

Fernlehrgang



UBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Hauptvorstand Frankfurt/Main • Verlag: Deutsche Post

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

Lehrbrief 5

FEBRUAR 1954

Inhalt des Lehrbriefes

Seite

I. Fernmeldebau

A. Oberirdischer Fernmeldebau

1. Wir bauen eine oberirdische Anschlußlinie

c) Der Bau der Linie 2

II. Grundlagen der Elektrotechnik

D. Fließende Elektrizität 17

III. Fernmeldetechnik

A. Fernsprech-Apparatteile und Zusatzeinrichtungen

5. Der Kurbelinduktor 34

6. Der Wechselstromwecker 36

VI. Deutsch

4. Der zusammengesetzte Satz

a) Die Satzverbindung 43

VII. Rechnen

Lösungen zu den Aufgaben im 4. Lehrbrief 47

I. Fernmeldebau

A. Oberirdischer Fernmeldebau

1. Wir bauen eine oberirdische Anschlußlinie

c) Der Bau der Linie

Im Lehrbrief 4 haben wir den UEVs für Anschlußleitungen (UEVs-AI) Bauart 1930 beschrieben. Dieser hat, wie wir wissen, konstruktive Mängel, und schon lange vor dem Kriege wurden Vorschläge für eine Neukonstruktion gemacht. Der alte Kasten ist vor allem empfindlich gegen Feuchtigkeit, die sich in Form von Kondenswasser in den Doppelwänden und im Sicherungsraum niederschlägt und ein schnelles Verrosten herbeiführt. Dadurch treten Isolationsmängel auf, die Störungen verursachen.

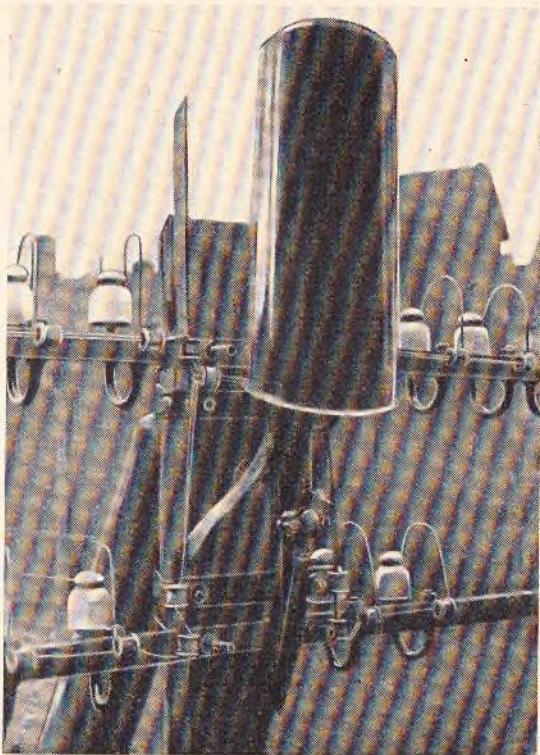


Abb. 66

UEVs-AI, Bauart 1950

Das FTZ hat nun auf Grund von Anregungen und Verbesserungsvorschlägen von Angehörigen der Verwaltung und Lieferfirmen einen neuen UEVs entwickeln lassen.

Der UEVs-AI, Bauart 1950

wird zu 5 und 10 DA hergestellt. Über das einwandige Gehäuse ist eine **Blechhaube** geschoben (Abb. 66). Diese schützt den UEVs vor unmittelbaren Witterungseinflüssen. Das **Luftpolster** zwischen Haube und Gehäuse des UEVs verhindert starke Temperaturschwankungen

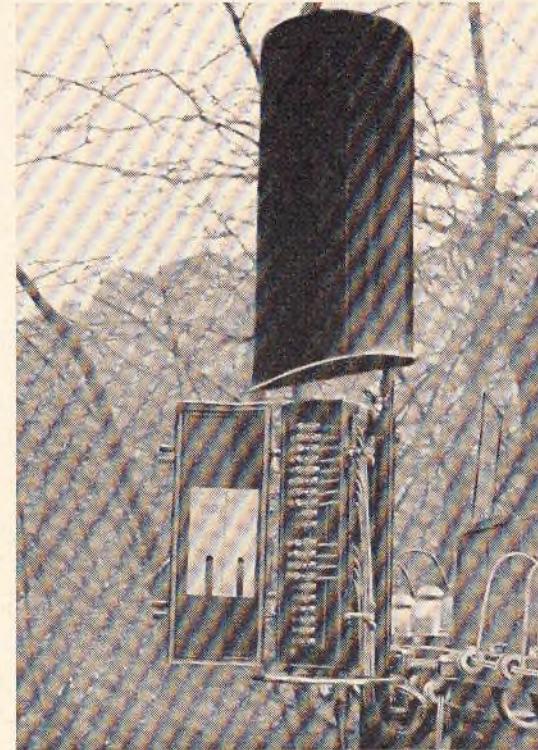


Abb. 67

und damit Feuchtigkeitsniederschläge an den Sicherungsplatten. Die Haube läßt sich an einem **Führungsstab** hochschieben und in diesem Zustand wie in der Ruhelage mit Flügelschrauben aus Messing festlegen (Abb. 67). Der UEVs ist an einer **Halteschiene** aus U-förmig gepreßtem Stahlblech von 3 mm Stärke mit zwei Sechskantschrauben angeschraubt. Diese Halteschiene wird mit zwei Befestigungsstücken

und Ziehbändern am Mast befestigt (Abb. 66). Die **Kabelzuführung** wird geschützt durch die Halteschiene. Das Gewicht des Erdkabels wird dadurch abgefangen, daß die Bewehrungsdrähte in einer an der Halteschiene befestigten **Konusklemme** festgeklemmt werden (Abb. 66). Diese Anordnung verhindert Bleimantelbrüche am Löt- wulst, die sonst häufig durch das Eigengewicht des Kabels und durch Festhalten des Entstörers am Kabel verursacht wurden. Die **Erd- leitung** aus Bandstahl wird mit einer Messingschraube unterhalb des UEVs an der Halteschiene angeschraubt.

Der UEVs hat zwei Innenräume: einen **Kabelabschlußraum** und einen **gemeinsamen Sicherungs- und Schaltraum** (Abb. 68). Die Schalt- drähte, z. B. YYU-Drähte, werden im Sicherungs- und Schaltraum an **Schraubklemmen** angeklemt und durch die seitlichen Öffnungen (Schaltleiste) nach unten über einen **Führungsbügel** (Abb. 67) und weiter in der bekannten Weise über die Isolierrollen zu den Isola-

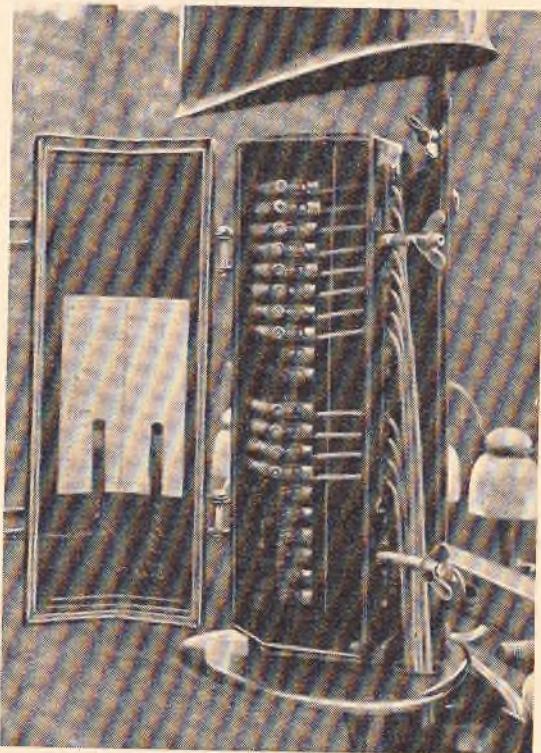


Abb. 68

Sicherungs- und Schaltraum des UEVs-AI, Bauart 1950

toren geführt. Schraubklemmen an Stelle von Lötstiften hatten sich die Praktiker schon immer gewünscht. **Rohrdrähte** können durch eine Öffnung im Gehäuseboden (Abb. 68 im Gehäuseboden rechts) ein- geführt werden. Außerdem befindet sich hier eine wannenartige Ver- tiefung mit einer Abflußtülle, um Kondenswasser abzuleiten. Die Grobsicherungen lassen sich ohne Sicherungszange mit der Hand einsetzen und wieder herausnehmen.

Die Tür zum gemeinsamen Sicherungs- und Schaltraum besteht aus 2 mm starkem Stahlblech mit kräftigen Scharnieren aus Stahl und Scharnierbolzen aus Messing (Abb. 68). Verschlossen wird die Tür mit zwei Gelenkflügelschrauben mit unverlierbaren Flügel- muttern aus Messing. Im Innern der Tür ist ein **Halter zum Auf- bewahren der Schaltkarte** vorgesehen.

Alle Eisenteile sind mit einem gut deckenden Rostschutzanstrich und einem dunkelgrünen Deckanstrich, die im Ofen gebrannt werden, überzogen. Die Blechhaube schützt den UEVs vor unmittelbaren Witterungseinflüssen. Sie kann wegen ihrer glatten Oberfläche leicht gestrichen und auch ohne Schwierigkeiten gegen eine neue aus- gewechselt werden.

Die Einführung des neuen UEVs ist sehr zu begrüßen. Wir sind überzeugt, daß damit die Störungen an dem „schwächsten Punkt“ unseres Kabelnetzes wesentlich zurückgehen werden.

Wir bauen die Linie abschnittsweise weiter bis zur Siedlung Tannenberg, d. h., es wird immer eine Reihe von Masten gesetzt und mit Verstärkungsmitteln, Querträgern, Stützen und Isolatoren aus- gerüstet, damit die Baustrecke nicht zu lang wird. Mit diesen Arbeiten wollen wir uns nicht mehr befassen. Wir haben sie bereits beschrieben. Jetzt wollen wir uns den Arbeiten widmen, die wir noch nicht kennengelernt haben.

Wir bringen die Anker an

An den Masten 14 bis 17 bringen wir Anker an. Wichtig ist, daß der Anker im Boden einen festen Halt findet. Das Loch für den Ankerklotz wird so gegraben, daß **der Klotz sich gegen gewachsenen Boden lehnt**. Die Tiefe hängt von der Bodenart ab. Wir graben die Ankerlöcher auf der anderen Grabenseite (Straßenseite) in der Böschung mindestens 1 m tief und lagern den Betonklotz mit dem 2,15 m langen Ankerstab mit Vorlegeplatte, wie aus Abb. 69 ersicht- lich, im Erdboden. Dabei wird für den Rundeisenstab nur ein schmaler Schlitz (Einschnitt) eingestochen. Beim Zufüllen des Loches wird der Boden gestampft. Auf das aus dem Boden herausragende Gewindeende des Ankerstabes schrauben wir ein Spannschloß auf. Die Gewinde von Spannschloß und Anker ölen wir vor dem

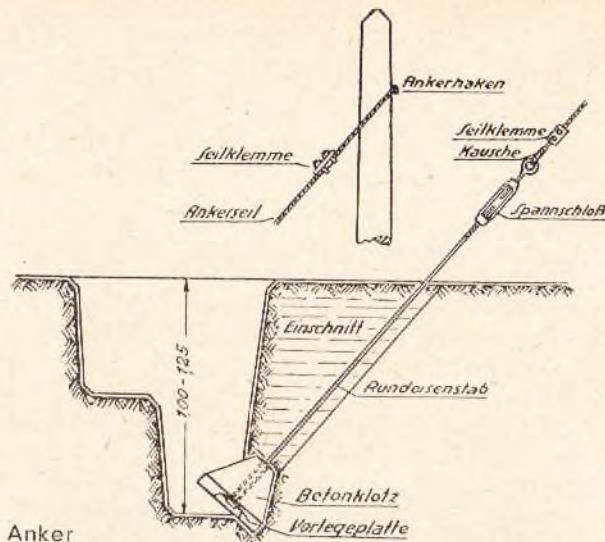


Abb. 69 Anker

Zusammenschrauben gut ein, damit sie nicht einrosten. Nun legen wir das obere Ende des Ankerseiles zwischen dem 1. und 2. Querträger um den Mast und schließen es mit einer Seilklemme zur Schlaufe

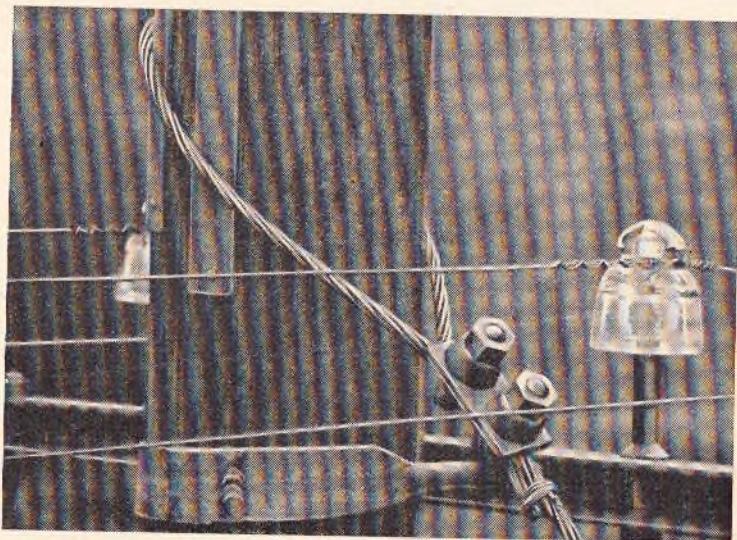


Abb. 70 Ankerschlaufe mit Schutzstreifen aus Bandeisen

(Abb. 70). Der Ankerhaken soll das Abrutschen des Seiles verhindern. Wenn bei stark belasteten Gestängen das Holz des Mastes von dem Ankerseil eingeschnitten werden könnte, schützen wir die Druckstellen des Seiles am Mast mit Streifen aus Bandeisen. In unserem Fall ist das nicht erforderlich. Das andere Ende des Ankerseiles stecken wir zusammen mit einer Kausche durch das Auge des Spannschlusses, legen es in die Vertiefung der Kausche und be-

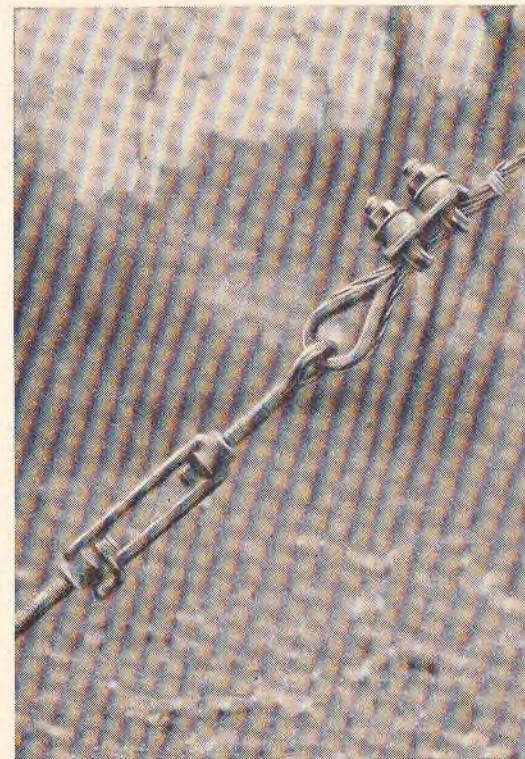


Abb. 71

Spannschloß mit Drahtsicherung

festigen es mit einer Drahtseilklemme (Abb. 71). Die Drahtseilklemme besteht aus einer schmiedeeisernen Klemmplatte mit zwei Öffnungen, durch die von unten her je eine Klemmöse gesteckt wird. Über die Schraubengewinde der Klemmösen wird ein Stützring geschoben, darauf eine Scheibe gelegt und eine Mutter aufgeschraubt. Beim Anziehen der Muttern wird das doppelt durch die Klemmösen gesteckte Drahtseil gegen die Klemmplatte gepreßt und

so unverrückbar festgehalten. Das Ende des Drahtseiles wird nicht zu dem sogenannten „Bubikopf“ umgebogen, sondern abgebunden. Viele BTrf lassen allerdings die einzelnen Drähte umbiegen, damit sich das Drahtseil nicht aus der Seilklemme herausziehen kann. Diese Begründung ist bei einem ordnungsmäßig hergestellten Ankerbund nicht stichhaltig.

Wir spannen das Ankerseil straff, indem wir das Spannschloß so drehen, daß sich Ankerstab und Spindel in das Spannschloß hineinschrauben. Um ein Lockern des Ankers durch Unbefugte zu verhindern, wird der Rundeisenstab durch einen 4 mm starken Stahldraht am Spannschloß festgebunden (Abb. 71). Das Ankerseil soll straff gespannt sein, darf den Mast aber nicht schiefeziehen. Wird ein Anker bei stark belasteten Masten (mehr als 4 Querträgern) der besseren Wirkung wegen oben am Mast mitten im Querträgerfeld befestigt, muß das Seil so zwischen den Leitungsdrähten hindurchgeführt werden, daß es diese — selbst bei Wind, starkem Schneefall oder Vereisung — nicht berührt. Wir verwenden dazu eine **Ankerstütze** in der aus Abb. 72 ersichtlichen Weise.

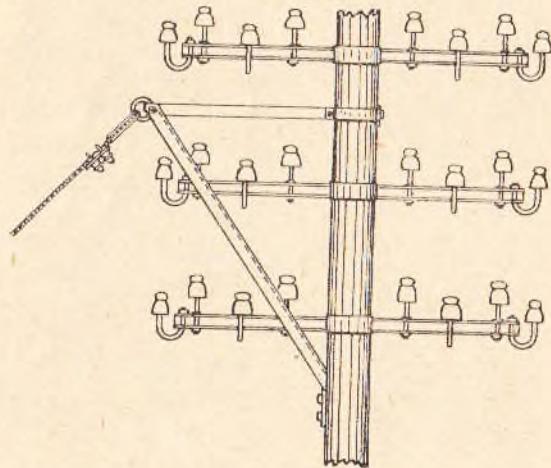


Abb. 72 Ankerstütze

Wir bauen den Regel-Abspannmast (Linienfestpunkt)

Mast 22 wird als Linienfestpunkt ausgebaut. Er erhält zwei Linienstreben und eine Ankerstrebe. Die Linienstreben werden in der Linienrichtung in der Mitte des Querträgerfeldes, hier zwischen dem 1. und 2. Querträger, angebracht. Keineswegs darf der Ansatzpunkt unterhalb des 2. Querträgers liegen. Der Mast könnte sonst bei zu

großer Belastung an dieser Stelle brechen. Die Streben dürfen nicht zu weite Auslagen haben, weil sonst die Knickgefahr zu groß würde und wir deshalb eine längere Strebe wählen müßten. Wir setzen die Streben in einem Winkel von etwa 30 Grad und verwenden dazu 8 m lange Masten. Das Zopfende arbeiten wir in der bekannten Weise mit dem Hohldechsel aus und verbinden die Streben mit dem Mast und untereinander mit 2 durchgehenden Schraubenbolzen (Abb. 73).

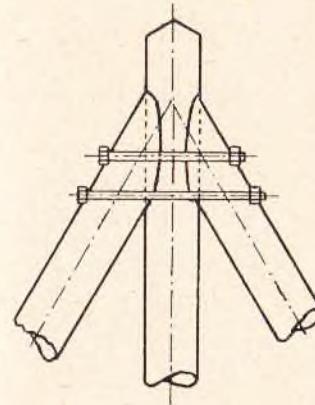


Abb. 73

Befestigung der Linienstreben

Die auf die Streben einwirkenden Zug- und Druckkräfte müssen abgefangen werden. Bei Belastung darf die auf Zug beanspruchte Strebe nicht herausgezogen und die mit Druck belastete nicht in den Boden hineingedrückt werden. Wir bringen deshalb am Fußende der Streben Mastabschnitte an, an jede Strebe zwei etwa 50 cm lange Hölzer, und verbinden sie mit einem durchgehenden Schraubenbolzen 30 cm oberhalb des Strebenfußes (Abb. 74). Die Mastabschnitte lassen wir entsprechend ihrer Rundung etwa 3 cm tief in die Streben ein und erreichen damit eine bessere Befestigung.

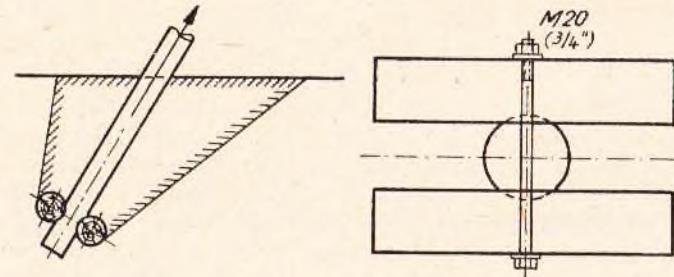


Abb. 74 Fußpunkt einer Linienstrebe

Die Ankerstrebe bringen wir senkrecht zur Linie unter dem untersten Querträger an und setzen den Fußpunkt in die Grabenböschung, also auf der den vorherrschenden Winden abgekehrten Seite. Wir befestigen sie, wie schon im Lehrbrief 4 gesagt, mit einem Schraubenbolzen am Mast. Die Sicherung im Erdboden gegen Druck

und Zug erfolgt ebenso wie bei der Linienstrebe mit zwei am Fußende der Strebe befestigten Mastabschnitten.

Einzelheiten über die Abmessungen und den Zusammenbau der Regel-Abspannmaste sind nötigenfalls aus dem beim BTrf oder BzBf vorliegenden Sonderdruck „Regel-Abspannmaste (Linienfestpunkte) für den Fernmelde-Freileitungsbau“ zu ersehen.

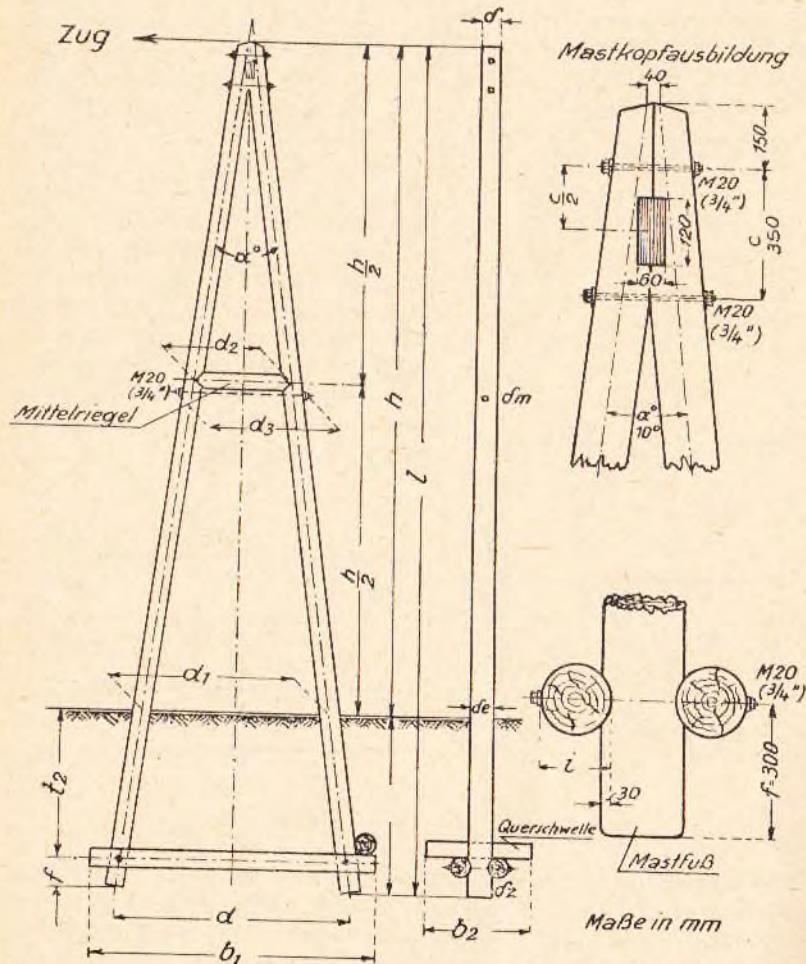


Abb. 75 Bauzeichnung für Regel-A-Mast

Wir bauen den A-Mast

Mast 28 wird als A-Mast gebaut (Abb. 75). Das erfordert viel Überlegung. Das als rechteckige Grube auszuhebende Loch wird so angelegt, daß der Mast im Winkelpunkt nach der Winkelhalbierenden aufgestellt werden kann. Es muß also die durch beide Mastachsen gezogene Linie mit der Winkelhalbierenden zusammenfallen. Die Breite, Länge und Tiefe des Loches richtet sich nach der Größe des Mastes. Wir stellen einen „A-Mast 8×18/10“ auf, das heißt, daß die Mastlänge 8 m beträgt, der Fußdurchmesser 18 cm und der Spitzenwinkel 10 Grad sind. Die nachstehend angegebenen Maße für die einzelnen Mastteile usw. haben wir dem ebenfalls bei den Baudienststellen vorliegenden Sonderdruck „Regel-A-Maste für den Fernmelde-Freileitungsbau“ entnommen. Wir nehmen dazu Abb. 75 zur Hand.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Spitzenwinkel | $\alpha = 10^\circ$ |
| 2. Mastlänge im ganzen | $l = 8,00 \text{ m}$ |
| 3. Mastlänge über Erde | $h = 6,30 \text{ m}$ |
| 4. Spreizung in Mitte Zange | $d = 1,39 \text{ m}$ |
| 5. Spreizung an der Erdoberfläche | $d_1 = 1,14 \text{ m}$ |
| 6. Spreizung in Mitte Mittelriegel | $d_2 = 0,59 \text{ m}$ |
| 7. Länge des Bolzens für den Mittelriegel | $d_3 = 0,80 \text{ m}$ |
| 8. Mastdurchmesser am Zopf | $\delta = 14,0 \text{ cm}$ |
| 9. Mastdurchmesser in Mitte Knicklänge | $\delta_m = 16,7 \text{ cm}$ |
| 10. Mastdurchmesser an der Erdoberfläche | $\delta_e = 18,4 \text{ cm}$ |
| 11. Mastdurchmesser in Mitte Zange | $\delta_z = 19,4 \text{ cm}$ |
| 12. Eingrabetiefe bis Fußende | $t_1 = 1,70 \text{ m}$ |
| 13. Eingrabetiefe bis Mitte Zange | $t_2 = 1,40 \text{ m}$ |
| 14. Durchmesser der Zangen | $i = 15,0 \text{ cm}$ |
| 15. Länge der Zangen | $b_1 = 2,70 \text{ m}$ |

Während zwei Mann das Mastloch in einer der Zange entsprechenden Länge von 3,00 m, Breite von 0,70 m und Tiefe von 1,50 m ohne Stufen auswerfen, zimmern Franz Strack und Heinrich Korte den A-Mast nach den oben angegebenen Maßen. Sie achten darauf, daß die Zange dem Loch zugekehrt wird. Wo die Mastfüße zu stehen kommen, werden noch Vertiefungen von 0,20 m ausgehoben. Der Mastkopf wird nach Abb. 75 gebaut. Dabei werden die beiden

Schenkel fast bis zur Hälfte ihres Durchmessers — genau $\frac{\delta}{2} + 20 \text{ mm}$ — geschwächt, wobei die Berührungsflächen oben 500 mm lang werden. In die Berührungsflächen wird mit je 30 mm Tiefe ein Hartholzdübel genau und stramm eingepaßt. Der Mastkopf wird durch diesen Dübel gegen Verschieben der Schenkel versteift. Der Hartholzdübel hat für alle A-Masten die gleiche Größe 60×120 mm. Durch Schraubenbolzen werden die Masten verbunden.

Die Stirnflächen des Mittelriegels werden mit dem Hohldechsel ausgekehlt und in der halben freien Masthöhe zwischen die beiden Mastschenkel eingesetzt. Darunter ziehen wir einen Schraubenbolzen ein, der den Riegel in seiner Lage festhalten soll. **Wir achten darauf, daß die beiden Mastschenkel weder durch den Riegel nach außen noch durch den Zug des Schraubenbolzens nach innen durchgebogen werden.** Ein Durchbohren des Riegels in seiner Längsrichtung kommt hier ebensowenig wie beim Endmast für eine Kabelführung in Frage.

Für den Fußpunkt des A-Mastes verwenden wir Rundholzspannen. Sie sind so bemessen, daß für die gebräuchlichsten A-Masten bei normalen Bodenverhältnissen und bei Einhaltung der in der Tabelle angegebenen Eingrabetiefen keine Querswellen benötigt werden. Bei leichtem Boden oder starker Belastung ist, wenn die Standsicherheit durch die Rundholzspannen allein nicht erreicht wird, zusätzlich eine Querschwelle von 15 cm Durchmesser und etwa 1 m Länge auf der Zugseite des A-Mastes anzubringen. Wir können hier in mittlerem Boden auf die Querschwelle verzichten.

Beim Aufrichten des A-Mastes werden zwei Gleitbretter an die gegenüberliegende senkrechte Seite des Loches gestellt und die beiden Mastenden über das Loch gelegt. Der Mastkopf wird angehoben und das Aufrichten mit Mastgabeln oder Leitern unterstützt. Der stehende Mast wird zur Linie und nach der Winkelhalbierenden ausgerichtet. Dann stampfen wir den Boden beim Verfüllen sehr sorgfältig fest.

An erster Stelle am A-Mast bringen wir den Querträger mit einem Ziehband von 220 mm an, an zweiter Stelle einen Querträger für A-Masten für 4 Doppelleitungen. Dieser wird mit Schraubenbolzen am Mast befestigt.

Das Anbringen von Ankern oder Streben ist an einem ordnungsmäßig hergestellten A-Mast zur Erhöhung der Standsicherheit nicht erforderlich und daher zu unterlassen.

Wir setzen den Prellpfahl

Als **Prellpfahl** (s. Abb. 12 im Lehrbrief 1) graben wir einen kräftigen Mastabschnitt von 15 cm Durchmesser etwa 90 cm tief vor Mast 29 ein, das obere Ende mit einem Abstand von etwa 10 cm vom Mast, damit sich Stöße nicht auf den Mast übertragen.

Wir bringen die Hakenstützen an

Der weitere Ausbau der Linie verläuft dank der sorgfältigen Auskundung planmäßig und bereitet keine Schwierigkeiten (s. Lehrbrief 1, Seite 17 bis 19). Die im Heideweg aufzustellenden Masten

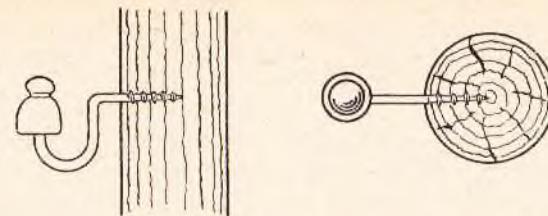


Abb. 76 Anbringen einer Hakenstütze

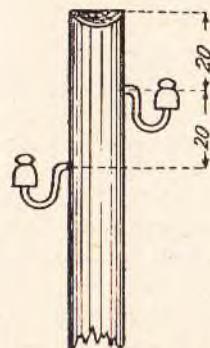


Abb. 77

Anordnung
der Hakenstützen

werden mit Hakenstützen ausgerüstet. Diese schrauben wir bereits vor dem Aufrichten der Masten ein. Die Stützenlöcher bohren wir mit dem Stützenbohrer auf etwa drei Viertel der Schraubenlänge senkrecht zur Mastachse (Abb. 76). Der Durchmesser des Loches darf nicht zu groß sein, damit das Gewinde beim Eindrehen in das gewachsene Holz einschneidet und so fest sitzt, daß die Stütze auf Zug beansprucht werden kann. Vor dem Einschrauben ist das Bohrloch mit Karbolineum zu tränken. Die erste Hakenstütze bringen wir 20 cm unterhalb des Zopfendes an, die zweite 20 cm tiefer auf der gegenüberliegenden Seite (Abb. 77). Besteht Aussicht, daß in absehbarer Zeit noch mehr Leitungen gezogen werden müssen, so bringen wir gleich Querträger an.

Wir ziehen den Leitungsdraht

Leitungsdraht, einerlei, ob es sich um Bronze-, Hartkupfer- oder Stahldraht handelt, gehört zu dem wertvollen FBZ, das gegen Diebstahl geschützt werden muß. Deshalb nehmen wir nur den täglich erforderlichen Draht mit auf die Baustelle. Hier muß er stets unter Aufsicht und Verschuß gehalten werden; er darf keineswegs unbeaufsichtigt auf dem BTr-Lkw liegen.

Als **Leitungsdraht** verwenden wir **Stahldraht I von 2 mm Durchmesser**, weil die Luft hier im ländlichen Gebiet frei von chemischen Einflüssen ist, die den Draht zersetzen könnten (s. Lehrbrief 2, Seite 13). Der Draht wird auf einen Drahtspindel gelegt, der von zwei Mann die Baustrecke entlang getragen wird, wobei sich der Draht abwickelt. Begonnen wird mit dem Ende, das plombiert ist. Der Draht wird auf der Seite der Linie ausgezogen, auf der die Leitung auf dem Querträger zu liegen kommt. **Beim Abwickeln achten wir darauf, daß keine Schleifen und Knicke entstehen und**

die Zinkhaut nicht durch Schleifen auf steinigem Boden verletzt wird.

Auch dürfen die Windungen nicht nacheinander abgehoben werden, weil dadurch der Draht verdreht und durch die entstehenden Knicke die Bruchgefahr erhöht wird. Beim Auslegen entlang den Straßen und an Wegekrenzungen ist dafür zu sorgen, daß keine Unfälle verursacht und alle zum Schutze des Verkehrs notwendigen Maßnahmen getroffen werden. Wir stellen Warnposten mit roter Flagge auf, die den Draht mit langen Stangen hochhalten und Personen und Fahrzeuge warnen. Am besten wird hier der Draht gleich hochgebracht und an den Stützen behelfsmäßig festgebunden.

Wir verbinden die Drähte miteinander

Die Leitungsdrähte werden vor dem Hochlegen auf den Querträger durch Drahtverbindungshülsen miteinander verbunden. **Wir verwenden Aluminiumhülsen**, während Kupfer- mit Bronzedraht und Kupfer- mit Stahldraht durch Kupferhülsen verbunden werden. Die Verbindungsstellen von Stahl- und Kupferdrähten werden mit Asphaltlack angestrichen, der sie vor Feuchtigkeit schützt. Die hier zusammentreffenden verschiedenartigen Metalle würden sonst beim Hinzukommen von salzhaltigem Wasser als Elektrolyt (Leiter) ein Element bilden und Drähte und Hülse chemisch zersetzen. **Die Hülsenverbindungen werden mit größter Sorgfalt hergestellt**, weil mangelhafte Verbindungsstellen häufig die Ursachen von Kontaktfehlern (zeitweiligen Unterbrechungen) oder Widerstandsänderungen sind, die die Übertragungsgüte der Leitungen erheblich beeinträchtigen. Die Drahtenden werden deshalb metallisch blank gemacht. Gebraucher Draht ist mit feinem Schmirgelpapier zu säubern, keineswegs aber mit dem Messer blank zu kratzen.

Die zu verbindenden Drahtenden werden von jeder Seite so tief in die Hülse gesteckt, daß sie 5 mm vom entgegengesetzten Ende entfernt bleiben. Die Mitte der Hülse wird nun mit einer Kluppe festgehalten (s. Lehrbrief 2, Abb. 36a). Mit einer zweiten Kluppe wird erst das eine und dann das andere Ende 10 bis 15 mm vom Hülsenrande gefaßt und in beiden Fällen je zweimal in der gleichen

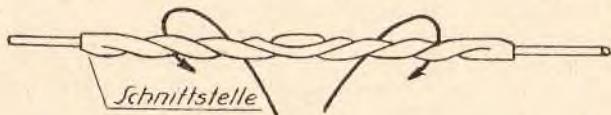


Abb. 78 Hülsenverbindung

Richtung herumgedreht (Abb. 78). Wir achten darauf, daß der Hülsenbund nicht verkrümmt wird oder an den Ansatzstellen der Kluppen einreißt. Durch diese Drehung erhalten die Drahtenden mit-

einander und mit der Hülse eine innige metallische Verbindung. Alsdann werden die nicht mit beiden Drähten ausgefüllten Enden der Hülse mit einer Beißzange schräg abgekniffen, wobei darauf zu achten ist, daß der Leitungsdraht nicht beschädigt und die Hülse an der Schnittstelle gut geschlossen wird. Abgekniffene Draht- und Hülsenreste werden nicht weggeworfen. Wir sammeln sie in der Werkzeugtasche. Sie können Verletzungen bei Menschen und Tieren verursachen. Die Reste stellen außerdem einen nicht zu unterschätzenden Rohstoffwert dar.

Merke:

1. **Das Gehäuse** des neuen UEVs-Al Bauart 1950 ist durch eine **Blechhaube** gegen Witterungseinflüsse geschützt.
2. Die zwischen Haube und Gehäuse befindliche **Luft verhindert die Bildung von Kondenswasser** im Innern des Gehäuses.
3. Der UEVs hat **einen Kabelabschlußraum** und **einen gemeinsamen Sicherungs- und Schaltraum**.
4. Die Schaltdrähte werden an **Schraubklemmen** im Sicherungs- und Schaltraum angelegt und durch seitliche Öffnungen nach unten über einen **Führungsbügel** und weiter über Isolierrollen zu den Isolatoren geführt.
5. **Rohrdrabt** wird durch eine Öffnung im Gehäuseboden eingeführt.
6. Eine an der Halteschiene befestigte **Konusklemme**, in der die Bewehrungsdrähte des Kabels festgeklemmt werden, **soll den auf dem Lötwellen lastenden Zug des Kabels abfangen**.
7. Der **Ankerklotz** aus Beton wird so eingegraben, daß er sich gegen **gewachsenen Boden** legt.
8. Die **Gewinde** von Spannschloß und Anker **ölen wir** vor dem Zusammenschrauben gut ein.
9. **Durch festes Anziehen der Muttern** wird das durch die Klemmösen der Drahtseilklemme gesteckte Ankerseil gegen die Klemmplatte gepreßt und so **unverrückbar festgehalten**.
10. Der **Rundeisenstab** wird durch einen 4 mm starken Stahldraht **am Spannschloß festgebunden**, um ein Lockern des Ankers durch Unbefugte zu verhindern.
11. Bei stark belasteten Linien wird das **Einschneiden** des Ankerseiles am Mast durch Anbringen von **Streifen aus Bandeisen** verhindert.
12. Die **Linienstreben** am Regel-Abspannmast werden in der Mitte des Querträgerfeldes angebracht.

13. Am Fußende der Streben angebrachte **Mastabschnitte** sollen die **Streben gegen Druck und Zug sichern**.
14. Die **Ankerstrebe** bringen wir senkrecht zur Linie unter dem untersten Querträger an. Wir **sichern** sie ebenfalls **gegen Zug und Druck durch Anbringen von zwei Mastabschnitten**.
Bei einem A-Mast erübrigt sich das Anbringen von Ankern oder Streben zur Erhöhung der Standsicherheit.
15. Aus den bei den Baudienststellen befindlichen **Sonderdrucken „Regel-Abspannmaste (Linienfestpunkte) für den Fernmelde-Freileitungsbau“** und **„Regel-A-Maste für den Fernmelde-Freileitungsbau“** sind alle Einzelheiten über die Abmessungen und den Zusammenbau dieser Gestänge ersichtlich.
16. **Das wertvolle FBZ, besonders Leitungsdraht, ist geschützt gegen Diebstahl zu lagern.**
17. Als **Leitungsdraht** verwenden wir **Stahldraht von 2 mm Durchmesser**.
18. Der Draht wird von einem **Drahthaspel** abgewickelt. Wir achten darauf, daß beim Abwickeln **keine Schleifen und Knicke** entstehen.
19. Das **Verbinden der Leitungsdrähte** mit Drahtverbindungshülsen **hat sehr sorgfältig zu geschehen**, weil mangelhafte Verbindungsstellen die Übertragungsgüte der Leitungen erheblich beeinträchtigen.
20. **Draht- und Hülsenreste sammeln wir** in der Werkzeugtasche.

II. Grundlagen der Elektrotechnik

D. Fließende Elektrizität

27. Supra-Leitfähigkeit

„Gut, Franz, daß du heute Zeit für mich hast. Ich möchte gern einige Fragen mit dir besprechen. Wenn das stimmt, daß der Widerstand gewisser Metalle mit fallender Temperatur immer kleiner wird, dann müßten diese Metalle ihren elektrischen Widerstand fast ganz verlieren, sofern man sie tief genug abkühlt. Das läßt auch den Gedanken aufkommen, durch einen dünnen Draht Ströme von 1000 und mehr Ampere zu jagen.“ „Ja, Heinrich, das wäre wirklich wunderbar, wenn man einen ‚tiefgekühlten‘ Draht mit unvorstellbar großem Strom belasten könnte, weil dieser Draht keinen Widerstand mehr besitzt. Wirtschaftlich gesehen wäre es eine grundlegende Umwälzung bei der Fortleitung des elektrischen Stromes. Aber dieser Gedanke hat schon 40 Jahre vor dir viele Physiker und Techniker bewegt. Der holländische Forscher Kamerlingh-Onnes entdeckte im Jahre 1911, daß gewisse Metalle ihren elektrischen Widerstand nahezu ganz verlieren, wenn man sie auf 270° C unter Null abkühlt. Kamerlingh-Onnes konnte sich die Versuche leisten, denn er war der Gründer und Leiter des großen Kältelaboratoriums in Leiden (Holland). Er war damals der Mann der tiefsten Temperaturen. Bis auf 3 Grad war er dem absoluten Nullpunkt von —273° C nahegerückt. Die absolute Temperatur ist die tiefste Temperatur, die sich physikalisch durch Rechnung ermitteln läßt. Versuche haben gezeigt, daß bei einer Temperatur von 270° C unter Null in Metallringen ein einmal eingeführter Stromstoß tagelang fließt, ohne viel abzunehmen.

Kamerlingh-Onnes nannte dieses seltsame Verhalten gewisser Metalle **Supra-Leitfähigkeit**. Die Betonung legt er aber auf **gewisse** Metalle. Ob alle Metalle einmal supraleitend werden, weiß man nicht, denn man hat den absoluten Nullpunkt noch nicht erreicht und wird ihn auch wohl schwer erreichen. Die Schwierigkeit liegt allgemein eben darin, daß man die tiefen Temperaturen erst einmal herstellen muß. Das war bisher das Vorrecht einiger beneidenswerter Forscher, die in den wenigen großen Kälte-Laboratorien der Welt arbeiten konnten.

Dem deutschen Physiker Justi gelang es, eine Metallegierung zu finden, die schon bei einer Temperatur von 252° C unter Null supraleitend wird. Man versucht, die Supra-Leitfähigkeit mit Temperaturen von weniger als —100° C (unter Null) zu erreichen. Vorläufig hat uns die Natur eines von den vielen Rätseln mehr aufgegeben, das wir zur praktischen Auswertung erst restlos lösen müssen. Wie es

auch sei: Feststeht, daß unter bestimmten Bedingungen in gewissen Metallen der Strom verlustlos kreisen kann." „Danke, Franz, für diese Erklärung. Wir wollen sehen, was uns die Zukunft bringt.“

28. Stromverzweigungen

„Nun habe ich noch eine Schwierigkeit. Mir will nicht recht in den Sinn, daß bei Parallelschaltung von Widerständen der Ersatzwiderstand dieser Kombination immer kleiner sein soll als der kleinste Einzelwiderstand.“ „Ich glaube schon, Heinrich, daß dir diese Tatsache, an der nicht zu rütteln ist, für das Verständnis einige Schwierigkeiten macht. Betrachte aber die Widerstandsschaltung einmal vom Fließen des Stromes aus. Der Gesamtstrom hat durch das Nebeneinanderschalten von weiteren Widerständen mehrere Wege zum Abfließen. Der gesamte Strom teilt sich in Teilströme auf, durchfließt die einzelnen Stromwege und vereinigt sich wieder zum Gesamtstrom. Wenn du einen Vergleich heranziehst, so stelle dir folgendes vor: Ein Zug läuft in einem Großstadtbahnhof ein. Der Menschenstrom ergießt sich aus dem Zug in die Bahnhofsvorhalle und kommt wegen des einzigen offenen und schmalen Ausgangs nur wenig voran. Die Menschen drängen sich durch die eine Ausgangsöffnung. Plötzlich werden noch zwei weitere Ausgänge geöffnet. Der Menschenstrom teilt sich auf, und nun sind die Reisenden in kurzer Zeit infolge der geringeren Hemmung (Widerstand) der drei Ausgänge durchgeschleust. Auf dem Bahnhofsvorplatz treffen sie noch einmal zusammen. So ähnlich ist es mit den elektrischen Strömen auch. Siehe hierzu auch noch den Lehrbrief 4, Seite 27 und 28.“

29. Die Kirchhoffschen Gesetze

„Lieber Heinrich, da wir gerade das Kapitel **Stromverzweigungen** angefangen haben, möchte ich dich auch mit den entsprechenden **Gesetzmäßigkeiten** der Stromverzweigung vertraut machen. Es ist

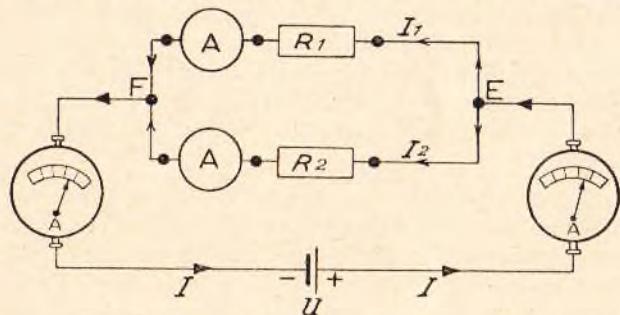


Abb. 28

dir bereits bekannt, Heinrich, daß der Strom in einem unverzweigten Stromkreis an **sämtlichen** Punkten **gleich** ist. Sobald er sich aber in Teilströme aufteilt (siehe Abb. 28) ist es anders.

An dem Verzweigungspunkt E verzweigt sich der Gesamtstrom I in die Teilströme I_1 und I_2 und fließt bei dem Punkt F wieder zu dem Strom I zusammen. Es läßt sich durch Messung mit den beiden Strommessern schnell feststellen, daß der Gesamtstrom I vor und hinter den beiden Verzweigungspunkten E und F gleich ist, denn sie haben denselben Ausschlag. Es interessiert aber, zu wissen, wie groß die beiden Teilströme I_1 und I_2 sind. Um das festzustellen, braucht man nur noch in jeden Teilstromweg ein Amperemeter einzuschalten. Das Ohmsche Gesetz gilt nun nicht nur für **unverzweigte** Stromkreise, sondern auch für **Stromverzweigungen**. Für die Anwendung des Ohmschen Gesetzes auf Stromverzweigungen hat der deutsche Physiker **Kirchhoff** 2 Sätze aufgestellt:

Der erste Kirchhoffsche Satz lautet:

In jedem Stromverzweigungspunkt ist die Summe der zu diesem Punkt hinfließenden Ströme gleich der Summe der fortfließenden Ströme.

Nach der Schaltung (Abb. 29 a) bedeutet das:

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

$$50 + 30 = 20 + 45 + 15 \text{ A}$$

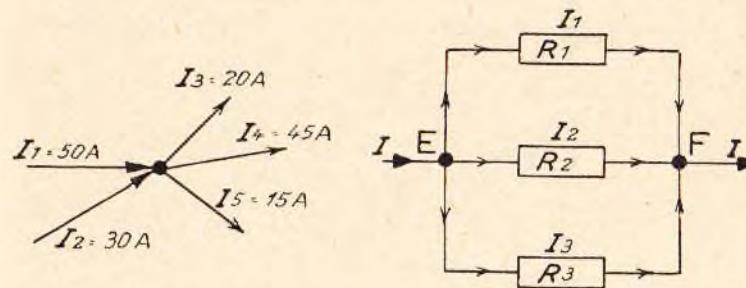


Abb. 29 a

Abb. 29 b

Man kann den ersten Kirchhoffschen Satz in dem Fall der Abb. 29 b auch so ausdrücken:

In einer Stromverzweigung ist die Summe der Teilströme gleich dem Hauptstrom.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots A$$

Wäre das nicht so, dann müßte in einem Verzweigungspunkt, dem mehr Strom zu- als abfließt, eine Stromstauung eintreten. Das ist aber nicht der Fall. — In der Abb. 28 liegen die beiden Widerstände R_1 und R_2 zwischen den beiden Punkten E und F an der gleichen Spannung U . Da nach dem Ohmschen Gesetz einmal $U = I_1 \times R_1$ und gleichzeitig dieselbe Spannung $U = I_2 \times R_2$ ist, so muß $I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$ sein.

Als Proportion geschrieben, lautet die umgestellte Gleichung dann

$$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$$

oder

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Damit haben wir schon den zweiten Kirchhoffschen Satz, der sagt:

In **nebeneinander** (parallel) geschalteten Widerständen verhalten sich die **Zweigströme umgekehrt** wie ihre zugehörigen **Widerstände**.

Mit anderen Worten ausgedrückt: Durch den Stromzweig mit dem **kleineren** Widerstand fließt der **stärkere** Strom und durch den Stromzweig mit dem **größeren** Widerstand fließt der **kleinere** Strom. Die Spannung braucht man hierbei nicht zu kennen. Wenn du jetzt noch ein Rechenbeispiel über Stromverzweigung mit mir durchrechnen willst, dann haben wir das Nötige geschafft. Sieh dir bitte die Abb. 30 an; sie ist unserer Rechenaufgabe zugrunde gelegt.

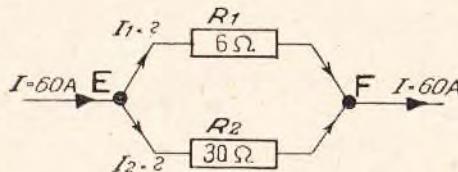


Abb. 30

Aufgabe: Zwischen den Verzweigungspunkten E und F liegen zwei Widerstände R_1 und R_2 nebeneinander. Der Gesamtstrom $I = 60$ A verzweigt sich bei dem Punkt E und fließt bei dem Punkt F wieder zusammen. Die Spannung U ist nicht bekannt. Wie groß sind die beiden Zweigströme I_1 und I_2 ?

Lösung: Nach dem ersten Kirchhoffschen Satz ist $I = I_1 + I_2$ Ampere. Nach dem zweiten Kirchhoffschen Satz verhalten

sich die Zweigströme I_1 und I_2 umgekehrt wie die Widerstände.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{30}{6} = \frac{5}{1} \text{ oder } 5 : 1;$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{5}{1} \text{ heißt nichts anderes, als daß } I_1 = 5 \times I_2 \text{ ist.}$$

Über den kleineren Widerstand R_1 fließt der Teilstrom I_1 , der 5mal so groß wie der Teilstrom I_2 ist. Da aber der Gesamtstrom $I = I_1 + I_2$ und gleichzeitig $I_1 = 5 \times I_2$ ist, wird der Gesamtstrom

$$I = 5 \times I_2 + 1 \times I_2 = 6 \times I_2$$

$$I = 6 \times I_2.$$

Wenn ich aus dieser Gleichung I_2 berechnen will, muß ich sie nach I_2 auflösen, dann wird

$$I_2 = \frac{I}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ A}$$

I_1 ist aber (siehe vorher) $= 5 \times I_2 = 5 \times 10 = 50$ A.

Durch den Widerstand R_1 , der nur $\frac{1}{5}$ des Widerstands R_2 beträgt, fließt also ein Strom I_1 , der 5mal größer ist als der Strom I_2 .

Antwort: Der Teilstrom I_1 ist gleich 50 Ampere, der Teilstrom I_2 ist gleich 10 Ampere.

Wenn wir die Probe machen, erhalten wir

$$I = I_1 + I_2$$

$$60 = 50 + 10 \text{ A}$$

Die Gleichung stimmt. Unsere Rechnung ist richtig. Du siehst mich so fragend an, Heinrich, als wenn du es doch nicht verstanden hättest. Das liegt sicherlich daran, daß dir die Umwandlung der Gleichung noch rechnerische Schwierigkeiten macht. Du wirst die Behandlung von Gleichungen in dem Kapitel 'Rechnen' noch lernen, und dann wird die obige Rechnung auch für dich verhältnismäßig einfach sein. Solange du das Umgehen mit Gleichungen noch nicht beherrscht, würde ich dir folgenden Weg aus deinem Buch 'Grundwissen' für die Ausrechnung vorschlagen:

1. Du schreibst zunächst das Verhältnis aller Widerstände hin

$$R_1 : R_2 = 6 : 30;$$

(Man spricht: R_1 verhält sich zu R_2 wie 6 zu 30) und versuchst zu kürzen (in diesem Falle mit 6).

$$R_1 : R_2 = 1 : 5$$

2. Du zählst die Verhältniszahlen zusammen und erhältst $1 + 5 = 6$. Das sind insgesamt 6 Teile, auf die sich der Gesamtstrom I aufteilen muß.

3. Den gegebenen Gesamtstrom I teilst du durch 6 (Anzahl der Teile) und bekommst

$$\frac{I}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ A. Das ist der Stromwert für einen Teil des Gesamtstromes. Da nach dem Kirchhoffschen Gesetz die Teilströme sich umgekehrt verhalten wie ihre Widerstände, so muß sich}$$

$$I_1 : I_2 = 5 : 1 \text{ verhalten}$$

(sprich: I_1 verhält sich zu I_2 wie 5 zu 1).

Das heißt, über den kleineren Widerstand

R_1 (6Ω) fließen 5 Teile = $5 \times 10 = 50$ A, und

über den größeren Widerstand

R_2 (30Ω) fließt 1 Teil = $1 \times 10 = 10$ A. Der Gesamtstrom

$$I = I_1 + I_2 = 50 + 10 = 60 \text{ A.}$$

Wir haben also richtig überlegt und gerechnet, denn unsere Gleichung stimmt!"

„Ich finde, Franz, daß die Rechnung mit dem Kirchhoffschen Gesetz ziemlich umständlich ist. Gibt es keinen anderen Weg, die Teilströme zu ermitteln?“

„Ja, Heinrich, es gibt noch einen anderen Weg, der einfacher ist und auch in den meisten Fällen benutzt wird, nämlich die Errechnung der Teilströme mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes. Bedingung ist aber, daß die Spannung U bekannt sein muß. Entweder muß ich sie durch

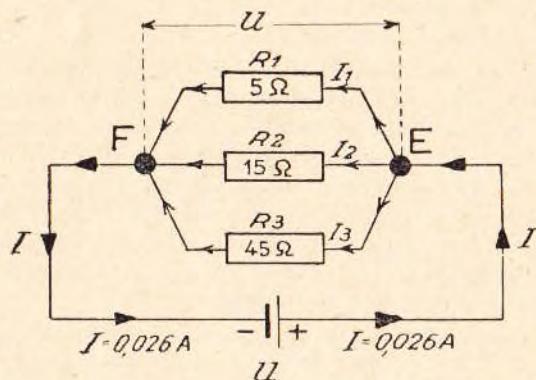


Abb. 31

Messung ermitteln oder berechnen. Nehmen wir daher ein neues Beispiel (Abb. 31). Die Spannung U zwischen den Verzweigungspunkten E—F berechne ich nach der bekannten Formel

$$U = I \times R$$

Da mir aber nur die Teilwiderstände und der Gesamtstrom bekannt sind, bleibt mir die Berechnung des **Ersatzwiderstandes** R_e , der in diesem Stromkreis gleich R_{ges} ist, nicht erspart. — Siehe hierzu Lehrbrief 4 Seite 29 und 30.

$$\text{Leitwert } G = \frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ Siemens.}$$

$$G = \frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{45}$$

$$G = \frac{9}{45} + \frac{3}{45} + \frac{1}{45} = \frac{13}{45} \text{ Siemens.}$$

$$G = \frac{13}{45} \text{ S; } R_e = \frac{1}{G} = \frac{45}{13} = 3,462 \Omega.$$

Unter der Annahme, daß die Zuleitungen sehr kurz und praktisch widerstandslos sind, wird jetzt die **Spannung** zwischen Punkt E und F:

$$U = I \times R$$

$$U = 0,026 \times \frac{45}{13} = 0,002 \times 45 = 0,090 \text{ V}$$

$$U = 0,09 \text{ Volt.}$$

Wir können jetzt unsere Schaltungszeichnung mit dem Ersatzwiderstand vereinfachen. Das sieht dann so aus (Abb. 32):

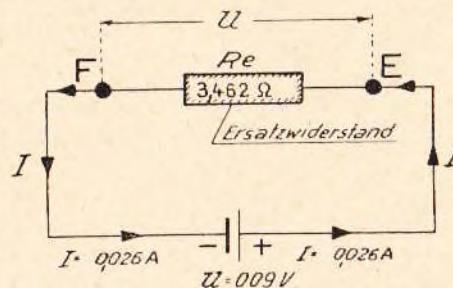


Abb. 32

Jeder Teilwiderstand der Abb. 31 liegt zwischen den Punkten E und F an derselben Spannung $U = 0,09$ Volt wie der Ersatzwiderstand in Abb. 32. Nachdem wir die Spannung U kennen, kann uns die **Berechnung** der Teilströme nach der erweiterten Anwendung des Ohmschen Gesetzes keine Schwierigkeiten mehr machen.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{0,09}{5} = 0,018 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{0,09}{15} = 0,006 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{0,09}{45} = 0,002 \text{ A}$$

Wir machen die Probe:

$$I = I_1 + I_2 + I_3;$$

$$I = 0,018 + 0,006 + 0,002 \text{ A}$$

$$I = 0,026 \text{ A}$$

Damit habe ich dir den Beweis erbracht, daß wir mit dem Ohmschen Gesetz ebenfalls richtig zum Ziel gekommen sind. Allerdings waren einige **Nebenrechnungen** erforderlich. Sind Spannung U und Stromstärke I , wie in vielen Fällen, gegeben, so kannst du, Heinrich, mit dem Ohmschen Gesetz am schnellsten und einfachsten die Teilströme berechnen. Für den Fall, daß du zu Hause noch Zeit und Lust hast, schreibe ich noch ein weiteres Beispiel mit Ausrechnung auf; hierbei kannst du das Gelernte noch einmal selbständig anwenden.

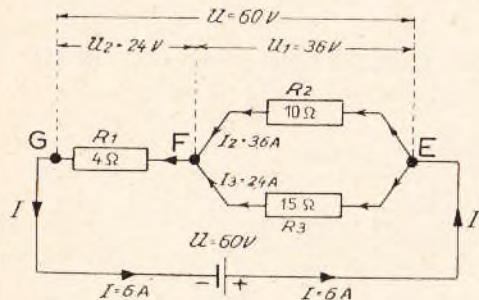


Abb. 33a

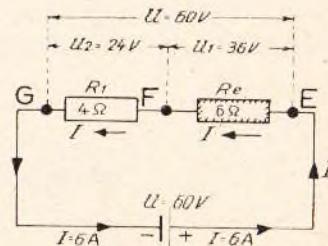


Abb. 33b

Beispiel:

Gegeben: Eine gemischte Widerstandsschaltung nach Abb. 33a mit den Widerständen $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$ und der Klemmenspannung $U = 60$ Volt.

Gesucht: Die Teilströme I_1 , I_2 und der Gesamtstrom $I = ?$

Lösung: Zunächst den Ersatzwiderstand R_e der Parallelschaltung berechnen

$$R_e = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6 \Omega$$

Dann Gesamtwiderstand R_{ges} (in diesem Beispiel auch gleich R) berechnen.

$$\underline{R} = R_{ges} = R_e + R_1 = 6 + 4 = 10 \Omega$$

Dann Gesamtstromstärke I bestimmen.

$$\underline{I} = \frac{U}{R} = \frac{60}{10} = 6 \text{ A}$$

Die Spannung U_1 an den Verzweigungsstellen E—F ist kleiner als die Klemmenspannung U und muß erst berechnet werden.

$$\underline{U_1} = I \times R_e = 6 \times 6 = 36 \text{ V}$$

Da die beiden parallel geschalteten Widerstände R_2 und R_3 an der Spannung $U_1 = 36$ Volt liegen, lassen sich die Teilströme I_2 und I_3 leicht berechnen.

$$I_2 = \frac{U_1}{R_2} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ Ampere}$$

$$I_3 = \frac{U_1}{R_3} = \frac{36}{15} = 2,4 \text{ Ampere}$$

Antwort: Es fließt über den **kleinsten** Teilwiderstand R_2 (10Ω) der **größere** Teilstrom $I_2 = 3,6 \text{ A}$ und über den **größeren** Teilwiderstand R_3 (15Ω) der **kleinere** Teilstrom $I_3 = 2,4 \text{ A}$.

Der Gesamtstrom ist

$$\underline{I} = I_1 + I_2 = 3,6 + 2,4 = 6 \text{ A.}''$$

„Gut, Franz, ich will mir die Ausrechnung zu Hause in Ruhe durch den Kopf gehen lassen. Vorerst macht sie mir noch ein wenig Kopfbrechen.“

Nun habe ich noch eine dritte Frage. Unser BzBf hat doch in seinem letzten Vortrag erklärt, daß der Strom, wenn er durch einen Stromkreis mit Widerständen und Stromverbrauchern fließt, an allen Punkten gleich bleibt. Auch bei den parallel geschalteten Widerständen verzweigt er sich wohl an den Verzweigungspunkten, fließt aber dann wieder zusammen und kehrt in unveränderter Stärke zur Stromquelle zurück. Wenn ich einen sogenannten ‚Stromverbraucher‘, z. B. einen elektrischen Heizofen einschalte, so kann ich mir wohl vorstellen, daß nun ein bestimmter Strom fließt. Was wird nun aber dabei von der Elektrizität verbraucht und welche Rolle spielt hierbei die Spannung?“

30. Spannungsabfall

„Selbstverständlich, Heinrich, wird etwas verbraucht, nämlich elektrische Arbeit, die sich ergibt aus dem Zusammenwirken von Strom **und** Spannung in der jeweiligen Zeit. Darauf kommen wir später noch besonders zu sprechen. Der übliche Ausdruck ‚Stromverbraucher‘ darf nicht wörtlich genommen werden. In der letzten Schaltungszeichnung (Abb. 33a) ist dir sicherlich aufgefallen, daß wir zwei Spannungen angegeben haben, und zwar die Klemmenspannung U der Batterie und die Spannung U_1 an den Verzweigungspunkten E—F, die wir berechnen mußten. Genau genommen, haben wir sogar 3 Spannungen, und zwar U_1 , U_2 und U . Nach unserer Berechnung betrug die Teilspannung U_1 nur 36 Volt, während die Klemmenspannung $U = 60$ Volt groß war. Zwischen den Punkten F und G herrschen 24 Volt (U_2), die zur Überwindung des Widerstandes R_1 (Abb. 33a) dauernd nötig sind. Es ist demnach ein sogenannter **Spannungsabfall** entstanden von E über F nach G. Die Überwindung eines Widerstandes ist mit einem Spannungsverlust oder Spannungsabfall verbunden.

Der **Spannungsverlust** oder **Spannungsabfall** in einer Leitung ist von der Stromstärke I und dem Widerstand R abhängig. Wieviel Volt der Spannungsabfall beträgt, läßt sich am einfachsten mit dem Ohmschen Gesetz (erweiterte Anwendung) ermitteln. Nach dem Ohmschen Gesetz ist allgemein der

Spannungsverlust in Volt gleich der Stromstärke in Ampere mal dem Widerstand in Ohm

$$U_v = I \times R \quad \text{Volt.}$$

Die Gleichung besagt, daß die Spannung gleich dem Produkt aus Widerstand und Stromstärke ist. Das Ohmsche Gesetz gilt in seiner Erweiterung nicht nur für den **gesamten Stromkreis**, sondern auch für die **einzelnen Teilabschnitte**. Deshalb kann man den Spannungsabfall auch für jeden Teilabschnitt berechnen, wenn man die Stromstärke in dem Teil des Kreises und den Widerstand des Teiles kennt. In unserem Beispiel (Abb. 33a und b) haben wir zweimal einen Spannungsabfall. Einmal beträgt der Spannungsverlust durch die Parallelschaltung an den Punkten E und F

$$U_1 = I \times R_e = 6 \times 6 = 36 \text{ Volt.}$$

Das zweite Mal beträgt er infolge des Widerstandes R_1

$$U_2 = I \times R_1 = 6 \times 4 = 24 \text{ Volt.}$$

Die zur Verfügung stehende Klemmenspannung U ist restlos verbraucht worden, denn

$$24 + 36 \text{ sind } 60 \text{ Volt.}$$

Ich will dir den Begriff des Spannungsabfalls an einem Vergleich mit dem Wasser ungefähr veranschaulichen. Du erinnerst dich noch an den geschlossenen Wasserstromkreis, der in der Abb. 9 des Lehrbiefes 2 dargestellt ist. Stelle dir vor, man baut in die Abflußleitung noch zwei kleine Wasserräder ein, die durch die **Wasserkraft** bewegt werden (Abb. 34a).

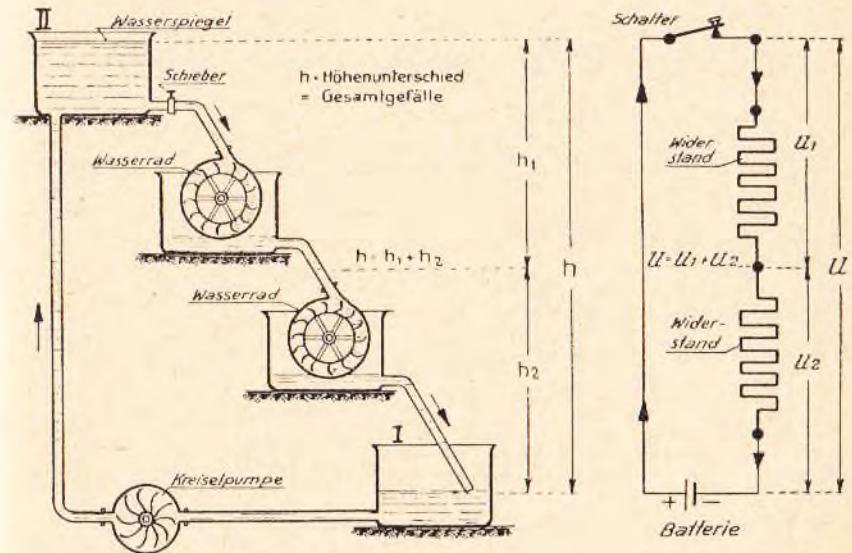


Abb. 34a

Abb. 34b

Durch die Wasserräder läuft eine bestimmte Wassermenge. Ausgenutzt wird hierbei das Gefälle (der Druck) h . Wenn die Wasserräder laufen sollen, dann muß das Gefälle (Druck) dauernd durch eine Pumpe erhalten werden, d. h. das Wasser muß immerzu von dem unteren Gefäß in das obere Gefäß gepumpt werden. Das Gefälle h wird bei dem Durchfließen der Rohrleitung und der Wasserräder auf dem Weg vom Gefäß II zum Gefäß I vollständig verbraucht.

Ähnlich ist es in dem elektrischen Stromkreis (Abb. 34b). Die Leitung und die künstlichen Widerstände werden vom Strom durchflossen; er wird hierbei gehemmt. Ausgenutzt wird das Spannungsgefälle. Die Spannung der Batterie wird in dem Stromkreis restlos

aufgezehrt. Die Abnahme der Spannung in einem durchflossenen Leiter nennt man, wie vorher erwähnt, den Spannungsverlust oder Spannungsabfall.

Merke dir:

In einem geschlossenen Stromkreis wird die Spannung vollständig aufgebraucht.

Ich kann dir die Tatsache des Spannungsabfalls auch durch einen Meßversuch klarmachen.

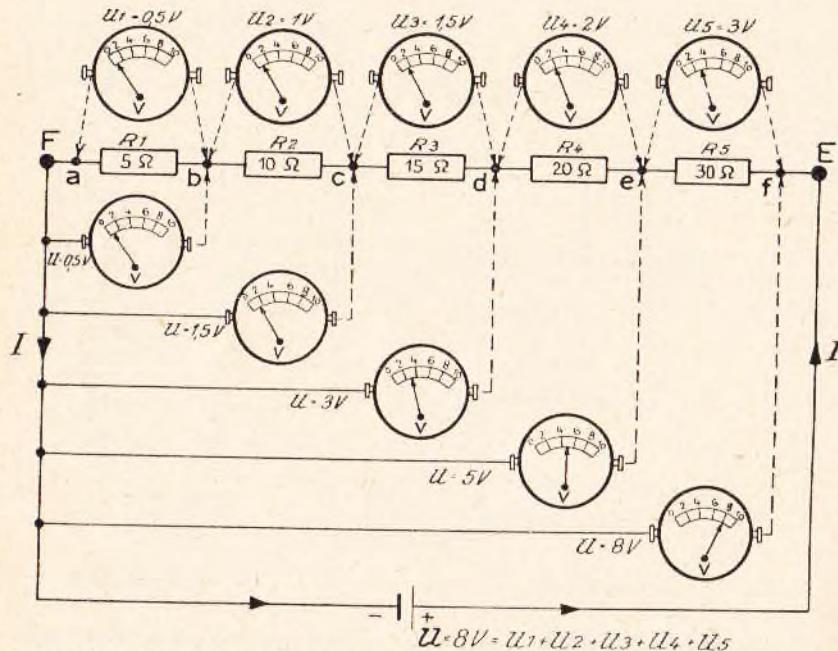


Abb. 35 Die Messungen werden nacheinander durchgeführt

In einem geschlossenen Stromkreis sind 5 Widerstände hintereinander geschaltet (Abb. 35). An den Punkten E—F liegt die Spannung von 8 Volt. Mit einem Spannungsmesser messe ich nacheinander die Spannungen zwischen dem Punkt F und den übrigen Punkten und stelle folgende Spannungsteilung fest:

Spannung zwischen F und E (f) (bei $R = 80 \Omega$) ist 8 Volt
 Spannung zwischen F und e (bei $R = 50 \Omega$) ist 5 Volt
 Spannung zwischen F und d (bei $R = 30 \Omega$) ist 3 Volt

Spannung zwischen F und c (bei $R = 15 \Omega$) ist 1,5 Volt
 Spannung zwischen F und b (bei $R = 5 \Omega$) ist 0,5 Volt
 Spannung zwischen F und a (bei $R = 0 \Omega$) ist 0 Volt

Die vorhandene Spannung U ist längs der Widerstände von dem Höchstwert 8 Volt der Batterie bis auf 0 gefallen und vollständig durch die Widerstände aufgezehrt worden. Um zu sehen, wie groß die einzelnen Teilspannungen der Widerstände sind, messe ich jetzt nacheinander die Spannungen zwischen den Punkten a—b, b—c, usw. und lese folgende Spannungswerte ab:

Teilspannung U_1 zwischen a und b ($R = 5 \Omega$) ist 0,5 Volt
 Teilspannung U_2 zwischen b und c ($R = 10 \Omega$) ist 1,0 Volt
 Teilspannung U_3 zwischen c und d ($R = 15 \Omega$) ist 1,5 Volt
 Teilspannung U_4 zwischen d und e ($R = 20 \Omega$) ist 2,0 Volt
 Teilspannung U_5 zwischen e und f ($R = 30 \Omega$) ist 3,0 Volt

Zähle ich die Teilspannungen zusammen, so erhalte ich die

Gesamtspannung $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 =$
 $0,5 + 1,0 + 1,5 + 2,0 + 3,0 = 8 \text{ Volt.}$

Daraus folgt:

Die **Gesamtspannung** in einem geschlossenen Stromkreis ist gleich der **Summe der Teilspannungen**

und

die **Teilspannungen** verhalten sich **wie die Teilwiderstände**.

Je größer der Widerstand ist, um so größer wird die Teilspannung, die als Spannungsabfall durch den Teilwiderstand verlorengeht."

31. Spannungsteiler

„Kluge Köpfe sind auf den Gedanken gekommen, von einer Gesamtspannung beliebige Spannungen durch entsprechendes Abgreifen (Aufteilen) eines künstlichen Widerstandes abzunehmen. Eine derartige Anordnung nennt man **Spannungsteiler**.

In der Abb. 36 ist ein **gleichmäßiger** künstlicher Widerstand an eine Spannung von 8 Volt gelegt, so daß auch der anteilige Spannungsabfall **gleichmäßig** auf die Länge des Widerstandes verteilt ist. Bei dem Punkt A in $1/4$ Länge des Widerstandes beträgt die

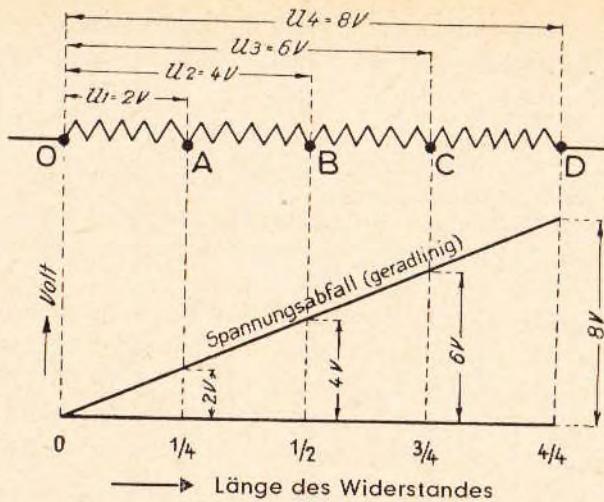


Abb. 36

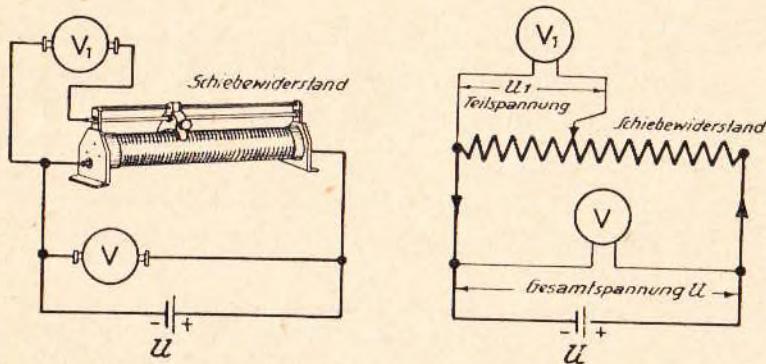


Abb. 37

Teilspannung $U_1 = \frac{8}{4} = 2$ Volt, bei der halben Entfernung (Punkt B) ist die Teilspannung $U_2 = \frac{8}{2} = 4$ Volt, bei $\frac{3}{4}$ Entfernung (Punkt C) ist die Teilspannung

$$U_3 = \frac{8 \times 3}{4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ Volt.}$$

Wählt man einen Schiebewiderstand (Abb. 37), so kann man jede beliebige Spannung bis zum Höchstwert abgreifen.

Durch Spannungsteilerschaltung lassen sich beliebige Spannungen als Bruchteil einer Höchstspannung herstellen.

Aufgabe: Vier Widerstände $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$, $R_4 = 10 \Omega$ sind in Reihe zu schalten und an eine Stromquelle mit 60 Volt Spannung anzuschließen. Die in dem Stromkreis auftretenden Spannungsabfälle sind zu berechnen.

Lösung: Zur besseren Übersicht fertigen wir uns eine Schaltungszeichnung an (Abb. 38).

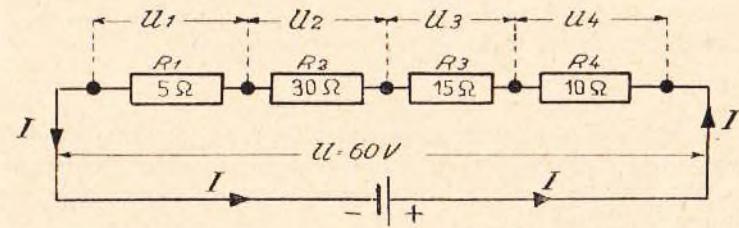


Abb. 38

Zunächst errechnen wir den Gesamtwiderstand R (bei Hintereinanderschaltung). Dann bestimmen wir den Gesamtstrom I , der die Widerstände der Reihe nach durchfließt.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R = 5 + 30 + 15 + 10 = 60 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{60} = 1 \text{ A}$$

Die Teilspannungen, die als Spannungsverluste durch die Teilwiderstände entstehen, bezeichnen wir mit U_1 , U_2 , U_3 und U_4 und berechnen sie nach dem Ohmschen Gesetz, wie folgt:

$$U_1 = I \times R_1 = 1 \times 5 = 5 \text{ Volt}$$

$$U_2 = I \times R_2 = 1 \times 30 = 30 \text{ Volt}$$

$$U_3 = I \times R_3 = 1 \times 15 = 15 \text{ Volt}$$

$$U_4 = I \times R_4 = 1 \times 10 = 10 \text{ Volt}$$

Wir stellen die Summe der Spannungsverluste zusammen und erhalten $U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 5 + 30 + 15 + 10 = 60$ Volt.

Antwort: Die in dem Stromkreis auftretenden **Spannungsabfälle** sind $5 + 30 + 15 + 10 = 60$ Volt.

Wir haben die Aufgabe richtig gerechnet, denn die Summe der Teilspannungen (Spannungsabfälle) ist gleich der Gesamtspannung U der Stromquelle. Die Gesamtspannung hat sich restlos verbraucht."

"Jetzt komme ich auch dahinter, Franz, weshalb du bei der Schaltungsanordnung (Abb. 33a) die Teilspannung U_1 an den Verzweigungspunkten E—F erst errechnet hast. Du hättest die Teilströme nach der Ohmschen Formel nicht ermitteln können, wenn du nicht zuvor die entsprechende Teilspannung bestimmt hättest."

"Richtig, Heinrich, ich glaube, daß du den wichtigen Begriff des Spannungsabfalls erfaßt hast, so daß dir auch die Berechnung der Teilströme von einfachen Stromverzweigungen keine großen Schwierigkeiten mehr bietet. Damit hast du auch die wichtigsten und meistgebräuchlichen Formeln, die du wissen muß, kennengelernt. Rechne die Beispiele in aller Ruhe noch einmal nach und

merke:

1. Das seltsame Verhalten **bestimmter** Metalle und Metallegierungen, ihren elektrischen Widerstand bei sehr **tiefen** Temperaturen zu verlieren, nannte der holländische Forscher Kamerlingh-Onnes **Supra-Leitfähigkeit**.
2. In jedem Stromverzweigungspunkt ist die Summe der **zufließenden** Ströme gleich der Summe der **abfließenden** Ströme (1. Kirchhoffscher Satz).
3. In einer Stromverzweigung ist die **Summe der Teilströme** gleich dem **Hauptstrom**. $I = I_1 + I_2 + I_3 \dots A$
4. In nebeneinander (parallel) geschalteten Widerständen verhalten sich die **Zweigströme** (Teilströme) **umgekehrt** wie ihre **Widerstände** (2. Kirchhoffscher Satz). $I_1 : I_2 = R_2 : R_1$
5. In einem **unverzweigten** Stromkreis ist die Stromstärke an allen Punkten des Stromkreises gleich.
6. Die Abnahme der Spannung in einem stromführenden Leiter nennt man **Spannungsabfall** oder **Spannungsverlust**.
7. Das Ohmsche Gesetz gilt nicht nur für den **gesamten** Stromkreis, sondern in seiner erweiterten Anwendung auch für die **einzelnen Teilabschnitte** des Stromkreises.
8. **Spannungsverlust** in Volt ist gleich Stromstärke mal Widerstand $U_v = I \times R$ in Volt.

Das Produkt $I \times R$ ergibt den Spannungsverlust oder die am Widerstand R herrschende Spannung.

9. In einem geschlossenen Stromkreis wird die Spannung **vollständig** verbraucht.
10. Die **Gesamtspannung** in einem geschlossenen Stromkreis ist gleich der Summe der Teilspannungen.
11. Die **Teilspannungen** verhalten sich wie die **Teilwiderstände**.
12. Durch **Spannungsteilerschaltung** lassen sich **beliebige** Spannungen als Bruchteil einer Gesamtspannung herstellen."

III. Fernmeldetechnik

A. Fernsprech-Apparatteile und Zusatzeinrichtungen

5. Der Kurbelinduktor

In der Fernsprechtechnik wird als **Rufstromerzeuger** noch vielfach der Kurbelinduktor verwendet. Der Kurbelinduktor ist eine kleine magnetelektrische Maschine; sie wird durch Drehen einer Kurbel betätigt und erzeugt eine Wechselspannung. Die Wechselspannung bringt in einem geschlossenen Stromkreis einen entsprechenden Wechselstrom zum Fließen. Dieser Wechselstrom muß nützliche Arbeit leisten: Beim OB-Amt fallen die Anrufklappen; bei der Sprechstelle kommt der Wecker zum Ansprechen. Im einzelnen wird der Kurbelinduktor verwendet:

- in kleinen OB-Fernsprechnetzen zum Anruf des Amtes von den Sprechstellen und umgekehrt zum Anruf der Sprechstellen vom Amt,
- bei kleinen und mittleren Nebenstellenanlagen für OB-Netze zum Anruf der Nebenstellen von der Hauptstelle und zum Anruf der Hauptstelle von den Nebenstellen,
- bei kleinen und mittleren Nebenstellenanlagen älterer Baumuster für ZB- und W-Betrieb zum Anruf der Nebenstellen von der Hauptstelle.

Aufbau des Kurbelinduktors

Die Kurbelinduktoren M 04 und M 23a (Abb. 18a und 18b) bestehen aus drei oder zwei hufeisenförmigen Dauermagneten, die aus hochwertigem Stahl hergestellt sind. Die gleichnamigen Pole sind durch zwei zylindrisch ausgeformte Polschuhe miteinander verbunden. Auf den Stirnflächen der Polschuhe sind Messingplatten aufgeschraubt, die zugleich die Lager für die Zapfen des Ankers enthalten. Der aus weichem Eisen bestehende Anker hat einen doppel-T-förmigen Querschnitt. Die zylindrisch abgedrehten Seitenteile des Ankers passen bei geringem Spielraum in den von den beiden Polschuhen gebildeten Hohlraum hinein, der von einem gleichmäßigen (homogenen) magnetischen Kraftlinienfeld erfüllt ist. Der schmale Steg des Ankers trägt etwa 2000 bis 5000 Windungen aus 0,15 bis 0,2 mm starkem, mit Lack isoliertem Kupferdraht von etwa 200 bis 440 Ohm Widerstand. Die Wicklung ist mit Paraffin getränkt und durch Wachstuchüberzug geschützt. Das eine Ende der Windungen liegt an der Ankerachse und damit am Körper des Induktors; das andere Ende ist an einen isoliert aus der Achse herausragenden Dorn geführt. Von diesem Dorn nimmt eine Schleiffeder den Strom ab.

Durch eine Kurbel mit Zahnradübersetzung im Verhältnis 1:5 wird der Anker in schnelle Drehung versetzt. Bei normaler Drehung der Kurbel (3 Umdrehungen in der Sekunde) wird ein Wechselstrom mit einer Frequenz von etwa 15 Hertz erzeugt. Das sind 30 Wechsel des Wechselstroms in der Sekunde. Die Zahl der Schwingungen in einer Sekunde ist die Periodenzahl, für die man die Maßbezeichnung Hertz eingeführt hat. Die Klemmenspannung beträgt bei 1000 Ohm Außenwiderstand etwa 35 Volt. Ferner ist an der einen Messingplatte noch ein Federsatz (in der Regel ein Umschaltkontakt) angebracht, der beim Drehen des Kurbelinduktors und nach dem Loslassen betätigt wird.

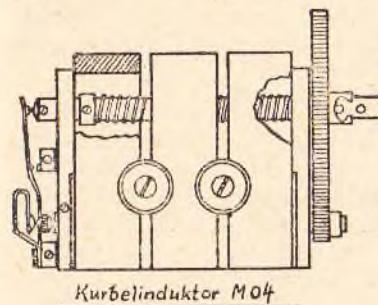


Abb. 18a

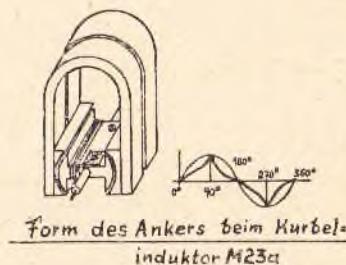
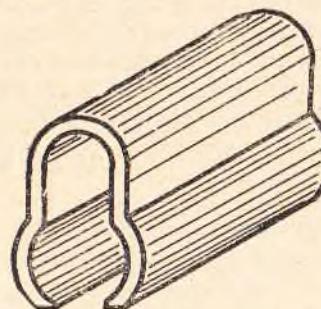


Abb. 18b

Die in dem Streckenfernsprecher OB 33 und im Fernsprecher W/OB 35 verwendeten Kurbelinduktoren M 33 haben trotz höherer Leistung einen vereinfachten Aufbau im Vergleich zu den älteren Typen. Das Magnetsystem besteht aus einem einzigen langgezogenen Dauermagneten (Abb. 19).



Magnetsystem
des Kurbelinduktors M 33

Abb. 19

Dieser ist so geformt, daß die besonderen Polschuhe entbehrlich werden. Die Stromabnahme geschieht hier über zwei Schleifringe mittels Kohlebürsten. Die vom Kurbelinduktor M 33 erzeugte Spannung beträgt bei normaler Drehung etwa 75 Volt. Der Ankerwiderstand beträgt 400 Ohm. Das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder beim Kurbelinduktor M 33 beträgt 1:12. Die hierbei erzeugte Periodenzahl bei normaler Drehung beträgt 36 Hertz.

Wirkungsweise

Durch Betätigen der Kurbel schiebt sich zunächst die Achse (vom großen Zahnrad) nach rechts. Hierdurch wird der Wechselkontakt betätigt. Dieser hatte in Ruhestellung die Ankerwicklung kurzgeschlossen und legt dieselbe nun in Arbeitsstellung an die a- und b-Leitung. Das große Zahnrad dreht nun das kleine Zahnrad, welches auf der Ankerachse sitzt. Der sich mit der Spule drehende Anker wird hierbei durch das Kraftlinienfeld des Dauermagneten in wechselnder Richtung durchsetzt. Dadurch entsteht in der Spule eine wechselnde Induktionsspannung; es fließt ein Induktionsstrom, wenn der Stromkreis der Spule über einen Verbraucher (Wechselstromwecker usw.) geschlossen ist. Die erzeugte periodische Wechselspannung (EMK) ist wegen der Form des Ankers und der Anordnung der Ankerwicklung nicht rein sinusförmig.

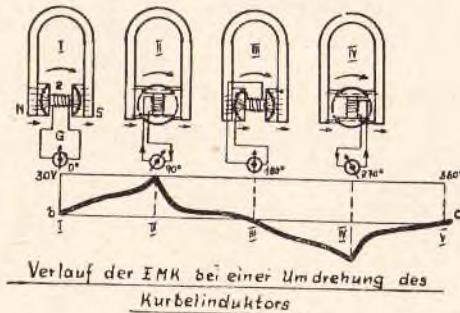


Abb. 20

In Abb. 20 sind die Ankerstellungen nach je $1/4$ Drehung gezeichnet; in der darunter gezeichneten Kurve wird der Verlauf der EMK in der Ankerwicklung gezeigt. Die EMK weist in den Stellungen II und IV ausgesprochene Spitzen entgegengesetzten Vorzeichens auf.

Die monatliche Gebühr für einen zweiten Kurbelinduktor beträgt z. Z. 1,05 DM (J). Die KLNr. für den Kurbelinduktor 23a ist B 01 501/9 und für den Kurbelinduktor M 33 B 01 501/15.

6. Der Wechselstromwecker

Der Fernmeldebauarbeiter Heinrich Korte trifft seinen Arbeitskollegen Fernmeldebauhandwerker Franz Strack bei der Störungsbeseitigung an einem Fernsprechapparat; Heinrich interessiert sich für die Apparateile und zeigt auf den Wechselstromwecker.

„Sag mal, Franz, das ist doch ein Wecker?“

„Ja, das ist ein Wechselstromwecker.“

„Du sagst Wechselstromwecker, gibt es denn auch Gleichstromwecker?“

„Selbstverständlich, Heinrich, gibt es auch diese.“

„Warum nimmt man denn für die Fernsprechapparate Wechselstromwecker?“

„Das kommt daher, Heinrich: Vom Amt aus wird die Teilnehmer-sprechstelle mit **Wechselstrom** gerufen. Im OB-Betrieb wird hierzu der **Kurbelinduktor** oder der **Polwechsler** verwendet. Im ZB- und W-Betrieb erzeugt eine **Rufmaschine** den Rufwechselstrom. Über die a- und b-Leitung wird dann der Rufstrom zum Wecker im Apparat geleitet.“

„Welchen Vorteil besitzt denn der Wechselstromwecker gegenüber dem Gleichstromwecker?“

„Gleichstromwecker haben den Nachteil, daß sie mit einem Kontakt arbeiten, der immerfort geöffnet und geschlossen wird und den zerstörenden Wirkungen des Öffnungsfunkens ausgesetzt ist. Der Kontakt muß daher aus gutem Material (z. B. Neusilber, Silber) hergestellt werden, wenn nicht in kurzer Zeit Störungen infolge Verbrennens, Verschmutzens oder Verstaubens der Kontaktflächen eintreten sollen. Außerdem erzeugt der elektrische Funke elektromagnetische Wellen und verursacht dadurch Störungen in Rundfunkempfängern. Wechselstromwecker zeigen diese Nachteile nicht. Sie arbeiten ohne Kontakte und sprechen außerdem verlässlich an, auch wenn die Stromstärke in verhältnismäßig weiten Grenzen schwankt.“

„Das leuchtet mir ein. Wie ist nun solch ein Wechselstromwecker eigentlich aufgebaut?“

„Schau mal genau in den Apparat, Heinrich! Dies hier ist ein kräftiger **Dauermagnet** — Abb. 21, Figur 1 (A) — in Winkelform. Mit seinem Nordpol ist er auf der Grundplatte festgeschraubt. Auf seinem Südpol trägt er den Lagerbock (Spitzenlagerung) für den mit dem **Klöppel** (B) verbundenen Anker (C). An der Unterseite des Ankers — gegenüber den Polschuhen — sind an jeder Seite kleine, runde Messingbeschläge (H) eingesetzt, die das Kleben des Ankers verhindern sollen. Zwei **Glockenschalen** (D) sind so angeordnet, daß der Klöppel (B) einmal die eine, einmal die andere Glockenschale berühren kann. Die **Wicklungen** der Elektromagnete (E und F) haben einen **Widerstand** von zusammen 300 Ohm (Apparate OB 04 und OB 05), 2500 Ohm (Streckenfernsprecher OB 33), 1500 Ohm (Apparat W 19) oder 600 Ohm (Apparat W 24, W 28 usw.). Die **Elektromagnetkerne** stehen auf einem Eisenjoch (G), das wiederum auf einer an der Grundplatte befestigten Messingplatte angebracht ist. Wicklung E ist mit Wicklung F verbunden.“

Wechselstromwecker

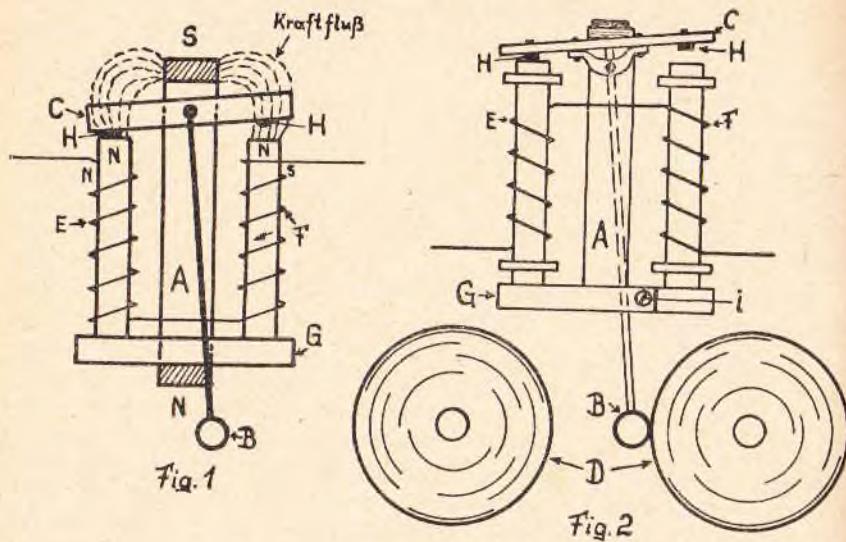


Abb. 21

„Bis hierher bin ich gefolgt, Franz! Gibt es denn auch noch andere Ausführungen hinsichtlich des Aufbaues als diese?“

„Gewiß, Heinrich, du weißt doch, die Technik schreitet immer weiter fort. Gerade auf dem Gebiete der Fernsprechtechnik wird viel Neues gebracht. Der Wechselstromwecker, den ich dir hier gezeigt und erklärt habe, ist ein Wecker ZB alter Ausführung. Aber sieh einmal den anderen an! Der sieht schon viel moderner aus (Abb. 21, Figur 2). Im Grundprinzip sind beide gleich. Der Dauermagnet hat jedoch Stabform. Dieser sitzt mit seinem Nordpol fest in einem Loch des Eisenjoches. Das Joch ist seitlich geschlitzt und mit einer Preßschraube (i) versehen. Der Südpol trägt wieder den Anker. Der Wecker ist also konstruktiv verbessert worden.“

„Leuchtet mir auch ein, Franz! Aber kannst du mir auch klar machen, wie es kommt, daß beim Anlegen eines Rufstromes an die Spulen der Anker ständig hin und her kippt?“

„Ja, Heinrich, das will ich dir an Abb. 21, Fig. 1, erklären. Infolge der Verbindung des Joches (G) und der beiden Eisenkerne (Polschuhe) mit dem Nordpol des Dauermagneten haben die **Polschuhe** als Verlängerung des Magneten **nordmagnetische** Eigenschaften. Die

beiden Wicklungen sind nun so miteinander verbunden, daß der Strom beide Eisenkerne in **entgegengesetztem** Sinne umfließt. Er erzeugt also mit der angenommenen Richtung im linken Kern oben einen Nordpol, im rechten oben einen Südpol. Dieser Elektromagnetismus tritt zusätzlich zum Magnetismus des Dauermagneten. Der elektromagnetische Nordpol links oben verstärkt den dort vorhandenen Nordpol des Dauermagneten. Dagegen schwächt der elektromagnetische Südpol im rechten Kern oben den dortigen Dauernordpol. Der **südmagnetisch** beeinflusste Anker (C) wird dann nach links angezogen; der mit dem Anker verbundene Klöppel schlägt an die rechte Glockenschale. Wird die Stromrichtung umgekehrt, so wird der Nordmagnetismus im rechten Kern verstärkt und im linken geschwächt; der Anker wird nun nach der rechten Seite angezogen, und der Klöppel schlägt gegen die linke Glockenschale. In dieser Weise kippt der Anker des Wechselstromweckers hin und her, genau so, wie der Rufstrom seine Richtung wechselt.“

„Du hast recht, Franz! Das ist wirklich einfach. Ich habe aber noch mehr Fragen. Der BTrf Peters sagte neulich, der Wechselstromwecker muß richtig eingestellt werden. Kannst du mir erklären, wie ein Wechselstromwecker eingestellt wird und was dabei zu beachten ist?“

„Das geht so vor sich: Damit der Wechselstromwecker sicher anspricht, muß er richtig eingestellt sein. Jeder Wecker hat zwei Einstellmöglichkeiten: a) der **Anker** kann den **Polschuhen** mehr oder weniger **genähert** werden, b) der **Anschlag** des **Klößpels** kann **geregelt** werden. Bei dem alten ZB-Wechselstromwecker — das ist der, den ich dir zuerst gezeigt und erklärt habe (Abb. 21, Fig. 1) —, kann der Anker zwar nicht verstellt werden, doch kann man nach Lösen zweier Schrauben (rechts und links der Spulen) das **Elektromagnetensystem** etwas nach oben und unten verschieben. Hierdurch wird der Abstand des Ankers von den Polschuhen (Hubhöhe) eingestellt. Dieser muß bei waagerechter Lage des Ankers 0,4—0,5 mm betragen.“

„Wie wird denn nun die zweite Einstellung vorgenommen?“

„Du weißt doch, daß die Glockenschalen frei ausklingen sollen, damit man den Wecker auch überall gut hören kann. Um ein freies Ausklingen der Glockenschalen zu ermöglichen, steht der Klößpel bei angezogenem Anker etwas von der Glockenschale ab. Diesen Abstand gewinnst du durch Drehen der einzelnen Glockenschalen, weil das Loch exzentrisch (d. h. **nicht** im Mittelpunkt) zum Umfange der Glockenschale steht.“

„Welche Einstellmöglichkeit hat denn der neuere Wecker, wie er in Abb. 21, Figur 2, gezeigt ist?“

„Die Einstellmöglichkeit des Ankers bei diesem Wecker besteht darin, daß man die Preßschraube (i) löst, die sich hier im Joch befindet; dann kann der **Dauermagnet** verschoben werden. Ich habe dir ja vorhin beim Aufbau dieses Weckers erklärt, daß der Anker am Südpol des Dauermagneten drehbar gelagert ist. Hier wird also mit der Verschiebung des Dauermagneten der Anker verschoben. Auch hier gelten die gleichen Bestimmungen für den Abstand (Hubhöhe) wie vorhin. Die Glockenschalen werden, wie ich dir schon bei dem anderen Wecker erklärte, eingestellt.“

„Welche Störungen treten denn bei den Wechselstromweckern auf und wie kann man diese beseitigen?“

„Störungen treten im allgemeinen selten auf. Wenn du einmal einen Wecker richtig eingestellt hast, mußt du alle Schrauben wieder fest anziehen. Sollte es aber vorkommen, daß eine Spule unterbrochen ist, so kannst du diese einfach kurzschließen. Der Wechselstromwecker arbeitet dann nur mit einer Spule.“

„Kann man denn auch noch einen zweiten Wecker an einen Fernsprechapparat schalten?“

„Gewiß, Heinrich! Wenn der Apparatwecker nicht in allen Räumen gehört wird, soll stets ein zweiter Wecker angebracht werden.“

„Wo schaltet man diesen zweiten Wecker denn an, und ist dabei etwas Besonderes zu beachten?“

„Ja, lieber Kollege Heinrich, der zweite Wecker wird je nach Art der Fernsprechapparate angeschlossen. Im allgemeinen wird der zweite Wecker an die Klemmen W 2 und L b der Klemmdose angeschlossen. In diesem Falle ertönen beim Eingang des Rufstromes beide Wecker. Beim OB-Wandfernsprecher 04 wird der zweite Wecker allerdings zwischen die Klemmen W 1 und W 2, beim Tischfernsprecher OB 05 zwischen die Klemmen W und MB geschaltet. Dann kann ich dir noch sagen, daß beim Tischfernsprecher ZB W 19 (alte Ausführung mit Beikasten) der zweite Wecker an die Klemmen L b und E geschaltet wird. Hierbei mußt du darauf achten, daß im Apparat die Klemmen E und M miteinander verbunden sind. Ferner ist es sehr wichtig, daß der zweite Wecker den gleichen Widerstand hat wie der Apparatwecker. Im **OB-Betrieb** sind der Apparatwecker und der zweite Wecker **hintereinander** und im **ZB- und W-Betrieb parallel geschaltet**.“

„Hat man denn auch zweite Wecker, die im Freien angebracht werden können?“

„Auch diese stellt die DBP dem Teilnehmer zur Verfügung. Man bezeichnet sie als große Wecker. Sie sind besonders lautstark und wasserdicht (siehe Abb. 22 a).

Anschließen eines zweiten Weckers

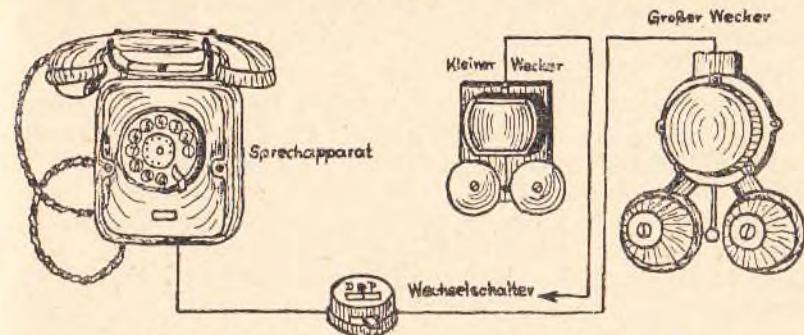
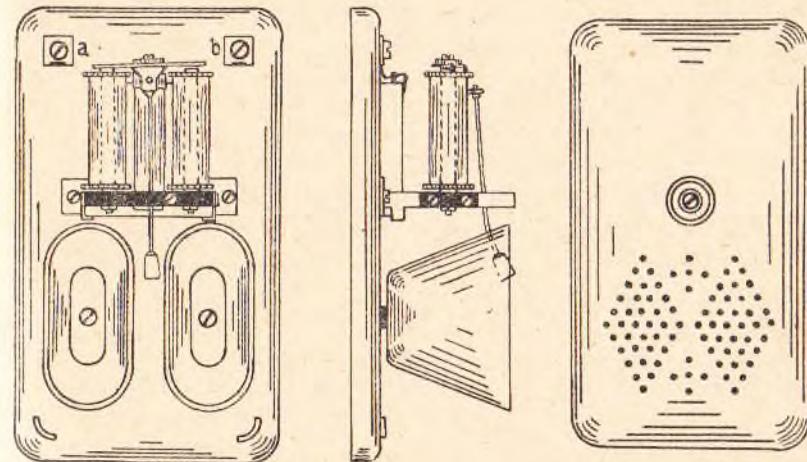


Abb. 22 a

Als zweite Wecker werden heute noch folgende Typen verwendet: **Stf 03** mit 2×150 Ohm für OB-Apparate, **ZB 12** mit 2×750 Ohm für den Apparat W 19, **ZB 26** mit 2×300 Ohm für die Apparate W 24, W 28 und spätere Ausführungen. Ferner die Wecker **W 34** und **W 38**, welche weitgehend aus Preßstoff hergestellt sind (Abb. 22 b).



Wechselstromwecker W34 (W38)

Abb. 22 b

Der Unterschied zwischen beiden besteht darin, daß der Wechselstromwecker W 34 Schalmeglocken aus Metall und der Wecker W 38 solche aus Glas besitzt. Der Widerstand der Spulen beträgt in beiden Fällen 2×300 Ohm.

Die Wecker der ZB- und W-Apparate werden während eines Gesprächs in der Regel nicht abgeschaltet, sondern bleiben parallel zum Mikrophon usw. liegen. Sie müssen aus diesem Grund für den Sprechwechselstrom undurchlässig sein. Mit anderen Worten: Sie müssen eine hohe Induktivität und deshalb einen hohen Wechselstromwiderstand besitzen. An die Wechselstromwecker in OB-Apparaten werden so hohe Anforderungen nicht gestellt, da sie durch den Haken- bzw. Gabelumschalter in Gesprächsstellung abgeschaltet werden. Eine Ausnahme bildet der Streckenfernsprecher OB 33, bei dem der Wechselstromwecker unmittelbar zwischen a- und b-Leitung geschaltet ist. Auch die zweiten Wecker besitzen einen vorgeschalteten Kondensator ($1 \mu F$), damit keine Gleichstromschleife entsteht.“

VI. Deutsch

Lösungen aus dem Lehrbrief 4

Übung Seite 42. So müssen die Satzzeichen gesetzt werden:

Der Krieg hat viel Elend, Kummer und Not über die Menschheit gebracht. Viele verloren Hab und Gut, Haus und Hof. Luftminen, Spreng- und Brandbomben zerstörten Städte, Verkehrsanlagen und Industriewerke. Viel Hausrat und viele Maschinen wurden zerbrochen, zerschlagen, zertrümmert. Soforthilfe, Lastenausgleich und Steuerermäßigung kommen den Vertriebenen und Bombengeschädigten zugute. Die Lösung der Vertriebenenfrage ist ein wichtiger Verhandlungspunkt der Bundesregierung, des Europa-Rates und der UNO. Wir alle wünschen, erhoffen und erstreben Freiheit, Frieden und Wohlstand. Möge die Zukunft unser Hoffen bald dauernd und reichlich erfüllen!

4. Der zusammengesetzte Satz

Wenn man zwei oder mehrere einfache Sätze zu einem Satzganzen verbindet, so entsteht ein **zusammengesetzter Satz**. Die einzelnen Sätze werden durch ein Komma voneinander getrennt. Sie sind entweder gleichwertig einander beigeordnet und bilden eine Satzverbindung, oder der eine Satz ist dem andern untergeordnet, dann spricht man von einem Satzgefüge.

a) Die Satzverbindung

Hauptsatz + Hauptsatz

Der Winter ist vergangen, ich seh' des Maien Schein.
Unser Kollege Korte ist Dienstanfänger, und er muß noch viel lernen.

In diesen Beispielen sind die **Einzelsätze für sich verständlich**, man nennt sie daher **Hauptsätze**. Sie stehen **gleichwertig nebeneinander**, sind oft durch ein Bindewort miteinander verknüpft und bilden eine **Satzreihe** oder **Satzverbindung**.

In der Satzverbindung werden kurze Sätze durch ein Komma voneinander getrennt; häufig aber steht ein Strichpunkt, meistens vor denn, deshalb, darum.

Nach der Art der Verknüpfung unterscheidet man vier Gruppen von Satzreihen.

Die anreihende Satzverbindung

Der Frühling naht mit Brausen, er rüstet sich zur Tat.
Die Wärme dehnt Metalle aus, und die Kälte zieht sie zusammen.

In der anreihenden Satzverbindung wird an den Gedanken des ersten Satzes ein zugehöriger Gedanke im zweiten Satz angeschlossen.

Anreihende Bindewörter sind: und, oder, ferner, dann, auch, bald — bald, teils — teils, weder — noch, sowohl — als auch.

Beispiele: Alles ist Friede, alles ist Lust, heiterer Sinn erfüllt mir die Brust. — Abend wird es wieder, über Wald und Feld säuselt Frieden nieder, und es ruht die Welt. — Bald gras' ich am Neckar, bald gras' ich am Rhein!

Übung: Es sind mit den angegebenen Bindewörtern anreihende Satzverbindungen zu bilden und die Satzzeichen zu setzen! Tue das Deine. Gott tut das Seine (und). Es regnet. Es schneit. Es scheint die Sonne (bald — bald). Friede ernährt. Unfriede verzehrt (und). Das Barometer ist gefallen. Es gibt Regen (also). Wir fahren zuerst die Reichsstraße entlang. Wir biegen nach rechts ab (dann). Wahrheit besteht. Lüge vergeht (und). Meistens ist nur der Durchmesser eines Drahtes bekannt. Der Querschnitt muß durch eine Nebenrechnung ermittelt werden (dann). Die Teilnehmer äußerten ihre Zustimmung. Sie waren gegen teiliger Meinung (teils — teils).

Die entgegenstellende Satzverbindung

Die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube.
Der Wahn ist kurz, doch die Reu' ist lang.

In der entgegenstellenden Satzverbindung steht der Inhalt des zweiten Satzes im Gegensatz zum Inhalt des ersten Satzes. Man benutzt die entgegenstellenden Bindewörter: aber, dagegen, allein, doch, jedoch, dennoch, nicht — sondern, entweder — oder.

Übung: Es sind entgegenstellende Satzverbindungen zu bilden und die Zeichen zu setzen:

Die Wahrheit richtet sich nicht nach uns. Wir müssen uns nach ihr richten (sondern). Der Abstand der Leitungsmasten

soll nicht mehr als 50 Meter betragen. Wir vergrößern ihn nötigenfalls zur Überwindung von Hindernissen (aber). Der Strom wächst mit zunehmender Spannung. Er nimmt mit zunehmendem Widerstand ab (dagegen). Einigkeit erhält das Haus. Unfriede jagt das Glück hinaus (doch). Die Auskundung der neuen Linie gehört zwar nicht zum Arbeitsgebiet eines FB-Handwerkers. Wir wollen darüber berichten (dennoch). Gleichnamige Elektrizitäten stoßen einander ab. Ungleichnamige Elektrizitäten ziehen sich an (aber). Der verunglückte Fahrer hütet das Bett. Die Wunde bricht wieder auf (entweder — oder).

Die begründende Satzverbindung

Der Bauführer erschien nicht zum Dienst; denn er war plötzlich erkrankt.

Der Lehrgang zeitigte gute Erfolge; denn alle Teilnehmer arbeiteten eifrig mit.

In der begründenden Satzverbindung gibt der zweite Satz den Grund für den Inhalt des ersten an. Das Bindewort heißt: denn.

Übung: Wir bilden begründende Satzverbindungen mit denn. Satzzeichen ist der Strichpunkt.

Die Strommesser müssen in die Leitung gelegt werden. Der gesamte Strom muß durch beide Meßgeräte fließen (denn). Deine Fragen sind berechtigt. Ich habe dir heute morgen nicht alles erklären können (denn). Der Bautrupps hat ein gutes Stück Arbeit geleistet. Bei Arbeitsschluß waren fünfzehn Masten gesetzt (denn). Der Preis des Papiers steigt immer höher. Die Rohstoffe sind knapp (denn). Das Thermometer steigt. Der Frühling naht (denn).

Die folgernde Satzverbindung

Wir gehen oberirdischen Starkstromlinien aus dem Wege, darum benutzen wir die andere Straßenseite.

Der Arbeitskamerad fühlte sich krank, deshalb ging er zum Arzt.

Die folgernde Satzverbindung enthält im zweiten Satz eine Folgerung aus dem Inhalt des ersten. Bindewörter: darum, deshalb, deswegen, mithin, folglich, also.

Übung: Wir bilden Beispiele und setzen das Komma!

Die Arbeit schritt rüstig voran. Der ganze Bautrupp war guter Dinge (deswegen). Erfahrungsgemäß gibt der Abspannmast bei Belastung durch Drahtzug nach. Wir setzen ihn etwas auf Zug (mithin). Unsere Porzellan- oder Glasdoppelglocken leiten sehr schlecht. Sie werden als Isolatoren benutzt (darum). Das Wetter ist sehr unfreundlich. Die Straßenbahnen sind dicht besetzt (daher). Der Fahrer war unzuverlässig. Er wurde aus dem Dienste entlassen (folglich).

Die begründende Satzverbindung kann durch Umstellung in eine folgernde, die folgernde in eine begründende umgewandelt werden.

Beispiel: Begründende Satzverbindung

Lerne nur das Glück ergreifen; denn das Glück ist immer da.

Folgernde Satzverbindung

Das Glück ist immer da, darum lerne es ergreifen.

Wir fassen zusammen:

Die Satzreihe oder Satzverbindung verbindet zwei oder mehrere Sätze zu einem Satzganzen. Alle Einzelsätze sind Hauptsätze, sie sind für sich verständlich.

In der Regel sind sie durch ein Bindewort miteinander verbunden, sie können aber auch unverbunden nebeneinander stehen.

Satzzeichen:

Die einzelnen Sätze werden durch ein Komma oder einen Strichpunkt getrennt.

VII. Rechnen

Lösungen zu den Aufgaben im 4. Lehrbrief

Schreibübung Seite 44:

1 E, 1 z = 1,1	2 Z, 2 z = 20,2
3 H, 23 h = 300,23	17 E, 17 t = 17,017
50 E, 16 t = 50,016	2 T, 33 h = 2000,33
49 Z, 49 t = 490,049	
	4 E, 1 z, 5 h = 4,15
	24 Z, 13 h = 240,13
	5 H, 5 h = 500,05

Übung Seite 45: Mache gleichnamig:

0,3 = 0,30	0,4 = 0,40
0,84 = 0,84	15,26 = 15,26
0,9 = 0,900	0,7 = 0,700
0,683 = 0,683	12,367 = 12,367
234,7 = 234,700	0,2 = 0,200
2,38 = 2,380	2,468 = 2,468
16,048 = 16,048	13,06 = 13,060
3,25 = 3,250	15,75 = 15,7500
14,7 = 14,700	3,2 = 3,2000
0,775 = 0,775	23,7775 = 23,7775

Übung Seite 45: Runde ab:

4,216 DM = 4,22 DM	0,741 hl = 0,74 hl
26,0405 DM = 26,04 DM	3,276 hl = 3,28 hl
3,059 m = 3,06 m	4,162 dz = 4,16 dz
20,9065 m = 20,91 m	7,808 dz = 7,81 dz
12,6352 km = 12,635 km	0,4567 kg = 0,457 kg
0,5604 km = 0,560 km	9,4389 kg = 9,439 kg
6,9999 km = 7,000 km	14,5996 kg = 14,600 kg
	20,3045 t = 20,305 t
	7,56372 t = 7,564 t
	12,0397 t = 12,040 t

