korte gegeben. „Du siehst hier zwei Weicheisenkerne (K in Abb. 1), die durch ein Weicheisenjoch (J) miteinander verbunden sind. Auf die Weicheisenkerne sind Spulen (Sp) geschoben. Schicken wir einen Gleichstrom durch die Windungen, so haben wir einen Elektromagneten. Bringen wir einen Weicheisenanker (A), der an einer Blattfeder (Bl) befestigt ist, vor diesen Elektromagneten, so wird der Anker angezogen, und ein ebenfalls an der Blattfeder befestigter Klöppel (Kl) schlägt einmal gegen die Glockenschale (Sch). Damit ist uns aber nicht gedient; denn wir wollen ja einen Wecker haben, der so lange anspricht, wie Strom durch die Spulen fließt. Wir bauen daher einen sogenannten ‚Unterbrecherkontakt‘ (U) ein, dessen Kontaktplättchen an der Blattfeder unterhalb des Ankers angebracht wird. Die Kontaktspitze ist, wie du hier siehst, an einer Schraube befestigt. Diese

Abb. 1
Gleichstromwecker
mit Selbstunterbrechung



wiederum wird durch einen Bock gehalten. Nun fange ich an zu schalten. Ich verbinde ein Spulenende mit dem Befestigungspunkt (P) der Blattfeder, das andere Ende mit einem Pol der Batterie, in diesem Falle dem Minus-Pol. Wie du aus Erfahrung weißt, ist ein Pol einer Batterie immer zu erden, und zwar der Plus-Pol. Du hast ja schon etwas über Elektrolyse gehört (vgl. Lehrbrief 8, S. 22), und in diesem Zusammenhang, daß Metalle im Elektrolyten von der Anode zur Kathode (also von Plus nach Minus) wandern und sich dort niederschlagen. Etwas Ähnliches würde auch in unseren Fernmeldegeräten eintreten, wenn wir nicht den Pluspol, sondern den Minuspol erden. Es finden dann elektrolytische Zersetzungen der empfindlichen Apparateile, insbesondere der Relaiswicklungen, statt, deren Kupfer zerstört wird. Durch Erden des Pluspoles werden diese Erscheinungen unterbunden. Bei größeren Anlagen haben wir darüber hinaus noch den Vorteil, daß wir keine besonderen Leiter zum Pluspol der Batterie brauchen; wir benutzen einfach die Erde, die ein recht guter Leiter ist. Ich habe also auf meiner Skizze an den

Pluspol der Spannungsquelle das Erdungszeichen gemalt. Nun muß auch jede stromführende Leitung abgesichert werden; deshalb findest du auch das Schaltzeichen für eine Stromsicherung (S) in der spannungsführenden Leitung. Jetzt paß genau auf, wir haben hier links auf der Zeichnung den geerdeten Pluspol und rechts die Kontaktspitze des Unterbrecherkontaktes. Vorläufig haben wir noch keinen Stromfluß, weil noch die letzte Verbindung fehlt. Verfolge jetzt mal die Leitungen, indem du vom Minuspol ausgehst. Wo kommst du hin?"

Korte denkt nach, nimmt dann einen Bleistift zur Hand und fährt damit den Stromlauf entlang. „Minus-Pol der Batterie“ (B), sagt er, „dann über die Sicherung, über die beiden Wicklungen des Elektromagneten bis zum Befestigungspunkt (P) der Blattfeder (Bl), über den Unterbrecherkontakt (U), und dann ist Schluß.“ — „Richtig, Heinrich“, sagt Franz, „und wohin mußt du jetzt, damit ein Strom fließt?“

„Ich muß zum Pluspol oder zur Erde“, entgegnet Korte und macht einen entsprechenden Strich.

„Gut, Heinrich“, entgegnet Strack, „wir bauen jetzt noch eine Taste (T) in eine der Zuleitungen ein und wollen uns dann überlegen, was geschieht. Zunächst noch eine Frage: Wie sind jetzt alle Teile zueinander geschaltet?“ Korte fährt noch einmal den Stromlauf entlang. „Alles liegt hintereinander“, meint er, „Batterie, Sicherung, Taste, Spulen, Blattfedern und Unterbrecherkontakt. Das ist ja leicht zu merken, und ich will gleich versuchen, ob ich nicht auch den Stromlauf zusammenkriege.“ Er zeichnet und zeigt Strack das Ergebnis. „Soweit richtig“, sagt Strack, „aber du mußt dich bemühen, die für Schaltskizzen vorgesehenen DIN-Normen anzuwenden. Hier beim Wecker ist das nicht so wichtig, weil wir dann die Wirkungsweise schlecht erkennen können, aber bei allen anderen Stromläufen mußt du darauf achten. So, und nun wollen wir sehen, wie der Wecker arbeitet. Ich drücke jetzt die Taste (T); es fließt ein Strom, wie du schon gesagt hast, über Sicherung (S), Spulen (Sp) des Elektromagneten, Blattfeder (Bl), geschlossener Unterbrecherkontakt (U) zum Pluspol der Batterie zurück. Der Elektromagnet wird erregt, zieht den Anker (A) und damit die Blattfeder (Bl) an; der Klöppel schlägt gegen die Glockenschale. Der Unterbrecherkontakt (U) öffnet sich. Was passiert jetzt, Heinrich?“ Kurze Pause. „Jetzt muß der Stromfluß ja aufhören“, erwidert Korte, „weil der Unterbrecherkontakt geöffnet ist. Der Anker fällt ab, weil die Blattfeder in die Ruhelage zurückkehrt und den Anker mitreißt, und damit wird der Unterbrecherkontakt wieder geschlossen. Als Folge fließt wiederum ein Strom. Der Anker wird wieder angezogen, der Klöppel schlägt gegen die Glockenschale. Der Unterbrecherkontakt öffnet sich, und dasselbe, was ich schon gesagt habe, wiederholt sich so lange, bis ich die Taste öffne und damit den Stromkreis endgültig

unterbreche. Fein, Franz, das ist ja eine ganz einfache Sache, und ich habe immer gehört, daß so ein Gleichstromwecker schwer zu erklären ist." „Siehst du“, entgegnet Franz, „es ist alles recht einfach, wenn man etwas verstanden hat. Beim Stromlauflesen kommt es nur darauf an, zu wissen, wo man anfangen und wo man enden muß. Wir fangen grundsätzlich bei einem Pol der Spannungsquelle an und müssen daher zum anderen Pol zurück. Und wenn du jedesmal ein bißchen nachdenkst und deine Kenntnisse, die du dir in der Elektrotechnik angeeignet hast, richtig anwendest, werden dir die einfachen Stromläufe recht schnell eingehen. Eines hätte ich beinahe vergessen. Den Wecker, den wir eben behandelt haben, nennt man einen **Gleichstromwecker mit Selbstunterbrechung**, weil er selbst dafür sorgt, daß der Erregerstromkreis rhythmisch geöffnet und geschlossen wird. Es gab früher mal auch einen anderen Gleichstromwecker (man nannte ihn „Gleichstromwecker mit Rollenausschluß“), aber der wird heute nicht mehr bei der DBP angewendet. Wenn du etwas darüber wissen willst, dann lies im Band IV vom ‚Grundwissen des Fernmeldedienstes‘, Seite 8 und 9, nach.“

„Noch etwas, bevor wir wieder zu arbeiten anfangen. Es kommt hin und wieder mal vor, daß wir einen zweiten Gleichstromwecker mit Selbstunterbrechung zu einem fest eingebauten schalten müssen. Wie muß jetzt dieser zweite Wecker zum ersten liegen, parallel oder in Reihe? Zeichne das mal schnell auf.“

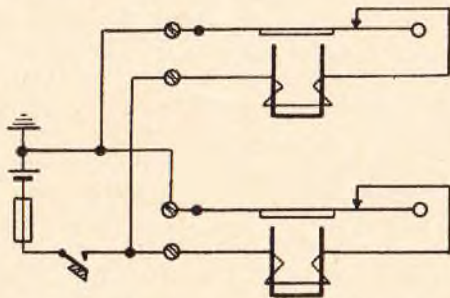


Abb. 2 Parallel geschalteter Gleichstromwecker

Korte knobelt. „Wenn wir die Wecker hintereinanderschalten“, murmelt er, „so fließt der Strom erst über den einen und dann über den zweiten Wecker. Ich hab’s!“ schreit er plötzlich auf, „sie müssen parallel geschaltet werden. Bei Hintereinanderschaltung wird die Schaltung nicht einwandfrei arbeiten, weil der Stromkreis infolge des ungleichmäßigen Öffnens der beiden Unterbrecherkontakte nach dem ersten Einschalten auch unregelmäßig unterbrochen wird. Sie könnte

nur einwandfrei arbeiten, wenn beide Kontakte zur gleichen Zeit öffnen und schließen, und das ist in der Praxis nicht durchführbar!“

„Du wirst mal ein guter Handwerker“, sagt Strack anerkennend, „aber nun müssen wir uns beeilen, damit wir hier fertig werden; denn Böckle will uns heute nachmittag etwas über Relais erzählen.“

2. Relais

Vortrag des BzBf Böckle

Meine Kollegen!

Wir alle wissen aus Erfahrung, daß nicht nur die Zahl der einzurichtenden einfachen Hauptanschlüsse im stetigen Steigen begriffen ist, sondern daß auch die Zahl der einzurichtenden Nebenstellenanlagen immer größer wird. Der technische Fortschritt, der auch das Gebiet des Nebenstellenwesens in erheblichem Maße erfaßt, bringt eine immer weitergehende Automatisierung mit sich, d. h., ein Freimachen von Handgriffen, die früher dem Teilnehmer oblagen.

Als eines der wichtigsten Schaltmittel, die eine solche Automatisierung möglich machen, ist das **Relais** zu nennen, über das wir uns heute unterhalten wollen.

Unter einem Relais versteht man ein durch Elektromagnetismus betriebenes Schaltorgan, mit dessen Hilfe Stromkreise an-, ab- und umgeschaltet werden können. Auf diesem Bild (Abb. 3) sehen Sie den

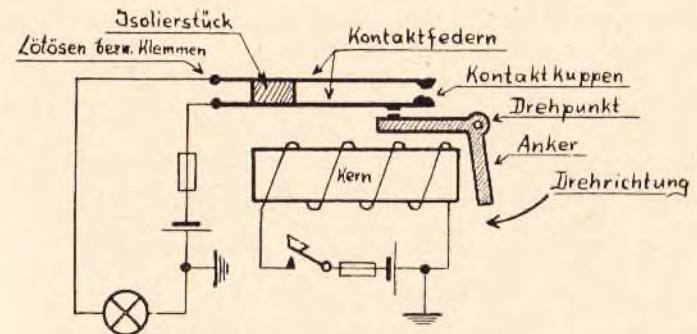


Abb. 3 Grundsätzlicher Aufbau eines Relais

grundsätzlichen Aufbau eines Relais. Wir haben hier einen Weich-eisenkern, auf dem sich eine oder auch mehrere Wicklungen befinden können. Schließe ich diese Wicklungen über eine Taste an eine Spannungsquelle, so fließt bei gedrückter Taste ein Strom, und der Relaiskern wird zu einem Elektromagneten. Wir erkennen weiter aus dieser Abbildung, daß vor einem Pol des Eisenkerns ein Anker

drehbar gelagert ist. Dieser Anker trägt einen Hebelarm, der mit dem Anker einen Winkel von etwas mehr als 90° bildet. Oberhalb dieses Hebelarmes befinden sich Kontaktfedersätze. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist hier nur ein solcher Federsatz dargestellt. Jede Kontaktfeder ist von der zugehörigen zweiten Feder isoliert und trägt an seinem einen Ende eine Lötfläche. An dem anderen Ende befindet sich der eigentliche Kontakt, der im allgemeinen aus Silber besteht. Nun schalten wir an die Lötösen dieser beiden Kontaktfedern einen Stromkreis, in dem eine Spannungsquelle und eine Lampe liegen. Was wird geschehen, wenn ich die Taste drücke? Der Relaiskern wird infolge des durch die Wicklungen fließenden Stromes elektromagnetisch und zieht den Anker an. Der Hebelarm des Ankers bewegt sich nach oben und drückt die Kontaktfedern zusammen. Als Folge berühren sich die beiden Kontaktkuppen innig, und der an dem Federsatz angeschlossene Stromkreis mit der Lampe wird geschlossen; die Lampe leuchtet auf. Öffne ich die im sogenannten „**Erregerstromkreis**“ befindliche Taste, so wird der Relaiskern unmagnetisch, der Anker fällt ab. Der Lampenstromkreis wird gleichfalls geöffnet, weil die durch den Ankerhebel zusammengedrückten Federn in die Ruhelage zurückkehren.

Die Anordnung der Kontakte kann nun so sein, daß ein oder mehrere Stromkreise geschlossen, geöffnet oder umgeschaltet werden können. Ein Kontakt, der einen Stromkreis **schließt**, heißt **Arbeitskontakt**, ein Kontakt, der einen geschlossenen Stromkreis **öffnet**, heißt **Ruhekontakt**. Diese beiden wichtigen Kontaktarten erkennen Sie aus dieser Zeichnung (Abb. 4).



Abb. 4

Soweit über den **grundsätzlichen** Aufbau der Relais.

Meine Kollegen! Es soll nicht Zweck meiner kurzen Ausführungen sein, Sie so eingehend mit allen Relais- und Kontaktarten vertraut zu machen, wie es z. B. bei den Kollegen der technischen Trupps erforderlich ist. Ich will Ihnen nur einen kurzen Überblick geben, damit Sie die wesentlichsten Schaltungen von Relais kennen und verstehen lernen.

Wir wollen uns nun dem Stromlauf eines Relais mit einem Arbeitskontakt zuwenden. Wir erkennen auf dieser Zeichnung, die ich jetzt aufhänge (Abb. 5), das Schaltzeichen für ein Relais und daneben

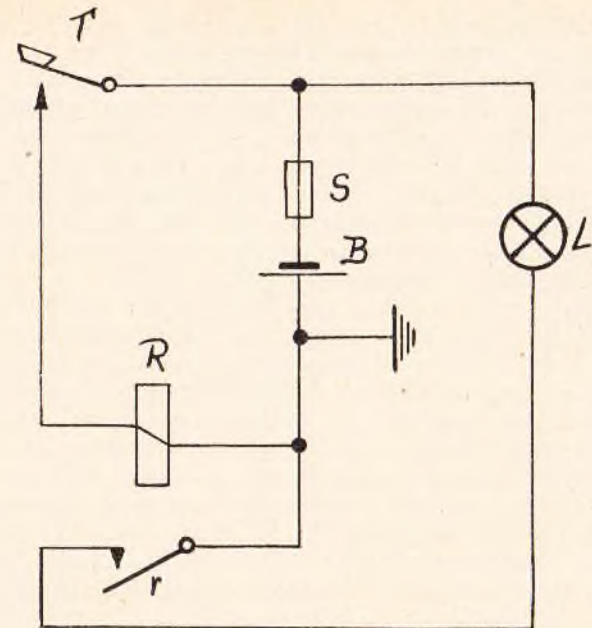


Abb. 5 Relais mit einem Arbeitskontakt

einen **großen** lateinischen Buchstaben. Jedes Relais erhält entsprechend seiner Aufgabe soweit wie möglich einen solchen Buchstaben. R-Relais würde z. B. Ruf-Relais bedeuten, A-Relais ein Relais, das im a-Zweig einer Anlage liegt, H-Relais ein Halterelais usw. Die zu einem Relais gehörigen Kontakte werden mit dem entsprechenden **kleinen** Buchstaben bezeichnet. So erhält z. B. der zu einem R-Relais gehörende Kontakt, soweit es sich um einen Einzelkontakt handelt, zur Kennzeichnung ein kleines lateinisches r. Ein Kontakt, der zu einem H-Relais gehört, erhält ein kleines h usw. Aus unserer Zeichnung (Abb. 5) ersehen wir, daß zu dem R-Relais ein Arbeitskontakt r gehört. Wir erkennen weiter den Erregerstromkreis, in dem eine Batterie (B), eine Stromsicherung (S) und eine Taste (T) liegen. Wir sehen auch den Stromkreis, der durch den r-Kontakt geschlossen wird, wenn wir das Relais R erreger. Es leuchtet dann die Lampe L auf.

Auf einen wichtigen Punkt möchte ich hinweisen, bevor wir den Stromlauf im einzelnen besprechen: **Jeder Kontakt ist grundsätzlich in seiner Ruhelage dargestellt, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes gesagt ist.** Ein **Arbeitskontakt** wird also **geöffnet**, ein **Ruhekontakt geschlossen** dargestellt. Die Arbeitslage müssen wir uns vorstellen.

Das ist manchmal nicht ganz einfach und eine Sache der Übung. Wir fangen daher auch mit dem Einfachsten an.

Beim Stromlauflesen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, am Minus-Pol der Batterie anzufangen. Wenn wir mit dem Plus-Pol oder der Erde beginnen, so verliert man u. U. den Überblick und fängt an der verkehrten Stelle an. Wir bewegen uns daher bewußt **entgegen-gesetzt** zur technischen Stromrichtung, die ja, wie Sie wissen, von + nach — verläuft. Aber da es für uns als Schaltungstechniker von untergeordneter Bedeutung ist, in welcher Richtung der Strom fließt, suchen wir uns den einfachsten Weg.

Wir wollen nun den Erregerstromkreis verfolgen. Wird die Taste T gedrückt, so fließt ein Strom von Minus der Batterie, Sicherung, Taste, Relaiswicklung zum Plus-Pol der Batterie. Das Relais R wird erregt und betätigt seinen r-Kontakt, der sich als Arbeitskontakt schließt. Somit ist folgender Stromkreis geschlossen: Minus der Batterie, Sicherung, Lampe L, geschlossener r-Kontakt, Plus-Pol der Batterie. Die Lampe L leuchtet so lange, wie die Taste gedrückt ist. Wird die Taste geöffnet, so wird der Relaiskern unmagnetisch, der Anker fällt ab, und der r-Kontakt kehrt in die Ruhelage zurück. Damit ist der Lampenstromkreis unterbrochen, die Lampe erlischt.

Der BzBf fährt fort, indem er eine weitere Zeichnung (Abb. 6) aufhängt:

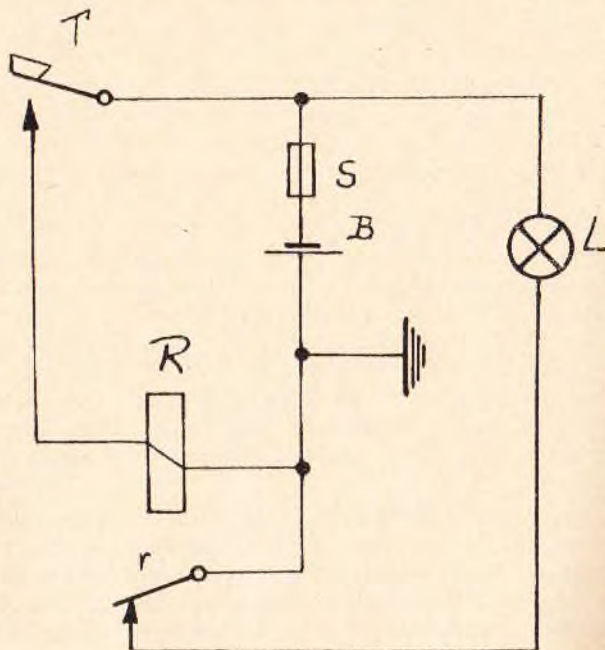


Abb. 6
Relais mit einem
Ruhekontakt

Hier sehen Sie eine ähnliche Schaltung. Der Unterschied zwischen den beiden besteht darin, daß diesmal der r-Kontakt ein **Ruhekontakt** ist; d. h., daß er in der Ruhelage **geschlossen** bleibt. Damit ist der Lampenstromkreis gleichfalls geschlossen, und die Lampe L leuchtet **ständig**. Durch Drücken der Taste wird das Relais R in gleicher Weise erregt wie in der vorhergehenden Schaltung. Der r-Kontakt wird betätigt, aber diesmal **öffnet** er sich. Dadurch wird auch der Lampenstromkreis geöffnet, und die Lampe erlischt. Wir schalten mittels eines **Ruhekontaktes** einen Stromkreis **aus** und mittels eines **Arbeitskontaktes** einen Stromkreis **ein**. Man spricht demnach von **Ruhestrom** und **Arbeitsstrom**. Ruhestrom fließt dauernd und muß durch einen Ruhekontakt **unterbrochen** werden. Arbeitsstrom fließt nur dann, wenn der Arbeitskontakt sich **schließt**.

Zum Abschluß meines heutigen Vortrages wollen wir uns mit einem **Umschaltekontakt** beschäftigen. Ich zeichne Ihnen zum besseren Verständnis einen einpoligen Umschalter an die Tafel (Abb. 7).

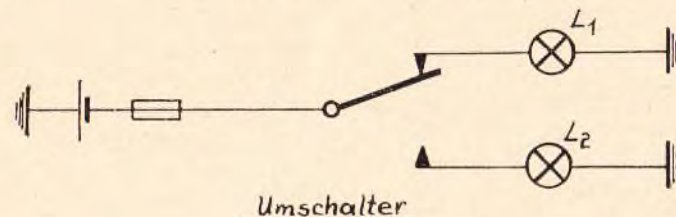


Abb. 7

Wir sehen links eine geerdete Batterie und eine abgesicherte Leitung, die bis zum Drehpunkt eines Schaltarmes führt. In der Ruhelage liegt der Schaltarm an einem Kontakt, der mit der Lampe L 1 verbunden ist. Von dieser Lampe L 1 führt eine weitere Leitung an Erde. Der L-1-Stromkreis ist also geschlossen, die Lampe leuchtet ständig. Lege ich den Schaltarm um, so wird der L-2-Stromkreis geschlossen. Mit Hilfe des Schalters kann ich also die spannungsführende Leitung wahlweise auf den L-1- oder L-2-Kreis schalten.

Wir müssen uns nun folgendes merken:

Der Drehpunkt des Schaltarmes eines Umschalters liegt stets an der Leitung, die umgeschaltet werden soll. In unserem Falle ist die umzuschaltende Leitung die, in der die Batterie liegt. Genau so, wie wir einen solchen Umschalter mit der Hand betätigen können, läßt sich ein Umschaltevorgang auch durch ein Relais auslösen. Man spricht dann von einem **Relais mit Umschaltekontakt**.

Wir wollen hierzu diese Zeichnung (Abb. 8) betrachten. Wir sehen hier den gleichen Erregerstromkreis wie bei den vorher besprochenen

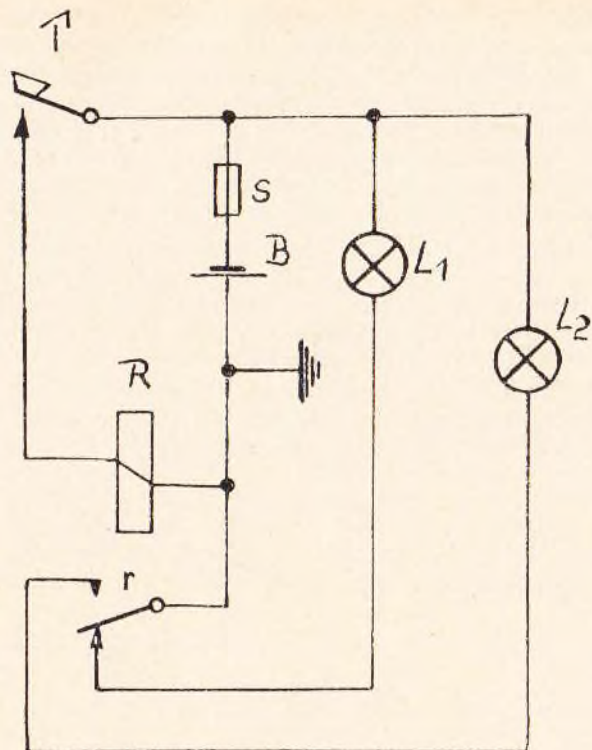


Abb. 8 Relais mit einem Umschaltekontakt

Schaltungen und sehen ferner den als Umschaltekontakt ausgebildeten r-Kontakt. In der Ruhelage ist der Stromkreis, in dem die Lampe L 1 liegt, geschlossen. Es fließt Ruhestrom, und L 1 leuchtet. Errege ich jetzt das Relais durch Drücken der Taste, so legt r um, und der L-2-Stromkreis (Arbeitsstromkreis) wird geschlossen. L 2 leuchtet auf, L 1 erlischt.

Ich bin nun am Schluß meiner heutigen Ausführungen. Bitte, zeichnen Sie die drei behandelten Stromläufe aus dem Kopf auf und vergleichen Sie Ihre Skizzen mit den Originalen. Im nächsten Vortrag werde ich Ihnen etwas über die Relaisaufschriften und über die Anordnung der Wicklungsanschlüsse sagen.

V. Berufs- und Staatsbürgerkunde

A. Berufskunde

4. Fernsprechordnung

Die Fernsprechordnung (FO) vom 24. 11. 1939 hat Gesetzeskraft; sie ist also nicht nur für die DBP, sondern auch für die Benutzer der Fernsprecheinrichtungen einschl. der Fernsprechteilnehmer bindend.

Bei den folgenden Betrachtungen sind nur die für eine Fernmeldebauhandwerker-Prüfung in Frage kommenden Bestimmungen berücksichtigt worden.

Öffentliches Fernsprechnet

1. Herstellung eines Hauptanschlusses

Unser Bautrupps setzte vor einem Jahr auf der Landstraße von Althagen nach Neustadt die oberirdische Linie instand. Während unserer Arbeit hielt ein Pkw in unserer Nähe; ein Herr stieg aus und wendete sich an unseren Kollegen Gernegroß wegen Herstellung eines neuen Fernsprechanchlusses, und zwar eines **Hauptanschlusses** (Kurzzeichen nach den Fernsprechgebührevorschriften der FO: H). Es war der Zahnarzt Dr. Schmerzlos, der in der Nähe Räume für seine Praxis und seine Wohnung gemietet hatte. „Das ist eine Kleinigkeit! Wir müssen hier sowieso einige H einrichten“, sagte Gernegroß. Unser Bautruppführer (BTrf), der das letzte gerade noch gehört hatte, kam schnell herbei und sagte: „Herr Doktor, bevor wir Ihnen Näheres sagen können, darf ich um die genaue Lage des Fernsprechanchlusses bitten.“ — „Es ist das Haus der Witwe Bissig, Dorfstraße 16, in der Siedlung Tannenber.“ — „Ich glaube, da werden wir keine Schwierigkeiten haben, wenn nur Frau Bissig uns in ihrem Hause arbeiten läßt. Bitte, wenden Sie sich aber an die Fernsprechanmeldestelle in Großmund, die auch die Fernsprechanchlüsse in Neustadt bearbeitet, damit dort alles Notwendige wegen Ihres Fernsprechanchlusses veranlaßt werden kann.“ Nun nimmt sich unser BTrf aber den Gernegroß vor: „Machen Sie niemals Zusagen, die Sie möglicherweise nicht aufrechterhalten können; so einfach ist es nämlich mit der Einrichtung eines H nicht. Bindende Auskunft kann nur die Fernsprechanmeldestelle geben. Die erste Frage lautet immer: **In welchem Ortsnetz (ON) liegt der H? Die FO besagt, daß Orte und Ortsteile grundsätzlich zum Bereich des ON gehören, dessen Vermittlungsstelle (VSt) ihnen am nächsten liegt.**“

Da die Siedlung Tannenber der VSt Neustadt näher liegt als der VSt Althagen, gehört sie zum Bereich des ON Neustadt; das betrifft alle Häuser am Rande der Siedlung nach Althagen zu (Abb. 1). Und dies ist ein Glück für Dr. Schmerzlos. Würde das Haus im Orts-

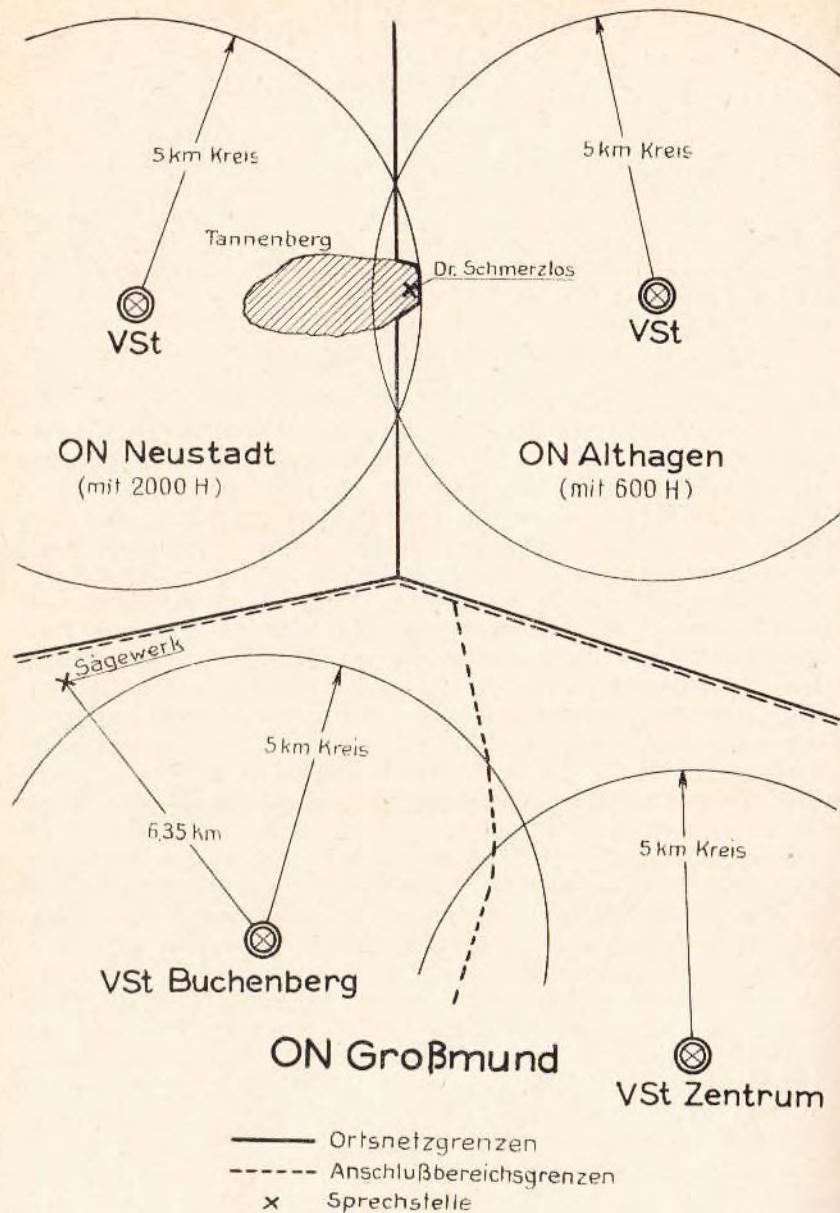


Abb. 1

netzbereich Althagen liegen, könnte der Doktor in der nächsten Zeit nicht mit einem H rechnen. Im ON Althagen lassen sich nämlich keine H mehr einrichten, weil das Wählamt dort voll beschaltet ist und außerdem schon über 300 ältere Antragsteller auf einen H warten. Belehrend sagt unser BTrf zu Gernegroß: „Bedenken Sie immer, zu einem H gehören nicht nur der Apparat und die Leitung, sondern auch die technischen Einrichtungen in der VSt.“

Aber Dr. Schmerzlos kam damit noch nicht so schnell zu seinem H, wie wir angenommen hatten. Frau Bissig machte nämlich Schwierigkeiten, als sie die **Erklärung des Grundstückseigentümers** unterschreiben sollte. Dadurch hatte sie sich einverstanden zu erklären, daß die Post auf ihrem Grundstück sowie an und in ihrem darauf befindlichen Gebäude alle Vorrichtungen anbringt, die zur Einrichtung von Anschlüssen, zur Einführung von Leitungen sowie zur Herstellung, Instandhaltung und Erweiterung ihres Fernmelde-netzes erforderlich sind. Zu den Vorrichtungen rechnen Masten, Stützen und Kabel. „Nein“, sagte Frau Bissig, „jetzt ist es mit meiner Ruhe vorbei. Tag und Nacht das Gebimmel in meinem Hause und dann sicher noch so eine Stange in meinem schönen Garten; da mache ich nicht mit!“ Dr. Schmerzlos bat unseren BTrf um Hilfe. Nach einer Stunde schwierigen Verhandeln unterschrieb sie, als ihr versichert worden war, daß sie den Wecker in ihrer Wohnung nicht hören werde, daß nur ein paar Isolatoren an ihrem Hause angebracht werden sollten, da die Stange auf die Straße gesetzt werden könne, und daß die Innenleitungen das Aussehen der Wohnung nicht herabsetzen würden. Ein Glück, daß es noch so abging, denn weder Dr. Schmerzlos noch die Post hätten die Witwe Bissig zur Unterschrift zwingen können. Notfalls hätte sich der Doktor an das Gericht wenden müssen.

Da einerseits die Anträge auf Herstellung in der Reihenfolge des Eingangs erledigt werden, andererseits für das ON Neustadt keine Anträge mehr vorlagen, konnte der von der Fernsprechanmeldestelle in Großmund an das FBA erteilte Bauauftrag auf Herstellung des H sogleich bearbeitet werden. Ein paar Tage später begannen wir mit der Einrichtung im Hause der Witwe Bissig. Wir durften es natürlich nicht mit ihr verderben. Besonders mußten wir aufpassen, daß die unter Putz geführten Licht-, Gas- und Wasserleitungen nicht beschädigt wurden. Wir wandten uns an Dr. Schmerzlos als Fernsprechteilnehmer, der von dem Architekten die Zeichnungen, aus denen alles zu ersehen war, zur Hand hatte.

VI. Deutsch

Lösungen aus dem Lehrbrief 9

Übung Seite 35: So lautet die richtige Mehrzahlform:

Im Park luden zahlreiche **Bänke** zum Ausruhen ein. — Die **Strauße** liefern uns die Straußenfedern. — Im Schaufenster waren moderne **Halstücher** und preiswerte **Tuche** für Anzüge und Mäntel ausgestellt. — Dem Geburtstagskind wurden kostbare **Blumensträuße** geschenkt — „Fritz, hole einmal die passenden **Muttern** für die Schrauben!“ sagte der Vorarbeiter. — 38 000 **Mütter** wurden 1951 durch die Heuß-Knapp-Stiftung in die Erholung geschickt. — Die Zechen suchen immer noch **Bergleute** zur Einstellung. — Mehrere **Zimmerleute** errichten den Dachstuhl. — Der Verein reisender **Kaufleute** hielt eine Sitzung ab. — Spökenkieker (Gespensterseher) haben oft seltsame **Gesichte**. — Die Betrogenen machten lange **Gesichter**. — In den Großstädten vermitteln die **Banken** das Geldgeschäft.

Übung Seite 36:

Wohnung des Postinspektors Koch —
Postinspektor Kochs Wohnung,
Politik des Bundeskanzlers Dr. Adenauer —
Bundeskanzler Dr. Adenauers Politik.
Vorträge des Lehrgangleiters Müller —
Lehrgangleiter Müllers Vorträge.
Predigt des Pfarrers Kuhlmann —
Pfarrer Kuhlmanns Predigt.
Besuch des Bundespostministers Dr. Balke —
Bundespostminister Dr. Balkes Besuch.
Frühlingsgedichte des Dichters Ludwig Uhland —
Dichter Ludwig Uhlands Frühlingsgedichte.
Verteidigung des Rechtsanwalts Dr. Schulze —
Rechtsanwalt Dr. Schulzes Verteidigung.

Übung Seite 36: Großer oder kleiner Anfangsbuchstabe? So ist es richtig:

Im Angesichte seiner Heimatstadt verließ den jungen Heimkehrer die **K**raft. Rührung überwältigte ihn **a**ngesichts des Vaterhauses. Der Bürgermeister entbot ihm **n**amens der Stadt den Willkommgruß und übergab ihm **l**aut Beschluß der Stadtvertretung eine Heimkehrerspende. Da lebte er sich **d**ank der liebevollen Aufnahme schnell wieder ein. Dafür bezeigte er

allen Nachbarn seinen **D**ank. Von **s**eiten seiner früheren Firma wurde er **z**wecks Wiedereinstellung vorgeladen. So kam er trotz mancher Widerstände schnell in Arbeit und Brot. Seinen **M**angel an Erfahrung suchte er **m**ittels größeren Eifers wettzumachen.

Übung Seite 37:

Wann stehst du **m**orgens auf? Wann beginnt am **M**orgen der Dienst? Was hast du für **S**onntag vor? Bleibst du **s**onntags zu Hause? Wann ist **m**ittags Arbeitspause? Ißt der Bautrupp zu **M**ittag? **U**m wieviel Uhr am **N**achmittag ist Arbeitsschluß? Was hast du für **S**amstag **n**achmittag vor? Gehst du **D**ienstag zum Schwimmen? Warum fehltest du am **D**onnerstagnachmittag im Lehrgang? **W**o verbringst du den **A**abend? Wann gehst du **a**bends schlafen? **W**o warst du gestern **a**abend? Ich wünsche, ich könnte **h**eute **n**acht ruhig schlafen!

Übung Seite 40:

Erwin **h**at den Brief beantwortet. Der Brief **i**st beantwortet. Er **h**at lange geschwankt. Wie ein Kranker **i**st er ins Zimmer geschwankt. Wir **h**aben uns verlaufen. Wir **s**ind weit gelaufen. Karl **i**st in die Stadt geeilt; er **h**at sich sehr beeilt. Die Wandergruppe **h**at im Fluß geschwommen; aber nur einige Jungen **s**ind durch den Fluß geschwommen. Es **h**at lange geregnet; die Ernte **i**st verregnet. Alle Teilnehmer **h**aben den Rat des Leiters befolgt; sie **s**ind seinem Rate gefolgt. Das Olympische Feuer **h**at alle Tage gebrannt. Das Haus **i**st vollständig ausgebrannt. Gestern abend **b**in ich erst spät eingeschlafen; doch **h**abe ich gut geschlafen. Fritz **h**at das Lehrbuch aufgeschlagen. Der Preis **i**st um zehn Pfennig aufgeschlagen. Das Kind **i**st in den Graben gefallen. Die Vorstellung **h**at mir nicht gefallen.

Übung Seite 41:

Niemand ist zum **L**ernen zu alt. Wer das **L**ügen leidet, lehrt das **S**tehlen. Mit **S**ingen und **K**lingen begab sich die Lehrlingsgruppe auf die Wanderfahrt. Sportliche Jugend geht zum **T**urnen, zum **S**chwimmen und zum **P**addeln. In den Geschäftshäusern herrscht in den Tagen des Ausverkaufs ein reges **L**eben und **T**reiben, ein stetes **K**ommen und **G**ehen. Dem **K**aufen geht ein langes **P**rüfen und **U**berlegen voraus. Der **A**ppetit kommt beim **E**ssen. **E**ssen und **T**rinken hält **L**eib und **S**eele zusammen. **R**eden ist **S**ilber und **S**chweigen ist **G**old.

VII. Rechnen

Lösungen aus dem Lehrbrief 9

Übung Seite 42:

1. a) $\frac{5}{7}, \frac{11}{20}, \frac{12}{12} = 1$

b) $5\frac{6}{7}, 11\frac{18}{12} = 12\frac{1}{2}, 15\frac{15}{11} = 16\frac{4}{11}$

c) $\frac{31}{20} = 1\frac{11}{20}, \frac{11}{14}, \frac{7}{6} = 1\frac{1}{6}$

d) $5\frac{17}{12} = 6\frac{5}{12}, 15\frac{11}{10} = 16\frac{1}{10}, 11\frac{29}{24} = 12\frac{5}{24}$

2. a

13	3	120
4	90	
6	5	100
6	100	
9	1	15
8	15	
2	8	64
15	64	
29	269	29
30	120	120
		$= 2\frac{29}{120}$

Wie a sind auch die anderen Aufgaben zu rechnen.

	Hauptnenner:	Ergebnis:
b	180	$74\frac{119}{180}$
c	180	$218\frac{27}{60}$
d	72	$315\frac{2}{9}$
e	108	$285\frac{41}{108}$

3. Bärbel ist $10\frac{1}{4}$, Renate $11\frac{2}{3}$ Jahre alt.

4. Der Urlauber hat an den vier Tagen $90\frac{19}{20}$ km zurückgelegt.

5. Die Kisten wogen insgesamt $145\frac{17}{60}$ kg.

Übung Seite 45:

1. a) $\frac{2}{11}, 13\frac{3}{8}, 39\frac{5}{13}, \frac{2}{5}, 14\frac{4}{17}$

b) $8\frac{5}{7}, 11\frac{4}{5}, 3\frac{3}{4}, 20\frac{5}{6}, 49\frac{7}{30}$

c) $\frac{5}{12}, 9\frac{2}{15}, 5\frac{23}{90}, 6\frac{5}{8}, 4\frac{17}{30}$

2. Emil hat $4\frac{1}{4}$ DM zu zahlen.

3. Renate ist $12\frac{11}{12}$ Jahre oder 12 Jahre und 11 Monate alt.

4. Bestand: $44\frac{7}{20}$ DM, $238\frac{7}{10}$ DM, $1155\frac{7}{10}$ DM.

5. Von den 32 m Stoff wurden $26\frac{19}{20}$ m verkauft. Der Rest betrug mithin $5\frac{1}{20}$ m.

6. Der Gewinn betrug a) $1\frac{3}{20}$ DM, b) $1\frac{9}{10}$ DM,

c) $2\frac{1}{2}$ DM, der Verlust d) $1\frac{7}{20}$ DM, e) $1\frac{4}{5}$ DM.

Übung Seite 48:

1.	a	b	c	d
	$\frac{4}{3}, \frac{3}{5}$	$\frac{2}{2}, \frac{2}{5}$	$\frac{1}{4}, \frac{1}{2}$	$\frac{11 \times 15}{2 \times 4} = \frac{165}{8} = 20\frac{5}{8}$
	$\frac{3}{5}, \frac{3}{5}$	$\frac{2}{6}, \frac{2}{3}$	$13\frac{1}{3}$	$\frac{8 \times 8}{9 \times 5} = \frac{64}{3} = 21\frac{1}{3}$
	$\frac{5}{5}, \frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}, \frac{1}{4}$	$\frac{3}{9}, \frac{3}{5}$	$\frac{46 \times 9}{11 \times 10} = \frac{414}{5} = 82\frac{4}{5}$

2. Die Hausfrau kauft in der Woche $5\frac{1}{4}$ l, im Monat $22\frac{1}{2}$ l Milch.
3. 50 Schritte = 40 m, 300 Schritte = 240 m, 1000 Schritte = 800 m.
4. 2 kg Wurst kosten $11\frac{1}{5}$ DM, $4\frac{1}{2}$ kg $25\frac{1}{5}$ DM und 9 kg $50\frac{2}{5}$ DM.
5. FBHandw Müller zahlt für den Stoff 100 DM, für die Zutaten 25 DM, insgesamt 125 DM.

