

Fernlehrgang



UBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

Lehrbrief 18

MÄRZ 1955

Inhalt des Lehrbriefes

	Seite
I. Fernmeldebau	
C. Unterirdischer Fernmeldebau	
5. Bau eines Kabelkanals	2
6. Das Einziehen der Röhrenkabel	12
7. Das Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät für Kabellöt- und -spleißarbeiten	18
8. Die Kabellöt- und -spleißarbeiten	23
II. Grundlagen der Elektrotechnik	
L. Meßgeräte und Meßkunde	31
M. Einführung in die Funktechnik	42
III. Fernmeldetechnik	
D. Einführung in die Wählamtstechnik	55
V. Berufs- und Staatsbürgerkunde	
B. Staatsbürgerkunde	
3. Länder und Gemeinden	66
VI. Deutsch	
C. Rechtschreibung	70
VII. Rechnen	
G. Allgemeine Prozentrechnung	73

1. Fernmeldebau

C. Unterirdischer Fernmeldebau

5. Bau eines Kabelkanals

Unter dem Sammelbegriff „Kabelkanal“ verstehen wir den eigentlichen, aus den Kabelformstücken bestehenden **Kanal**, der sich wiederum nach den aufzunehmenden Kabeln in **Hauptkanal** und **Verteilungskanal** unterscheidet, die **Kabelschächte** und die **Abzweigkästen**.

Warum bauen wir nun einen Kabelkanal, der doch sehr viel teurer ist als ein oder auch mehrere Erdkabel? Die fortschreitende Entwicklung unserer Industrie, des Handels und des Gewerbes, kurz aller Zweige unserer Wirtschaft, zieht naturgemäß auch eine ständige Vermehrung der Fernsprechanlüsse nach sich. Wollte man nun dem stetig wachsenden Bedarf an Kabeln dadurch begegnen, daß man dementsprechend im Abstand von wenigen Jahren immer wieder zu den vorhandenen ein neues Erdkabel hinzulegt, so würde dies bei den hochwertigen Straßendecken, wie wir sie heute des starken Verkehrs wegen haben, wiederum sehr viel Geld kosten. Abgesehen davon würden die Straßenbauverwaltungen dies auch gar nicht zulassen. Würde man nun stattdessen gleich auf einmal so viele und hochpaarige Kabel verlegen, daß der Adernbedarf für etwa, sagen wir einmal 25 Jahre gedeckt wäre, würden diese Kabel als totes Kapital in der Erde liegen und keinerlei Zinsen einbringen. Wo eine solche stetige und schnelle Entwicklung abzusehen ist, entschließt sich die Deutsche Bundespost, einen Kabelkanal zu bauen, der so viel Züge hat, daß er die derzeit benötigten und die nach menschlichem Ermessen jemals erforderlich werdenden Kabel aufnehmen kann. Dann brauchen wir niemals mehr die teure Straßendecke aufzubrechen und unter hohen Kosten wieder herzustellen.

Deshalb bauen wir einen Kabelkanal.

Wir bauen einen Kabelkanal

Vorerst ist es notwendig, zu wissen, welches Bauteil für die Herstellung eines Kabelkanals erforderlich ist. Vor allem benötigen wir die **Kabelformstücke**. Hiervon gibt es vier Typen: ein-, zwei-, drei- und vierzügige. Es können Fälle eintreten, in denen diese Kabelformstücke (Kf) aus zwei Teilen, einem Unter- und einem Oberteil, bestehen müssen, und zwar dann, wenn wir bereits in der Erde liegende Kabel nachträglich in einem später zu bauenden Kanal mitführen wollen. Alle Kf sind von gleicher Länge; von dem Falz bis zur Nute (jedoch ohne diese) gemessen, sind sie 1 m lang. Die eine Stirnseite eines jeden Kf ist als Falz, die andere als Nute gearbeitet, um sie gut zusammenfügen zu können. Die Breiten der Kf sind: 1züg. = 15 cm, 2züg. = 27 cm, 3züg. = 38 cm und 4züg. = 50 cm. Verschätzen wir uns nicht bei ihrem Gewicht. Sie erscheinen uns nicht sonderlich groß und sind doch recht schwer. Sie wiegen: 1züg. = 30 kg, 2züg. = 50 kg, 3züg. = 68 kg und 4züg. = 85 kg. Daß also ein 4zügiges Kf fast zwei Zentner wiegt, hat schon mancher mit Erstaunen feststellen müssen, der es beim Abladen von Lkw der Lieferfirma allein heben wollte und dabei froh sein mußte, daß er nicht noch einen Betriebsunfall erlitt. Allein schon deshalb wollen wir uns ihre Gewichte merken. Es gibt aber auch noch ein verhältnismäßig leichtes Formstück. Wir verwenden es nur für **Hauseinführungen**. Da es nicht sehr oft Verwendung findet, genügt es, wenn wir wissen, daß es kürzer, schmaler und leichter als ein gewöhnliches 1zügiges Kf ist. Wir wollen uns merken, daß die Züge der Kf rund sind, einen Durchmesser von 100 mm haben und mit Bitumen gestrichen sind. — Die

unteren Ecken der beiden Stirnseiten des Kf enthalten je ein rundes, etwa 5 cm tiefes Loch, in das bei dem Zusammenfügen der Kf ein **Stahldorn** eingeführt wird, der zwar als „stählerner Haltedorn“ bezeichnet wird, jedoch nicht die Aufgabe hat, die Kf aneinanderzuhalten, sondern gewissermaßen zu **justieren**, also zu richten.

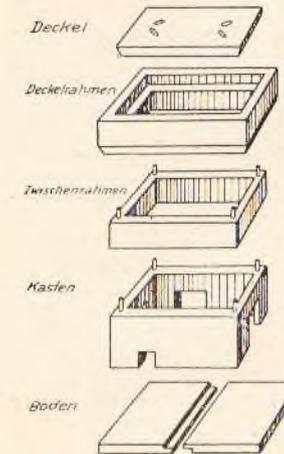


Abb. 1 Abzweigkasten (alter Art)

AK neuer Bauart auch bei Kanälen verwendet werden, die tiefer als normal verlegt werden müssen. Der Deckel und der Deckelrahmen sind mit festen Einfassungen aus 6 mm Flußstahl versehen, die mit den Stahleinlagen des Betons verschweißt sind und dadurch den beiden Teilen also, die den Belastungen und Erschütterungen am meisten ausgesetzt sind, eine größere Festigkeit geben. Nach der FBO 10 soll ein Verteilungskanal in Gehwegen 35 cm, in Orten mit Gasversorgung mindestens 50 cm Deckung haben. Wo es erforderlich erscheint, kann zum Festlegen des Kabels im AK ein Trageband mit Tragestilf verwendet werden. Die Ecken des AK sind durchgehend vom Oberrahmen bis zur Bodenplatte mit einem Dornloch versehen, in die

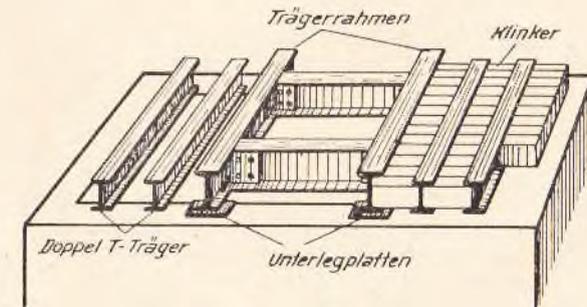


Abb. 2 Decke eines Kabelschachtes

Stahldorne mit entsprechender Länge eingeführt werden, wodurch eine Verschiebung der Einzelteile durch Seitendruck verhindert wird. Wenn ausnahmsweise ein Stahlbeton-Abzweigkasten nicht verwendet werden kann, so muß der AK aus Ziegelsteinen gemauert werden. Die lichten Maße des neuen AK betragen $0,65 \times 0,40 \times 0,31$ m.

Normalerweise wird jede Kabelkanalstrecke mit einem Kabelschacht begonnen und abgeschlossen. Bis vor kurzer Zeit stellte man einen solchen Schacht ausschließlich aus Mauerwerk oder Stampfbeton her. Die Decke des Kabelschachtes in der Gehbahn bestand früher aus einzelnen Eisenbetonplatten, auf die der gußeiserne Rahmen mit dem eigentlichen Deckel aufgesetzt wurde. Z. T. finden sich auch heute noch solche Decken in Gehwegen. In der Fahrbahn erhält der Schacht eine stärkere Decke, deren tragendes Moment bisher ein Gerüst aus eisernen Doppel-T-Trägern war. Auch diese sind noch auf Fahrbahnschächten anzutreffen, müssen aber in nächster Zeit gegen stärkere Decken ausgetauscht werden. Die Träger wurden so verlegt bzw. aneinandergeflanscht, daß die Zwischenräume mit Ziegelsteinen und Zementmörtel ausgemauert werden können. Auf die Einsteigöffnung wurde der gußeiserne Rahmen mit dem Deckel aufgesetzt, um den dann die Straßendecke (Pflaster, Makadam, in der Gehbahn Platten usw.) wieder aufgebracht wurde. Der Nachteil dieser Decken besteht darin, daß das Eisen laufend gepflegt, also in gewissen Zeitabständen immer wieder entrostet und mit Rostschutzfarbe gestrichen werden muß. Neuerdings verwendet die DBP auch Stahlbeton-Fertigschächte. Diese werden von der Lieferfirma an die Baustelle geliefert und in wenigen Stunden zusammengesetzt. Sie bestehen aus der sogenannten Wanne (Bodenstück), vier Wänden und der Stahlbetondecke. Die Wände setzen sich aus mehreren Bauteilen zusammen, wodurch eine Verschiebung der Öffnung für den Einlauf der Kabelformstücke ermöglicht wird. Die Decke hat je nach Erfordernis eine kleinere (quadratische) oder eine größere (rechteckige) Ausparung, die als Einsteigöffnung dient, auf die der gußeiserne Deckelrahmen aufgesetzt wird, der den Deckel aufnimmt. Die Fertigschächte werden in mehreren Größen geliefert. Die gebräuchlichsten sind $1,90 \times 1,20 \times 1,65$ m für einen Lötischacht und $1,50 \times 1,20 \times 1,65$ m für einen Ziehschacht. Ihre Wandstärke richtet sich danach, ob sie in der Gehbahn oder in der Fahrbahn verwendet werden und beträgt 10 bzw. 12 cm. Diese geringe Wandstärke bedeutet eine erhebliche Einsparung an Bodenaushub gegenüber dem an der Baustelle hergestellten Mauer- oder Betonschächte. Für diese schrieb die FBO bisher im Gehweg durchschnittlich 25 cm, in der Fahrbahn 38 cm als Wandstärke vor. Mit Rücksicht auf die erhebliche Steigerung des Straßendrucks in den letzten Jahren sind die Wandstärken der Schächte neu festgesetzt worden. Zu diesem Zweck sind die Schächte nach der Möglichkeit ihrer Belastung durch den Straßenverkehr in drei Gruppen (Gehweg: 800 kg/m^2 und Brückenklasse 12, Fahrbahn: Brückenklasse 60) eingeteilt worden. Es genügt, wenn wir uns diese drei Gruppen merken und wissen, daß die Wandstärken je nach der Lage des Schachtes (Fahrbahn oder Gehbahn), seiner Länge und Breite 25, 38 bzw. 51 cm betragen. Dabei ist es ohne Belang, ob der Schacht gemauert oder aus Stampfbeton hergestellt wird. Bei beiden Herstellungsarten wird er noch durch Rundeisen verstärkt.

Da wir immer damit rechnen müssen, daß Gase, insbesondere Leuchtgas aus benachbarten Gasleitungen, in unseren Kanal eindringen, versehen wir einen Teil unserer Schachtdeckel, vornehmlich die der hochgelegenen Schächte, mit Entlüftungsschlitzen, durch die dann etwa eingedrungene Gase entweichen können. Diese Entlüftungsschlitze haben jedoch den Nachteil, daß Regenwasser und Straßenschmutz durch sie in den Schacht eindringen

können. Wir bringen daher unterhalb der Entlüftungsschlitze einen **Schmutzfänger** an, der aus einem zylinderförmigen Topf mit Henkel und einer Tragestange aus Rundeisen besteht.

Zum FBZ gehören auch die **Abdichtschalen**. Sie haben den Zweck — je nach Bauart —, sowohl freie als auch besetzte Kanalzüge gegen Wasser abzudichten und Schädlingen, wie Ratten usw., den Zugang unmöglich zu machen. Das wäre das meistgebräuchliche FBZ.



Abb. 3 Richtdorn

An FBG benötigen wir: einen **Richtdorn** aus Stahlrohr oder Hartholz mit Lederreiber und Bürste. Dieser Richtdorn wird gewissermaßen mit seinen Anhängern beim Auslegen der Kf — möglichst in jedem Zug ein Richtdorn — mitgezogen; er wird also in das erste Kf eingeführt, nach der Verlegung des zweiten Kf nachgezogen und so fort. Der Durchmesser des Richtdorns ist um etwa 3 mm schwächer als der des Kanalzuges. Dagegen ist die Lederscheibe etwas größer. Das Durchziehen des Richtdorns gewährleistet die gradlinige Verlegung der Kf; Reiber und Bürste reinigen zugleich die Kanalzüge von etwa eingedrungenem Schmutz und Sand. Hat man die Gewähr, daß die Züge einer Reinigung nicht bedürfen, führt man nur den Richtdorn — so hat es die Praxis als zweckmäßig erwiesen — durch die Züge und bewegt ihn nach jedesmaligem Verlegen eines Kf mehrmals vor und zurück. Ergibt dieses Hin- und Herbewegen einen hör- und fühlbaren Anschlag an der Stoßstelle der beiden zuletzt verlegten Kf, so zeigt dies eine Ungenauigkeit in der Höhen- oder Seitenlage der Kf an, die dann durch entsprechendes Nachrichten ausgeglichen werden muß. Auf diese Weise wird am einfachsten der einwandfreie Verlauf der Züge erreicht. Im anderen Falle besteht die Gefahr, daß später beim Einziehen der Kabel deren verhältnismäßig empfindlicher Bleimantel — es werden im allgemeinen nur Röhrenkabel eingezo-gen — an der Stoßstelle zweier nicht genau eingepaßter Kf beschädigt wird. Diese Gefahr ist bei hochpaarigen, also dicken Kabeln besonders groß.

Als FBG wollen wir auch noch die **Deckelheber (Hebezangen)** erwähnen. Sie dienen zum Ausheben der Schachtdeckel.

Daß dem eigentlichen Bau eines Kabelkanals, der sehr viel Geld kostet und auf unbeschränkte Zeit seinen Zweck erfüllen soll, eine gründliche Planung vorausgehen muß, ist selbstverständlich. Dabei ist der Grundsatz unumstößlich, den wir uns unter allen Umständen merken wollen: Der Kabelkanal muß zwischen zwei Schächten im sogenannten Tafelschnitt liegen, d. h. er kann zwischen zwei Schächten weder nach oben oder unten noch nach der einen oder anderen Seite abgeknickt werden. Das bedeutet, daß wir den Kanalgraben zwischen zwei Schächten in seiner vollen Tiefe ausheben müssen, bevor wir mit dem Auslegen der Kf beginnen. Wir können also nicht, wie beim Erdkabel oder bei der Auslegung von Vollrohren, erst die eine Hälfte einer Straße aufbrechen, die Kf verlegen und wieder verfüllen und dann die andere Hälfte aufbrechen usw. Dies kann man nur dann tun, wenn man die absolute Sicherheit hat, daß sich in der zweiten Straßenhälfte keine Hindernisse in Form von fremden Anlagen usw. befinden. Sonst laufen wir Gefahr, in der zweiten Hälfte auf solche

Hindernisse zu stoßen, die uns zwingen würden, mit der Grabensohle auf eine größere Tiefe zu gehen. Die Folge davon wäre ein nochmaliges Aufbrechen der ersten Hälfte. Bei der Planung stellen wir zuerst an Hand eines Planes des betreffenden städtischen Tiefbauamtes die bereits in der Straße liegenden fremden Anlagen (Gas, Wasser, Starkstrom, Kanalisation usw.) fest und versuchen, den Kanal in den Bürgersteig zu legen. Hier liegt er „ruhiger“, und wir können später die Kabelschächte zu Löt- und Reinigungsarbeiten ungestört öffnen, ohne den Verkehr zu behindern. Außerdem sparen wir Geld beim Ausheben des Grabens wegen der geringeren Tiefe. Finden wir keinen Platz mehr im Bürgersteig, gehen wir notgedrungen in die Fahrbahn.

Wenn möglich, wählen wir den Scheitelpunkt, also die Mitte der Straße, da sonst ablaufendes Regenwasser durch die Entlüftungsschlitze der Schachtdeckel in die Schächte rinnt. Außerdem kann der Verkehr — bei genügend breiter Straße — links und rechts der Schächte ungehindert vorbeifließen. Nachdem wir uns den Gegebenheiten entsprechend entschlossen haben, den Bürgersteig oder die Fahrbahn zu wählen, teilen wir die Gesamtstrecke des zu bauenden Kanals in Teilstrecken auf, deren Länge sich in die Fabrikationslänge des stärksten der Röhrenkabel, die wir einziehen wollen, aufteilen läßt, jedoch möglichst zwischen 80 und 150 m lang sein sollen. Wie schon oben gesagt, beginnt und endet jede Kanalstrecke mit einem Schacht. Wo die eine Kabellänge endet und die nächste beginnt, bauen wir einen **Löt-schacht**. In Kurven, wo ein Knickpunkt entsteht und Höhenunterschiede zu überwinden sind, schalten wir einen **Hilfsschacht** ein. Selbstverständlich auch da, wo vom Hauptkanal ein Seitenkanal abzweigt. Führt unser Kanal an einer bedeutenden Nebenstraße vorbei, so schalten wir auch hier einen Schacht ein, wenn wir damit rechnen müssen, daß in absehbarer Zeit auch in diese Nebenstraße einmal ein Kanal verlegt wird. Die Zahl der Züge richtet sich naturgemäß nach der Zahl der sogleich einzuziehenden zuzüglich der nach abgeschlossenem Endausbau des ON hinzukommenden Kabel. Durchschnittlich nimmt man ungefähr die doppelte Zahl der vorhandenen Kabel.

Nun beginnen wir mit dem eigentlichen Bau des Kanals. Lassen es die Verkehrsverhältnisse zu, wird mit dem Aushub der ersten und zweiten Schachtgrube und dem dazwischenliegenden Kanalgraben zugleich angefangen. Im anderen Falle zuerst mit dem Kanalgraben. Dazu müssen wir wissen, wie groß eine solche Schachtgrube sein muß. Die lichten Maße eines normalen Löt-schachtes betragen: 1,90 m lang, 1,20 m breit und 1,65 m tief. Für einen normalen Hilfs- oder Ziefschacht benötigen wir in der Länge nur 1,50 m. Breiten- und Tiefenmaß bleiben dieselben. Bei Bedarf weichen wir natürlich von diesen Maßen ab. Zu diesen lichten Maßen rechnen wir die bereits angegebenen Wandstärken des zu bauenden Schachtes hinzu. Von der Außenseite der Schachtwand benötigen wir noch einen Abstand zum Erdreich von rund 15 cm, um freien Raum zum Arbeiten (Verputzen oder Verstreichen) zu haben.

Bei der Feststellung des Tiefenmaßes der Baugrube müssen wir berücksichtigen, daß die Sohle jedes Schachtes 15 cm stark sein muß. Abgedeckt wird der Schacht mit einer fertigen Stahlbetondecke, deren Stärke 20 cm beträgt, auf deren Einsteigöffnung der gußeiserne Schachtdeckelrahmen von 15 cm Höhe aufgesetzt wird. Diesen Deckelrahmen setzen wir jedoch nicht unmittelbar auf die Betondecke auf, sondern untermauern ihn mit mindestens 2 Ziegelsteinlagen. Dies hat den Vorteil, daß wir bei etwa später notwendig werdender Tieferlegung der Straße nicht die schwere im Zementverputz liegende Betondecke abnehmen und den Mauer-schacht von oben

teilweise abbrechen müssen, sondern lediglich diese kleine Mauer-schicht wegzunehmen brauchen.

Den Kabelgraben zwischen den beiden Schächten heben wir so breit aus, daß beiderseits vom Kf noch 15 cm freier Raum vorhanden ist, damit die Stoßstellen an den Seiten der Kf ordentlich mit Zementmörtel abgedichtet werden können. Die Tiefe des Grabens richten wir so ein, daß im Gehweg 50 cm, in der Fahrbahn mindestens 60 cm Deckung für den Kanal bleiben.

Haben wir die sogenannte „rohe“ Sohle erreicht (bevor wir also die letzten Unebenheiten ausgleichen), tafeln wir durch, d. h. wir stellen auf der Grabensohle 3 bis 4 Holztafeln (aus einem senkrechten und einem waagerechten Teil bestehend) in der Grabensohle auf und visieren diese über ihren waagerechten Teil so ein, daß die Oberkanten des waagerechten Teils eine Linie bilden. Dabei ist es ohne Bedeutung, ob diese Linie bzw. der nach dieser zu legende Kanal von einem Schacht zum andern steigt, fällt oder waagrecht verläuft. In vielen Fällen zwingen uns Hindernisse, die wir nicht beseitigen können, von der Waagerechten abzugehen. Natürlich

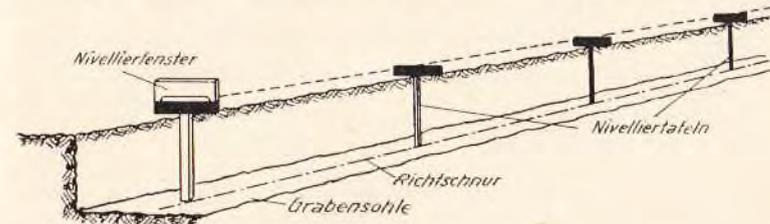


Abb. 4 Ausrichten der Grabensohle

muß dies in gewissen Grenzen bleiben, da wir ja weder in einen Schacht zu hoch einlaufen noch von einem solchen zu tief abgehen können. Hierdurch würde das Arbeiten an den Kabeln in den Schächten zumindest erschwert oder gar unmöglich gemacht. Als ungefähres Maß nehmen wir 40 cm Abstand der Schachtsohle von der Unterkante des untersten Zuges und ebenso 40 cm Abstand von der Schachtdecke zur Oberkante des obersten Zuges. Wir vermeiden diese äußersten Maße natürlich soweit es geht, weil jeder Höhenunterschied im Schacht das Einziehen der Kabel erschwert. Dies ist besonders der Fall, wenn wir gezwungen sind, die Kabel bei kaltem Wetter einzuziehen, weil sie dann sehr steif sind. Haben wir also durch-visiert, legen wir den Standort einer jeden Holztafel mit einem Ziegelstein, denn wir in die Grabensohle einlassen, fest und visieren dann zur Kontrolle noch einmal durch. Nach diesen nun in die Grabensohle im sogenannten Tafelschnitt eingelassenen „Spionen“, wie sie der Fachmann nennt, richten wir uns beim letztmaligen Einebnen der Sohle. Wir wollen uns den Hergang gerade dieser Arbeiten gut merken, da von ihrer sorgfältigen Durchführung der ordnungsmäßige Bau des Kanals und vor allen Dingen das Einziehen der empfindlichen Röhrenkabel ohne Beschädigung abhängt. Um auch den gradlinigen Verlauf des Kanals sicherzustellen, fluchten wir auf einer Seite der Sohle mit Fluchtstäben durch, spannen entlang dieser Fluchtlinie eine Schnur und legen zwischendurch diese Schnur mehrmals fest. Bevor die Grabensohle letztmalig überarbeitet wurde, sind die Kf an den Grabenrand entlang, und zwar so, wie sie in der Grabensohle zu liegen

kommen (Nute zu Falz), abgelegt worden. Wenn die Sohle nicht in der Waage liegt, achten wir darauf, daß die Nute stets bergab zeigt, damit etwa entlangfließendes Wasser nicht in die Formstücke dringt. Wir legen die Kf vor der letzten Einebnung der Sohle an den Graben, um zu vermeiden, daß Steine oder Erde herabfallen und ein nochmaliges Nacharbeiten erforderlich machen. Nun beginnen wir mit dem Auslegen der Kf. An der Stoßstelle zweier Kf wird die Grabensohle etwa 10 cm breit und 2 cm tief ausgehoben und diese Vertiefung mit Zementmörtel ausgefüllt, in den dann die Stoßstelle gewissermaßen eingebettet wird. Bauen wir einen Kanal, bei dem mehrere Kf aufeinandergelegt werden, hat dies im Mauerverband zu erfolgen, d. h. bei der zweiten Lage beginnen wir mit einem in seiner Länge halbierten Kf, so daß die Stoßstellen der Lagen stets um eine halbe Formstücklänge versetzt sind. Zwischen die einzelnen Lagen kommt eine

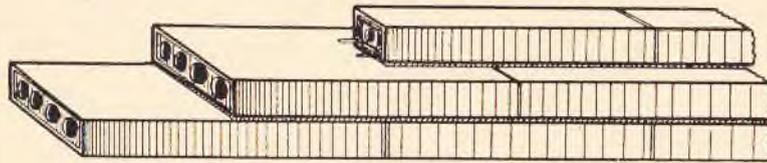


Abb. 5 Kabelkanal (2x 4zünftig) mit Verteilungskanal

1 cm starke Zementmörtelschicht. Die Kf müssen so liegen, daß die kleinen Öffnungen an den Stirnseiten zur Aufnahme des „stählernen Haltedorns“ unten sind. Wir dürfen auch nicht vergessen, zumindest in die beiden äußeren Züge eines jeden Kf den schon anfangs erwähnten Richtdorn einzuschieben und durch alle neu hinzugelegten Kf mit vorzuziehen. Die Kf müssen voll aufliegen und dürfen unter keinen Umständen wippen. Zum Heranführen des nächsten Kf benutzen wir zweckmäßig zwei selbsthergestellte Traghaken aus 8 mm starkem Rundstahl mit einer weiten Öse als Handgriff, einem 1 m langen Schaft und einem 10 cm langen, rechtwinklig abgebogenen und flachgeschmiedeten Endteil. Mit dieser Hilfseinrichtung führen wir das Kf flacher an das liegende heran und vermeiden Handverletzungen. Treffen wir auf Gas-, Wasser- oder Kanalisationsleitungen, müssen wir einen allseitigen Abstand von mindestens 6 cm, von Starkstromanlagen sogar einen solchen von 30 cm einhalten. Ist dies nicht möglich, lassen wir diese Anlagen von den betreffenden Verwaltungen auf Kosten der DBP umlegen. So fügen wir Kf an Kf, bis unser Kabelkanal geradlinig und im Tafelschnitt ordentlich verlegt ist.

Inzwischen sind auch die Baugruben für den ersten und zweiten Schacht in den vorher angegebenen Maßen ausgehoben, so daß wir mit deren Bau beginnen können. Falls wir sie mauern, errichten wir zuerst die Wände. Daß das Erdreich, in das ein Schacht gebaut werden soll, „stehen“ muß, d. h. unter dem Gewicht des Schachtes nicht nachgeben darf, ist selbstverständlich. Bestehen Bedenken, ist der Boden der Schachtgrube tiefer auszuheben und durch eine Betonlage zu verstärken. Den Einlauf der Kf in die Schachtwand gestalten wir etwas trichterförmig, indem wir das Kf etwa 20 cm von der Innenseite der Wand zurückstehen lassen und die Ecken des Mauerwerks abschrägen. Wenn die Schachtwand verputzt ist, sieht der Einlauf etwa wie ein viereckiger Trichter aus. Der Raum zwischen Mauerwerk und Kf muß besonders sorgfältig mit Zementmörtel verfügt werden, weil sich hier unter Umständen verschiedene Druckbelastungen auswirken und Risse

entstehen können. Wenn es gar nicht anders geht, können als Ausnahme-fälle Fremdanlagen, außer Gasleitungen, durch den Schacht verlaufen, sofern sie die Führung der Kabel und das Arbeiten an diesen nicht behindern. Ihre Ein- und Austrittsstellen dürfen nicht mit Zementmörtel abgedichtet werden. Auch das Mauerwerk darf die fremden Anlagen nicht unmittelbar umschließen. Es ist ein freier Raum zu lassen, der mit einem Wickel aus Jute und Bitumen abzudichten ist, da die hier aneinanderschließenden verschiedenen Baustoffe (Mauerwerk, Beton, Eisen, Guß) bei einwirkender Wärme auch verschiedene Ausdehnungsgrade haben. Durch die verschiedenen starke

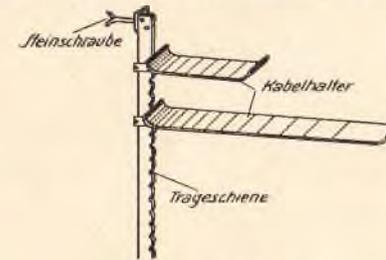


Abb. 36 Kabelhalter in einem Mauer- oder Betonschacht

Ausdehnung würden undichte Stellen entstehen. Starkstromkabel sind mit Halbrohren aus Asbest-Zement, Wasserleitungs- und Kanalisationsrohre mit einem frostschtützendem Mantel zu umkleiden. Nach der Höhe des Einlaufs richtet sich auch die der Kabelhalter, an deren Anbringung wir beim Hochmauern der Wände denken müssen. Der Kabelhalter besteht aus der Trageschiene, die an der Wand befestigt wird, und dem eigentlichen Kabelhalter, der verstellbar ist. Bei den Fertigschächten ist der Kabelhalter aus Eisenbeton hergestellt. Erst wenn

das Mauerwerk auf die entsprechende Höhe gebracht und mit Zementmörtel verputzt ist, wird die 13 cm starke Sohle (aus Beton) eingestampft. Der Sohle geben wir etwas Gefälle nach der Mitte zu, wo sie eine Vertiefung erhält (den sogenannten Sumpf), um eingelaufenes Wasser ausschöpfen zu können. Liegt der Schacht in wasserführendem Erdreich, erhalten die Außenseiten seiner Wände noch einen Anstrich aus Bitumen. Der letzte Arbeitsgang beim Aufbau eines Schachtes ist dann das Aufbringen einer 2 cm starken Feinbetonschicht auf die Sohle, wobei darauf zu achten ist, daß dies nicht später als einen Tag nach dem Einstampfen der Sohle geschieht, da sonst beide Betonmassen nicht richtig miteinander abbinden. Ist dies getan, decken wir den Schacht für 2 bis 3 Tage so ab, daß kein Wasser eindringen kann. Liegt der Schacht im Bürgersteig, so legen wir die Abdeckung so, daß sie nicht den Schacht belastet, sondern auf dem Erdreich aufliegt, und geben ihn für den Fußgängerverkehr frei. In der Fahrbahn muß der Schacht für diese Tage abgesperrt und der Fahrverkehr um ihn herumgeleitet werden. Nach 4 Tagen hat das Mauerwerk so viel abgebunden, daß wir u. U. die Stahlbetondecke auflegen können. Zuvor jedoch tragen wir auf dem oberen Rand des Mauerwerks, also auf der letzten Ziegelsteinlage, etwa 5 bis 6 cm stark Feinbeton auf, damit die Decke mit dem Mauerwerk feste Verbindung erhält und keine undichten Stellen entstehen. Die Decke hat genau im lichten Maß der Länge und Breite des Schachtes eine Verdickung, gegen die sich die Schachtwände nach innen anlegen, wodurch sie gegen den Druck von außen, was besonders in der Fahrbahn von Wichtigkeit ist, geschützt sind. Dann legen wir, wie bereits bei der Zusammenstellung der Maße eingehend beschrieben, auf die Einsteigöffnung der Betondecke den gußeisernen Schachtdeckelrahmen, jedoch nicht unmittelbar auf die Decke selbst, sondern auf einen Kranz aus mindestens zwei Lagen Ziegelsteinen, die mit Zementmörtel vermauert werden. In diesen Rahmen kommt dann der eigentliche Schachtdeckel. Daß der freie Raum zwischen der Außen-

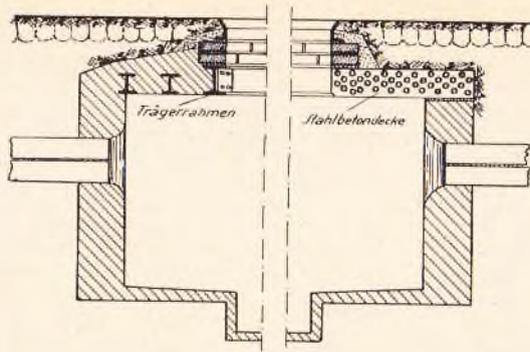


Abb. 7 Kabelschacht a) mit Trägerrahmen b) mit Stahlbetondecke

seite der Schachtwand und dem Erdreich wieder gut verfüllt wird, ist selbstverständlich, da es sonst Nachsenkungen um den Schacht gibt, die die Ursache zu Beschädigungen des Schachtes durch Fahrzeuge sein können. In der FBO steht zwar, daß „fortschreitend mit den Aufbauarbeiten“ der Boden um die Schachtwände eingebracht und sorgfältig gestampft werden soll. Dies birgt die Gefahr in sich, daß durch das Stampfen, besonders wenn sich Steine in der Einfüllmasse befinden, die Ziegelsteine im frischen Zementmörtel aus ihrer Lage gedrückt werden, wodurch dann außerdem auch der Abbindeprozeß des Zementmörtels ungünstig beeinflußt wird. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß Beton, wenn nicht ein besonderer hochwertiger Spezialzement verwendet wurde, 28 Tage braucht, um restlos abzubinden.

Sind wir beim Bau eines Schachtes nicht durch Fremdanlagen behindert, setzen wir zweckmäßig einen Fertigschacht aus Stahlbeton. Ein solcher Fertigschacht besteht des hohen Gewichts wegen aus mehreren Teilen, die aber in wenigen Stunden zusammengesetzt und auch sogleich mit der Stahlbetondecke abgedeckt werden können. In verkehrsreichen Straßen ist die Verwendung dieses schnell zu bauenden Schachtes natürlich von großem Vorteil.

In den Fällen, in denen wir aus Raumnot weder einen Schacht mauern (wegen der verhältnismäßig starken Wände) noch einen Fertigschacht stellen können, da wir von der Rechteckform abweichen müssen, sind wir gezwungen, ihn aus Stampfbeton herzustellen. Zu diesem Zweck müssen wir erst eine Verschalung zimmern, die neuerdings stets doppelwandig herzustellen ist.

Die Arbeitsgänge sind, um sie besser verständlich zu machen, so beschrieben, als wenn sie von dem Fernmeldearbeiter selbst ausgeführt würden. Um keine Zweifel aufkommen zu lassen, sei jedoch gesagt, daß mit der Ausführung des Baues eines Kabelkanals mit seinen Schächten normalerweise ein Unternehmer beauftragt wird. Da aber stets ein oder mehrere Angehörige eines Fernmeldebautrupps damit beauftragt werden, die ordnungsgemäße Ausführung der bei einem solch umfangreichen Bauvorhaben vorkommenden Arbeiten verantwortlich zu überwachen, muß sich

auch der Farb und FBHandw mit all diesen Vorgängen vertraut machen und daran denken, daß ein solcher Kabelkanal der Verwaltung sehr viel Geld kostet und viele Jahre seinen Zweck erfüllen soll.

Merke:

1. Erforderliches FBZ für den Bau eines Kabelkanals.

a) Kabelformstücke, b) Hauseinführungskabelformstücke, c) stählerne Haltedorne, d) Abzweigkästen, e) Stahlbeton-Fertigschächte, f) Doppel-T-Trägerrahmen für Fahrbahnschachtdeckungen oder Stahlbetondecken, g) gußeiserne Deckelrahmen mit Deckel, h) Schmutzfänger, i) Abdichtschalen, k) Bauelemente, wie Ziegelsteine, Kies, Sand, Zement.

2. Erforderliches FBG.

a) Richtdorn mit Lederreißer und Stahlbürste, b) Traghaken für Kl, c) Hebezangen, d) Fluchtstäbe, e) Richtschnur, f) Visiertafeln, g) Absperrgerät.

3. Maße der Kabelformstücke. Länge = 1,00 m, Breite: 1zügig = 0,15 m, 2zügig = 0,27 m, 3zügig = 0,38 m, 4zügig = 0,50 m, Höhe = 0,15 m, Durchmesser des Zuges = 0,10 m.

4. Maße des Hauseinführungskabelformstückes. Länge = 0,75 m, Breite = 0,08 m, Höhe = 0,08 m, Durchmesser des Zuges = 0,04 m.

5. Gewichte der Kabelformstücke. 1zügig = 30 kg, 2zügig = 50 kg, 3zügig = 68 kg und 4zügig = 85 kg.

6. Gewicht des Hauseinführungskabelformstückes: 7 kg.

7. Grundsätzlich erst versuchen, den Kanal in die Gehbahn zu legen. Nur wenn hier keine Möglichkeit besteht, kann die Fahrbahn benutzt werden.

8. Jeder Kanal beginnt und endet mit einem Schacht.

9. Der Kanal muß zwischen zwei Schächten im Tafelschnitt liegen.

10. Die Länge der Teilstrecke zwischen zwei Schächten richtet sich auf gerader Strecke nach der Fabrikationslänge des stärksten Kabels. Sie darf jedoch nicht länger als 150 m sein.

11. Die Kreuzung einer Straße muß in einem Arbeitsgang erfolgen, wenn nicht die absolute Gewähr besteht, daß keine Fremdanlagen in der Straße liegen.

12. Man unterscheidet Löttschächte und Hilfs- oder Ziehschächte.

13. Löttschächte werden gebaut: a) Am Anfang und Ende eines Kanals, b) an der Stoßstelle zweier Fabrikationslängen, c) am Abgang eines Seitenkanals.

14. Zieh- oder Hilfsschächte werden gebaut: a) An jedem Höhenknickpunkt, b) an jedem Seitenknickpunkt, c) bei Überschreitung der 150-m-Grenze.

15. Grundsätzlich wird, auch bei schwachpaarigen Kabeln, die Lötstelle im Schacht hergestellt. Niemals wird eine Lötstelle in den Zug eingezogen.

16. Die Zahl der Züge richtet sich nach der Zahl der einzuziehenden Kabel. Zu dieser werden nochmal rd. 100 Prozent als Reserve zugeschlagen.

17. Lichte Maße eines Löttschachtes in der Fahrbahn (Normalgröße): Länge = 1,90 m, Breite = 1,20 m, Tiefe = 1,65 m, eines Ziehschachtes 1,50/1,20/1,65 m.

18. Wandstärke der Fahrbahnschächte 12 cm, der Gehbahnschächte 10 cm, Deckenstärke der Fahrbahnschächte je nach Größe 20—24 cm, der Gehbahnschächte 14—18 cm (Maße der Stahlbeton-Fertigschächte).

19. Nach FBO 10 Deckung des Kanals in der **Gehbahn** = 0,50 m, in der **Fahrbahn** = 0,60 m, die jedoch zweckmäßig auf 0,80—1,00 m erhöht wird.
20. Breite des Kanalgrabens: **Breite** des betreffenden Kabelformstücks plus 0,15 m auf jeder Seite.
21. Mindestabstand des Einlaufs der Kabelformstücke von der Decke bzw. von der Sohle = 0,40 m.
22. Allseitiger **Abstand** von Gas-, Wasser- und Kanalisationsanlagen = 0,06 m.
23. Allseitiger **Abstand von Starkstromanlagen** = 0,30 m.
24. **Beton** braucht 28 Tage, bis er restlos **abgebunden** hat.

6. Das Einziehen der Röhrenkabel

Daß das Einziehen der Röhrenkabel in die Züge nicht unmittelbar mit der Hand erfolgen kann, ist fast selbstverständlich, es sei denn, es handelt sich um kurze Kanalstrecken und schwachpaarige Kabel. Sonst benutzen wir grundsätzlich hierzu eine Winde. Anfänglich waren nur **Kabelhandwinden** verschiedener Bauart im Gebrauch. Sie werden auch heute noch, soweit sie noch brauchbar sind, benutzt.

Die „**Kleine Kabelhandwinde**“ ist denkbar einfach gebaut. Sie besteht aus einem auf vier kleine Eisenräder gestellten Bock aus Flach- und Winkel-eisen mit einer Welle, über die die Zugseiltrommel geschoben wird. Sie hat nur ein geringes Gewicht und kann an zwei seitlich angebrachten Holmen aus Rohr auch getragen werden. Verwendet wird sie lediglich zum Einziehen von Kabeln bis zu 100 DA.

Die „**Große Kabelhandwinde**“ ist in verschiedenen Bauarten im Gebrauch, sie besteht aus einem eisenbereiften, zweiseitig geschlossenen Eisenrahmen, in dem die Wellen bzw. Achsen der Zugseiltrommel und die der Trieb-räder (Zahnräder) für die Übertragung und die drei Übersetzungen gelagert sind. Betrieben wird die Winde mit einer Doppelkurbel. Mit dieser Winde lassen sich Einziehgeschwindigkeiten, je nach eingeschalteter Übersetzung, von 2 bis 18 m in der Minute erzielen. Sie ist für Zugleistungen bis zu 4000 kg gebaut. Das Zugseil wird durch eine selbsttätige Gleitvorrichtung so geführt, daß es sich geordnet aufwickelt. Mit ihr kann jede Kabeltype eingezogen werden. Bei starken Kabeln und langen Strecken ist das Einziehen mit dieser Winde naturgemäß sehr mühsam.

Eine wesentliche Verbesserung bedeutet die spätere Entwicklung der „**Kabelkraftwinde**“, die mit Motorkraft betrieben wird und deren Konstruktion im Prinzip der großen Handwinde gleicht. Sie ist als regelrechter Fahrzeuganhänger gebaut, vollgummibereift und mit einem Dach versehen. Eine selbsttätige Auslösevorrichtung sorgt dafür, daß bei Überschreitung der vorgeschriebenen Höchstbelastung der Motor ausgeschaltet wird. Sie hat ein Dreiganggetriebe, das Einziehgeschwindigkeiten von 3, 6 und 10 m in der Minute wahlweise ermöglicht. Ihre Seiltrommel ist so bemessen, daß sie ein Zugseil bis zu 400 m Länge aufnehmen kann. Die Aufspulung des Seils wird selbsttätig von Lage zu Lage gesteuert, wobei eine Bremse dafür sorgt, daß das Seil stets gestrafft auf die Trommel gezogen wird. Bei etwaigem Versagen des Motors kann die Winde auch mit der Hand betätigt werden.

Die letzte Entwicklung der Motorwinde ist die „**selbstfahrende Kabelkraftwinde**“. Es ist dies ein Spezial-Dieselmotorwagen mit geschlossenem Aufbau. Sein Fahrmotor treibt nach Umschaltung auch die Winde an. Vier

Vorwärtsgänge ermöglichen Einziehgeschwindigkeiten von 2 bis 10 m je Minute. Ein Rückwärtsgang dient zum Abspulen des Zugseils. Eine zwischen Motor und Winde eingebaute Kupplung trennt diese automatisch bei Überschreitung der Höchstbelastung. Der Aufbau des Kfz ist so eingerichtet, daß auch das für den gesamten Arbeitsgang erforderliche Personal Platz findet und befördert werden kann.

Kabelkraftwinden werden nur denjenigen FBÄ zugeteilt, bei denen sie jährlich mindestens an 50 Arbeitstagen Verwendung finden.

Zu der verhältnismäßig schwer zu bedienenden großen Kabelhandwinde gehört eine leichte „**Zugseilwinde**“, die aus einem leichten Eisengestell, der Welle und der Trommel besteht und ausschließlich zum Einziehen des Zugseiles benutzt wird. Steht eine Kraftwinde zur Verfügung, so wird selbstverständlich das Zugseil mit dieser eingezogen.

Neben der Winde sind zum Einziehen der Röhrenkabel noch folgende Geräte erforderlich:

1. ein Satz Schiebegestänge (Einschiebegerät),
2. Gleitrollen mit starrer Welle oder Spannstock,
3. Packrollen,
4. Kabelschleifbögen und Kanaltüllen,
5. 1 Kabelziehstrumpf mit Zugseil,
6. Absperrgeräte und Warnzeichen,
7. 1 Kanalbürste und Schmutzgreifer,
8. 2 Hebezangen für Kanaldeckel.

Ein Satz **Schiebegestänge** besteht aus 150 Stück Holzstäben oder Leichtmetallrohren, die ein Meter lang und an den beiden Enden mit Schraubgewinden (je 1 Innen- und 1 Außengewinde) oder mit zwei Haken versehen sind. Am Anfang des ersten Teilstücks wird ein abgerundetes Kopfstück angeschraubt, um mögliche Unebenheiten leichter überwinden zu



Abb. 8 Verschraubbares Schiebegestänge

können. Am Ende des letzten Teilstücks befindet sich ein Haken zur Befestigung des Zugseils. Gewöhnlich wird das Gestänge von einem Schacht zum anderen durchgeschoben, indem im Anfangsschacht das erste Teilstück in den Zug geschoben, das zweite Teilstück mit dem ersten verschraubt und nachgeschoben wird und so fort.

Wenn der Zug verschlammte sein sollte, wird von beiden Schächten das Gestänge eingeschoben, an den Spitzen der beiden Gestängeteile jedoch ein **Kupplungsstück** aus Rundstahl aufgeschraubt, das so gefertigt ist, daß es nicht den Schlamm vor sich herschiebt und den Zug schließlich verstopft, sondern über ihn hinweggleitet.

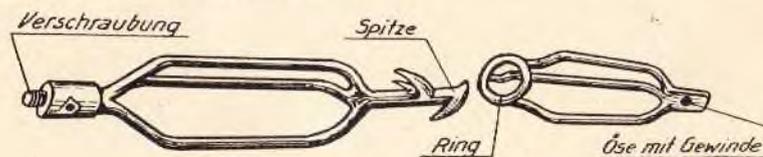


Abb. 9 Kupplungsstück

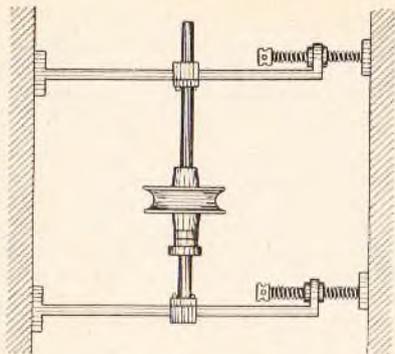


Abb. 10 Gleitrolle mit starrer Welle

Um die hemmende Wirkung der Reibung des Kanals und auch des Zugseils, die am Einlauf in den Zug und u. U. auch an den Schachtwänden besonders groß ist, außerdem auch zu Beschädigungen des Kabels und des Zugseils führen kann, zu verringern, werden **Gleitrollen** mit starrer Welle oder mit **Spannstöcken** sowie **Packrollen** verwendet. Gleitrollen mit starrer Welle werden eingesetzt, wenn sich die Züge im Schacht gegenüberstehen und somit das Kabel geradlinig verläuft. Sind die Züge jedoch zueinander versetzt, so daß das Kabel also im Schacht seine Richtung verändert, werden Gleitrollen mit Spannstöcken verwendet.

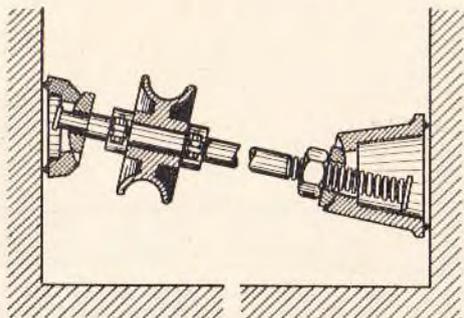


Abb. 11 Gleitrolle mit Spannstock

Die **Packrolle** wird einfach auf den Boden gestellt oder an die Schachtwand gelehnt und braucht nicht befestigt zu werden, da sie durch das Gewicht und den Druck des Kabels festgehalten wird. Sie wird auch verwendet, wenn in besonderen Fällen ein empfindliches Röhrenkabel auf der Erde ausgezogen werden muß.

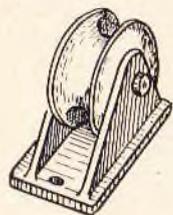


Abb. 12 Packrolle

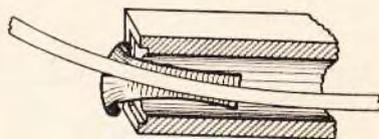


Abb. 13 Kabelschleifbogen

Kabelschleifbögen und **Kanaltüllen** haben die besondere Aufgabe, das Kabel am Einlauf des Kanalzuges zu schützen.

Der **Kabelziehstrumpf** wird über den Anfang des Kabels geschoben und hat durch die Anordnung seines Maschengeflechts die Eigenschaft, beim Anziehen seine Maschen zu verengen und, je fester der Zug, sich um so fester um das Kabel zu legen. Er besteht aus Stahlлитzen, die sämtlich vorne in einer oder zwei Osen enden, in die das Zugseil eingehakt wird. Zum Nachziehen eines Kabels wird ein **Nachziehstrumpf** verwendet, dessen beide Enden offen sind und der somit weiter über das Kabel geschoben wird. Das Nachziehen kann u. a. erforderlich werden bei hochpaarigen Kabeln, um sie an die Schachtwände legen zu können.



Abb. 14 Zugseilabschluß

Das **Zugseil** ist etwa 300 m lang und mit einem Ende an der Zugseiltrommel befestigt. Das andere Ende ist mit einer Vorrichtung versehen, mit deren Hilfe das Zugseil mit dem Ziehstrumpf sicher verbunden werden kann. Diese Vorrichtung wird **Schäkel** genannt. Sie besteht aus der Hülse, der Birne, dem Stollen und dem eigentlichen Schäkel.

Zum Reinigen verschmutzter Kanalzüge dienen der **Schmutzgreifer** und die **Kanalbürste**. Der Schmutzgreifer besteht aus einer dreiteiligen Stahldrahtspirale, deren Windungen sich beim Durchziehen dehnen, dabei den Schlamm aufnehmen und ihn festhalten. — Die **Kanalbürste** ist eine Walze mit aufgesetzten Stahlborsten.

Bevor ein Schacht zum Einziehen eines Kabels geöffnet wird, sind die **Absperrgeräte**, falls er in der Fahrbahn liegt, auch die **Warn tafeln** aufzustellen. Bei Dunkelheit sind sowohl die Absperrgeräte als auch die Warn tafeln zu beleuchten. Das Absperrgerät ist ein auf Holz oder Eisen gefertigtes mehrteiliges, rot und weiß gestrichenes Gestell, das den Schacht völlig umschließt. Die Warnzeichen sind die bekannten Schilder nach den verkehrspolizeilichen Vorschriften. Zum Ausheben der Schachtdeckel werden **Hebezangen** verschiedener Ausführungen benutzt.

Zur Verminderung der Reibung ist die Verwendung von **Kabelgleitfett**, besonders bei hochpaarigen Kabeln, unerlässlich. Es ist dies ein säurefreies Fett, das vornehmlich im Anfangsschacht, notfalls aber auch in allen Schächten rund um das Kabel aufgetragen wird.

Nachdem wir alle zum Einziehen erforderlichen Geräte usw. kennengelernt haben, wollen wir kurz den Ablauf der Arbeitsvorgänge schildern.

Sofort nach dem Öffnen der in Frage kommenden Schächte stellen wir die Absperrgeräte, und bei Fahrbahnen auch die Warnzeichen auf. Die Schachtdeckel legen wir so, daß sie keine Unfallgefahr bilden. Sollten sie festgefroren sein, werden sie keinesfalls mit einem Eisen beklopft, um sie zu lösen, noch viel weniger mit einer Lötlampe oder offenem Feuer aufgetaut, da sonst die Gefahr besteht, daß das u. U. im Schacht angesammelte explosive Gas zur Entzündung kommt. Vielmehr versuchen wir es durch Beklopfen mit einem schweren Holzteil. Wenn dies nicht hilft, tauen

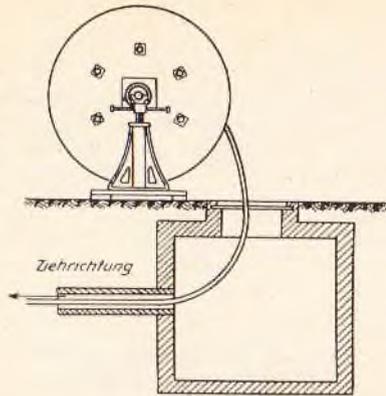


Abb. 15 Einführen des Kabels

wir mit heißem Wasser auf. In sehr großen Ortsnetzen sind Dampfauf-taegeräte im Gebrauch. Ist der Schacht geöffnet, warten wir mindestens 3 Minuten, wenn der Deckel keine Entlüftungsschlitze hat, mindestens 10 Minuten, bevor wir ihn besteigen. Besteht der Verdacht, daß sich schwere Gase, das sind Gase, die schwerer sind als Luft, im Schacht gesammelt haben können, benutzen wir einen Gasanzeiger. Auf jeden Fall ist das Betreten des Schachtes mit offenem Feuer (Lötlampe, Licht usw.) verboten, solange nicht einwandfrei festgestellt ist, daß der Schacht gasfrei ist. Nun bringen wir das Schiebegerüst durch und mit dessen Hilfe dann das an ihm befestigte Zugseil. Dann stellen wir die Trommel mit dem einzuziehenden Kabel so an dem Anfangsschacht auf, daß es an dessen in Ziehrichtung liegendem Rand steht und das Kabel in leichtem Bogen in den Kanalzug einläuft. Die Handwinde stellen wir hinter den Endschacht, wenn irgend möglich in gerader Fortsetzung der Ziehrichtung, auf. Kraftwinden können dank einer besonderen Vorrichtung auch im Winkel zur Zugrichtung aufgestellt werden. Bevor wir mit dem Einziehen beginnen, besetzen wir neben dem Anfangs- und Endschacht auch jeden Zwischenschacht mit einem Mann, der das durchlaufende Kabel sorgfältig beobachtet und mit Kabelgleitfett einfettet. Sehr wichtig ist es, Augenverbindung zwischen der Trommel und der Winde zu halten, damit durch Winken jederzeit Verständigungsmöglichkeit besteht, um ein Anhalten des Ziehvorgangs stets sicherzustellen. Akustische Signale, wie Pfeifen usw., sind nicht immer geeignet, weil sie vom Lärm des Straßenverkehrs übertönt werden können. Die Trommel besetzen wir mit zwei Mann, die sie mit der Hand drehen. Ein dritter Mann zieht das Kabel von der Trommel ab und führt es im Bogen in den Schacht zum Einlauf. Die Kraftwinde wird von einem besonders ausgebildeten Windenführer bedient, die Handwinde von zwei bzw. vier Mann (zur Ablösung). Der Bautruppführer hält sich bei der Winde auf und gibt die Winkzeichen für Beginn und Ende bzw. Unterbrechung. Die Länge des Kabels ist so bemessen, daß am Anfang und am Ende genügend Überlappung (je nach Adernzahl 30 bis 70 cm) für die Lötstelle bleibt und das Kabel, nachdem der Einziehvorgang beendet ist, in den Zwischenschächten ausgebogen und an eine der Seitenwände auf die dort angebrachten Kabelhalter gelagert werden kann. Das Kabel wird in jedem Schacht mit Messingschildern, Bleistreifen oder Kunststoffstreifen, in die Kabelnummer, Adernzahl und die Stärke der Adern eingestanzt werden, gekennzeichnet.

Besonders einprägen wollen wir uns, daß bei Temperaturen unter -5 Grad kein Kabel mehr eingezogen werden darf, weil sonst infolge der Starre und Sprödigkeit des Materials die Gefahr besteht, daß das Kabel beschädigt wird.

Wenn schon beim Bau des Kabelkanals zu befürchten ist, daß die Züge verschmutzen werden, so wird ein 4–5 mm starker Eisendraht eingezogen. Ist dies unterblieben, da die Verschmutzung nicht vorauszusehen war, wird das mit Kupplungsstücken versehene Schiebegerüst von zwei Schächten

aus eingeführt. Nachdem sich die beiden Kupplungsstücke getroffen und fest miteinander verbunden haben, wird an das Gestänge ein sogenanntes Einführseil (leichtes Zugseil) befestigt und an dieses ein Schmutzgreifer angehängt. Alsdann wird das Gestänge mit Seil und Schmutzgreifer mehrmals durchgezogen. Zuletzt ist die Kanalbürste durch den Zug zu ziehen.

Das Ausziehen aus einem Kanal erfolgt ebenfalls mit der Winde, die jedoch so weit vom Austrittsschacht entfernt aufgestellt wird, wie das Kabel lang ist. Zwischen Schacht und Winde sind genügend Packrollen aufzustellen, damit der empfindliche Bleimantel des Röhrenkabels durch das Schleifen auf der Erde nicht beschädigt wird. Daß vorher die Lötstellen herausgeschnitten und die Kabelenden verkappt werden, ist selbstverständlich.

Merke:

- Zum **Einziehen eines Röhrenkabels** in einen Kabalkanal sind erforderlich:
 - 2 Mann zum Drehen der Trommel,
 - 1 Mann, der das Kabel von der Trommel abzieht und in den Schacht führt,
 - 1 Mann im Anfangsschacht zum Einführen des Kabels in den Kanalzug und zum Einfetten des Kabels,
 - je 1 Mann in den Zwischenschächten,
 - 1 Mann im Endschacht,
 - 1 Windenführer,
 - 1 Bautruppführer.
- Wir benötigen **folgende Geräte**:
 - 1 Winde (Hand- oder Kraftwinde). Bei Verwendung der großen Handwinde noch eine Zugseilwinde,
 - 1 Satz Schiebegerüste mit Kupplungsstücken,
 - entsprechend der Zahl der Schächte Gleitrollen mit Welle oder mit Spannstöcken,
 - eine entsprechende Zahl von Packrollen,
 - 1 Kabelziehstrumpf,
 - Kabelschleifbögen und Kanaltüllen,
 - Absperrgeräte und Warnzeichen,
 - 2 Hebezeugen,
 - bei Verschmutzung des Kanals 1 Einführseil, 1 Kanalbürste und 1 Schmutzgreifer,
 - außerdem genügend Kabelgleitfett.
- Bei mehr als 5 Grad Kälte kein Kabel einziehen.
- Eingefrorene Deckel nicht mit Feuer** oder einer **Lötlampe auftauen**, auch nicht mit eisernen Hilfswerkzeugen bearbeiten, sondern mit hölzernen Rammen beklopfen oder mit heißem Wasser auftauen.
- Vor dem **Betreten den Schacht**, dessen Deckel mit Entlüftungsschlitzen versehen ist, **3 Minuten** geöffnet halten. Hat der Deckel **keine Entlüftungsschlitze**, mindestens **10 Minuten** warten. Ist Gas festgestellt, sämtliche Schächte öffnen und erst nach längerer Zeit mit Gasanzeiger betreten. Stets zweiter Mann als Beobachter außerhalb des Schachtes. Gaswerk benachrichtigen.
- Bei längerem Arbeiten im Schacht **Gasanzeiger** aufstellen.
- Winde unverrückbar festlegen, Trommel gegen Umfallen sichern.
- Langsames Anfangstempo** beim Einziehen.
- Durchlaufendes Kabel** in den Schächten gut beobachten.

7. Das Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät für Kabellöt- und -spleißarbeiten

FBZ für Kabellöt- und Spleißstellen

An FBZ werden im Fernmeldebaudienst Kabelmuffen, Walzblei, Lötzinn, Verguß- und Abbrümmasse und Lötzubehör benötigt.

Kabelmuffen

Für Kabel mit größerem Außendurchmesser werden im allgemeinen fabrikmäßig hergestellte Muffen verwendet. Nach ihrem Verwendungszweck unterscheidet man **Abschluß-, Verbindungs- und Verzweigungsmuffen**.

1. Abschlußmuffen

Zum Abschließen und Aufteilen der hochpaarigen Kabel im Kabelaufteilungsraum und im Schacht vor dem LV werden für Kabel bis zu 700 DA Abschlußmuffen mit runder und über 700 DA Muffen mit rechteckiger Grundform verwendet (siehe Abb. 1).

Die Abschlußmuffe besteht aus einer Außen- und Innenmuffe. Sie wird aus Hüttenweichblei in 3 Größen fabrikmäßig hergestellt.

Der obere Teil der Muffe wird mit einem verzinnnten Messingdeckel abgeschlossen. Im Deckel der rechteckigen Muffen sind je nach Größe 9, 12 oder 15 Öffnungen vorhanden.

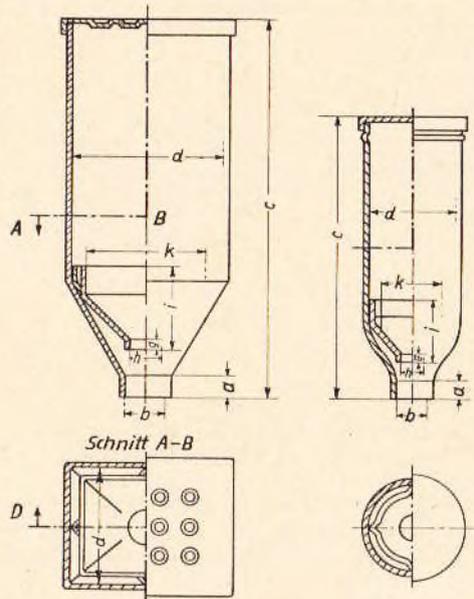


Abb. 1 Abschlußmuffen

2. Verbindungsmuffen

Hier unterscheidet man einteilige und zweiteilige Muffen. Auch diese Muffen werden fabrikmäßig aus Hüttenweichblei hergestellt. Nach ihrem

Durchmesser und ihrer Länge gibt es 8 Größen. Die einteiligen Muffen verengen sich nur nach einer Seite und laufen dort in einen Hals aus.

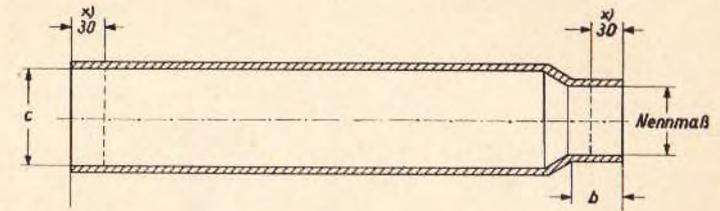
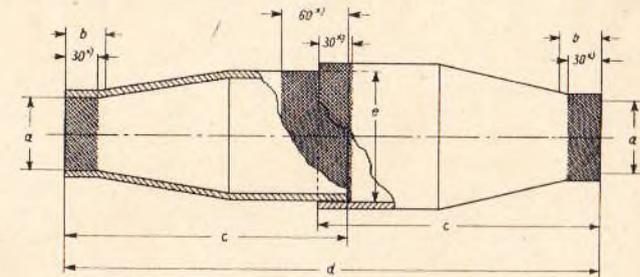


Abb. 2 Einteilige Bleiverbindungsmuffe

Der Durchmesser des Halses ist in cm angegeben und bildet das Nennmaß. Beide Enden sind auf einer Länge von 30 mm verzinnt. Hierbei unterscheidet man enge und weite Muffen. Die ersteren sind durch die Buchstaben Bl und die letzteren durch die Buchstaben Bla gekennzeichnet. Die Buchstaben in Vereinigung mit dem Nennmaß bezeichnen die Muffen (z. B. Bl 4 oder Bl 5).

Die zweiteiligen Muffen sind kürzer und daher im Durchmesser größer. Sie sind quer geteilt und werden wie die einteiligen Muffen in 8 verschiedenen Größen aus Hüttenweichblei hergestellt. Jeder Teil verjüngt sich und läuft in einen Hals aus.



x) Der äußere Rand der einzuschubenden Muffenhälfte ist außen auf 60mm, die anderen Ränder sind innen und außen auf 30mm zu verzinnen.

Abb. 3 Zweiteilige Bleiverbindungsmuffe

Sie werden mit dem Buchstaben B unter Hinzusetzen des Durchmessers des Halses in cm bezeichnet, z. B. B 3/3.

Bei bewehrten Kabeln ist die Bleimuffe noch mit einer Eisengußmuffe zu umgeben. Sie werden um die Bleimuffen gelegt und wie die von ihnen umgebenen Bleimuffen in 8 Größen beschafft. Die Gußmuffen sind zweiteilig und bestehen aus einem Unter- und Oberteil. Diese beiden Teile werden nach dem Einlegen der Bleimuffe miteinander verschraubt.

Im Oberteil befinden sich 1 oder 2 verschraubbare Öffnungen, durch die die Gußmuffe mit Vergußmasse ausgegossen werden kann.

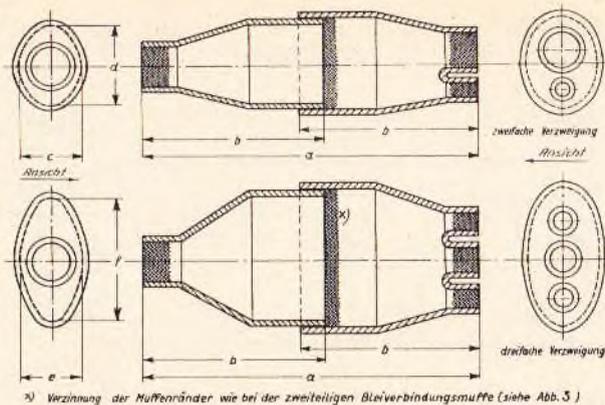


Abb. 4 Zweiteilige Bleiverzweigungsmuffen

3. Verzweigungsmuffen

Sie werden aus Hüttenweichblei hergestellt und sind quergeteilt. Die Muffenränder sind verzinkt. Sie werden für die zweifache Verzweigung in 8 Größen und für die dreifache Verzweigung in 7 Größen hergestellt. Die Bezeichnung der Muffen erfolgt durch den Buchstaben B. Hierzu werden

die Durchmesser der Öffnungen gesetzt, z. B. $B \frac{6}{3 \times 5}$ (zweifache Verzweigung) oder $B \frac{4}{2 \times 3 \times 2}$ (dreifache Verzweigung).

Bei Verwendung der Verzweigungsmuffen in bewehrten Erdkabeln wird um die Bleimuffe noch eine Gußmuffe gelegt. In ihren Abmessungen entsprechen sie den Größen der Bleimuffen.

Kabelmuffen aus Walzblei

Können die fabrikmäßig hergestellten Muffen nicht verwendet werden, so werden die Verbindungs- und Verzweigungsmuffen aus Walzblei hergestellt. Es wird je nach der Bleimantelstärke des Kabels Walzblei von 1—3 mm Dicke aus Hüttenweichblei benutzt. Nach der Art und Größe der herzustellenden Muffe wird ein entsprechend großes Stück Walzblei herausgeschnitten. Mit einem Holzhammer arbeitet man das Walzblei zu der Form der benötigten Muffe aus. Sie ist zweiteilig und als längsgeschlitzte Muffe ausgeformt.

Lötzinn

Lötzinn ist eine Verschmelzung (Legierung) von Zinn und Blei. Es ist ein Weichlot und hat einen Zinngehalt von 25—90 v. H. Das Lotzinn muß langsam vom festen in den flüssigen Zustand übergehen. Im Fernmeldebaudienst wird Lotzinn mit 35 und 40 v. H. Zinngehalt verwendet.

Je nach Verwendungsart wird es als Stangen- oder Röhrenlotzinn hergestellt. Das Stangenlotzinn benutzt man bei Lötungen mit der Lötampe. Es ist in dreikantigen Stangen mit einer Länge von 400 mm gegossen.

Das Röhrenlotzinn dient als Lot bei Lötungen mit dem LötKolben. Es ist zu einem Hohlrohr mit einem Durchmesser von 2 mm geformt. Der Hohlraum ist mit Kolophonium ausgefüllt.

Verguß- und Abbrühmasse

Sie dient als Schutz gegen Feuchtigkeit der papierisolierten Kabeladern in Spleißstellen, Endverschlüssen, Endverzweigungen und Überführungsendverschlüssen. Die wichtigsten Angaben über die Verguß- und Abbrühmasse gehen aus nachstehender Übersicht hervor.

Bezeichnung der Masse	Verarbeitungs-temp. °C	Verwendungszweck	Farbe oder Masse
A	150	Hochisolierende Vergußmasse, nur zum Ausgießen der Schutzmuffen von Pupinspulenkästen sowie des oberen Teiles der Abschlußmuffen	schwarz
C	135	Hochisolierende Vergußmasse zum Ausfüllen von Endverschlüssen, Abschlußmuffen (unterer Teil) und Kabelmuffen	hellbraun
V	135	Gewöhnliche Vergußmasse aus teerfreiem Bitumen zum Ausgießen der Schutzkästen oder gußeisernen Schutzmuffen; Erdkabelststellen und zum Abdichten des unteren Teiles der KV-Gehäuse usw.	schwarz
D	120	Hochisolierende Abbrühmasse zum Abbrühen der Kabeladern und Papierröhrchen, zum Entfernen der Feuchtigkeit und als Schutz gegen erneutes Eindringen von Feuchtigkeit	durchscheinend olivenfarbig

Lötzubehör

Hierzu gehören die Flußmittel, Kupferröhrchen, Papierröhrchen, Nesselband und Isolierband.

Die **Flußmittel** dienen zur Entfernung von Oxydresten, zur Verhinderung einer neuen Oxydation und zur Beschleunigung des Lötvorganges.

Bei Verwendung von Stangenlotzinn eignet sich als Flußmittel am besten Rindertalg, Lötlwasser, Lötfett und Salmiak dürfen bei der DBP nicht benutzt werden, weil sie bei der hohen Löttemperatur Säure absetzen.

Das Flußmittel bei Röhrenlotzinn ist das in dem Lötendraht befindliche Kolophonium.

Zum Verbinden der dicken Kupferadern in Fk oder FkK werden 25 mm lange, längsaufgeschlitzte, verzinnte **Kupferröhrchen** verwendet. Handelt es sich um verschieden starke Kupferadern, so bedient man sich der Übergangsröhrchen. Sie sind 35 mm lang, in der Länge aufgeschlitzt und verzinkt.

Als Schutz gegen Berührung der Kabeladern an den blanken Würgestellen in der Spleißstelle benutzt man mit Paraffin getränkte **Papierröhrchen**. Sie haben verschiedene Innenweiten entsprechend der Stärke der gebräuchlichen Kabeladern und werden unbenummert und benummert hergestellt. Die äußere Papierlage hat mehrmals die Nummer aufgedruckt.

Für die Zusammenfassung der zu einem Vierer gehörenden Adern benutzt man den **Gruppenring**. Dieser ist kürzer und hat einen größeren Innendurchmesser als die vorher beschriebenen Papierröhrchen.

Für die Umwicklung der fertigen Spleißstellen verwendet man **Nesselband**. Es ist aus Baumwolle oder Zellwollfäden mit fester Kante gewebt. Bei der DBP werden Breiten von 10 und 50 mm beschafft.

Isolierband ist ein Textilband, das mit Isolier-, Kleb- und Füllstoffen getränkt ist. Die Isolierfähigkeit sinkt nach dem Austrocknen der Tränkstoffe wesentlich herab. Es wird in Breiten von 20 und 50 mm beschafft.

Fernmeldebaugerät für Kabellöt- und Spleißarbeiten

An FBG werden je nach Art der auszuführenden Arbeiten Kabellöterzelte, Kabellöt- und Trockenöfen, Kabelschachtbeleuchtung, Benzin-Lötgeräte, Propan-Schweiß- und -Lötgeräte und elektrische LötKolben verwendet.

Kabellöterzelt

Das Kabellöterzelt dient zum Schutz der Spleißstellen während der Spleiß- und Lötarbeiten. Es besteht aus dem Zeltgestell und der Zeltplane. Die Ausführungsformen sind durch das frühere RPZ festgelegt.

Kabellöt- und Trockenöfen

Die Luft um die Spleißstellen in den Kabelschächten und Lötgruben muß trocken sein. Zum Trocknen der Luft bedient man sich des Kabellöt- und Trockenofens. Als Heizmaterial werden Holzkohlenbriketts verwendet. Ferner schmilzt man auf diesem Ofen die Kabelverguß- und Abbrühmasse.

Kabelschachtbeleuchtung

Als Kabelschachtbeleuchtung bedient man sich der elektrischen Kabelschachtleuchten oder **Petromax-Lampen**.

Die **elektrische Leuchte** besteht aus einem Reflektor mit einer Glühlampe (6 V, 15 W). Die Glühlampe wird aus einer Akku-Batterie gespeist. Die Batterie ist ein Nickel-Stahl-Akkumulator in einem besonders widerstandsfähigen Kasten.

Die **Petromax-Lampe** ist eine Petroleumgaslampe. Sie besteht aus Petroleumbehälter mit Vergaser, Gasbehälter, Kolbenpumpe für die Luftzufuhr, Regelventil, Düse, Gasglühstrumpf und Glaszylinder.

Benzinlötgeräte

Hierzu gehören die Benzinlötlampe und der BenzinlötKolben.

Die **Benzinlötlampe** besteht aus Benzinbehälter mit Luftpumpe und festaufgeschraubtem Brenner.

Der Behälter ist aus Messing und wird in 3 Größen beschafft. Er hat ein Fassungsvermögen von 0,35, 0,5 oder 1,0 Liter.

Die **BenzinlötKolben** arbeiten nach demselben Prinzip wie die Benzinlötlampen. Sie werden von der DBP nicht mehr beschafft.

Propan-Schweiß- und -Lötgeräte

Zu diesen Geräten gehören Propangas-Schweißgeräte, Kabel-Lötgeräte und -LötKolben.

Propan-Schweißgerät

Das Propangas-Schweißgerät wird zum Schweißen von Aluminium- und Kupferadern sowie in einzelnen Fällen auch zum Schweißen von Bleimuffen benutzt.

Propangas kann nur in Verbindung mit Sauerstoff zum Schweißen verwendet werden, weil hierdurch erst die erforderliche Temperatur erzielt wird. Durch mehr oder weniger Zugeben von Sauerstoff wird die Temperatur der Schweißflamme höher oder niedriger.

Propan-Kabellötgerät

Dieses Gerät hat denselben Verwendungszweck wie eine Lötlampe.

Zum Löten ist eine kräftige, aber nicht zu heiße Flamme erforderlich. Daher darf als zweites Gas kein Sauerstoff verwendet werden. Um die notwendige Temperatur zu erzielen, führt man dem Propangas mehr oder weniger Luft durch Verstellen des Luftschiebers zu.

Propan-LötKolben

Dieser LötKolben ist für Feinlötarbeiten an Lötstiften und Kabeladern im Freien, wo der elektrische LötKolben nicht benutzt werden kann, vorgesehen. Er arbeitet mit einem Propangas-Luft-Gemisch.

Elektrische LötKolben

Wenn an den Arbeitsstellen eine Anschlußmöglichkeit an das elektrische Lichtnetz vorhanden ist, führt man die Feinlötungen mit dem elektrischen LötKolben aus. Der Heizwiderstand ist so bemessen, daß er die zum Löten notwendige Temperatur dem Kupferstück zuführt.

8. Die Kabellöt- und -spleißarbeiten

a) Grundsätzliches über Löten und Schweißen

Kollege Korte soll im Löten und Schweißen ausgebildet werden. Bauprufführer Peters erklärt daher zunächst das Grundsätzliche.

„Unter **Löten** verstehen wir das Verbinden zweier Metallstücke unter Zuhilfenahme eines metallischen Bindemittels.

Beim **Schweißen** stellen wir eine feste Verbindung zwischen zwei gleichartigen Metallen in erhitztem Zustand durch Aneinanderschmelzen her.

Was wissen Sie denn schon vom Löten, Korte?“

„Ich habe schon einmal beim Kabellöten geholfen. Etwas weiß ich daher. Vor Beginn der Arbeiten stelle ich eine Auffangschale für das abtropfende Zinn unter die Lötstelle. Dann befreie ich die beiden Bleiflächen mit einer sauberen Stahldrahtbürste von Verunreinigungen (Bleioxyd) und schabe die Flächen mit dem Kabelmesser gleichmäßig blank. Die Stahldrahtbürste führe ich so, daß die Bleistaubteilchen von mir fortfliegen, um eine Bleivergiftung zu vermeiden.

Um ein erneutes Oxydieren der Bleiflächen zu vermeiden, bestreiche ich sie mit angewärmtem Rindertalg und verzinne sie. Dazu halte ich Stangenlötzinn in die Lötflamme und tropfe ein wenig davon auf die Lötfläche. Ich verstreiche dann das flüssige Lötzinn mit einem mehrfach zusammengelegten und mit Talg durchtränkten Leinenlappen — wir sagen auch Schmierlappen —, bis die Flächen gleichmäßig verzinkt sind. So richte ich auch die Lötflächen der selbsthergestellten Bleimuffen her. Fertige Bleimuffen treibe ich mit einem Holzhammer so über die fertige Spleißstelle, daß die beiden Halsenden der Muffe an dem Kabelmantel und die Ober- und Unterseite der Längs- oder Quernähte aneinanderliegen.“

„Wie **löten** Sie nun solch eine **Muffe** zu?“

„Das habe ich noch nicht gemacht.“

„Ich will es Ihnen zeigen, schauen Sie her“ — sagt Peters. „Zuerst verlöte ich die beiden Enden der Bleimuffe mit dem Kabelmantel. Dazu lasse ich **Stangenlötzinn** in genügender Menge auf die Lötnaht tropfen und erwärme mit der Lötflamme Bleimantel und Lötzinn, bis es weich und schmierfähig ist. Nun verteile ich mit dem Schmierlappen das Zinn rund

um die Lötnaht und drücke es tief in die Fuge zwischen Muffe und Kabelmantel ein. Damit das Zinn schmierfähig bleibt, erwärme ich es mit der Lötflamme laufend. Diese Arbeit muß sorgfältig und mit der nötigen Ruhe ausgeführt werden, damit die Lötstelle dicht wird. Zur mechanischen Verstärkung der Lötnaht tropfe ich nochmals Lötzinn auf die Lötnaht und verstreiche es mit dem Leinenlappen, daß sich eine Wulst mit flacher Wölbung bildet. Die Wulst muß ohne Rand zum Kabel auslaufen, glatt und rundherum gleichmäßig sein. Wenn man, wie hier, die Unter- und Rückseite nicht beobachten kann, verwendet man hierzu den **„Lötstellenspiegel“**. Die Längs- oder Quernaht verlötet man in ähnlicher Weise. Auf Dichtigkeit und saubere Oberfläche der Naht ist zu achten. Um eine Kontrolle zu bekommen, spiegele ich die Muffe nochmals ab, prüfe sie auf Dichtigkeit und suche etwaige Risse und Unregelmäßigkeiten. Zur besseren Sichtbarmachung der Risse und Unregelmäßigkeiten reibe ich die fertige noch heiße Lötmuffe mit Talg ab. Für den Anfänger ist wichtig, daß er alle Lötarbeiten zügig ausführt, das Lötzinn nicht zu oft erhitzt, da es sich sonst entmischt und die Bindfähigkeit verliert. Die Lötstelle darf erst nach dem vollständigen Erkalten bewegt werden, weil sich sonst im noch weichen Metall feine Risse bilden können.

Röhrenlötzinn verwendet man zum Verlöten von Kupferadern an Lötösen oder Lötstiften und bei Fernkabeln und Bezirkskabeln, wenn die zusammengewürgten Adern in der Spleißstelle verlötet werden.

Die Lötungen werden mit einem LötKolben ausgeführt.

Bei allen LötKolben ist die Löttemperatur erreicht, wenn das auf die verzinnnte Kolbenspitze gehaltene Röhrenlötzinn sogleich zu fließen beginnt.

Wenn der Kolben nicht heiß genug ist, wird das auf der Lötspitze haftende Lötzinn dickflüssig und verbrennt. Die damit hergestellten Lötstellen geben keinen guten Kontakt, man nennt sie **„Kalte Lötstellen“**, sie neigen zur Brüchigkeit. Die Kolbenspitzen sind darum von Lötzinnresten nach jedem Gebrauch zu reinigen.

Es gibt Lötösen mit Ösen an den Sicherungsleisten, Lötösen mit Löt-haken bei Lötösenstreifen und Trennleisten und Lötstifte mit Löt-haken an Endverschlüssen.

Das Anlegen der Drähte ist verschieden.

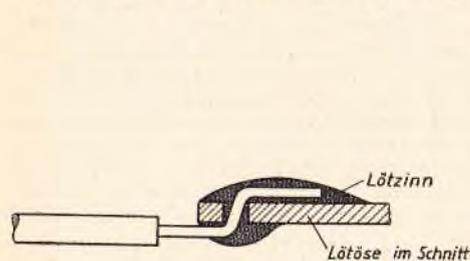


Abb. 1 Lötung an einer gelochten Öse

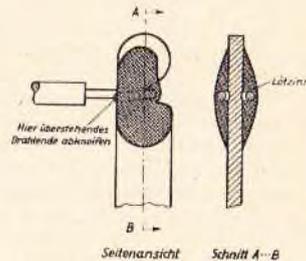


Abb. 2 Lötung an einer hakenförmigen Lötöse

rechte Hand. Die LötKolbenspitze bringt man in die Nähe des Lötstiftes, ohne ihn zu berühren. Jetzt schmilzt man etwas Lötzinn auf der heißen Kolbenspitze und hält sie sofort gegen den Lötstift. Dabei dringt die Wärme über das flüssige Lötzinn auf den Lötstift und den bereits vorher herangeführten Draht. Mit dem Röhrenlötzinn berührt man nun noch einmal die dem Kolben gegenüberliegende Seite des Lötstiftes. Das Kolophonium wird jetzt flüssig und überzieht die Lötstelle mit einem schützenden Film. Das schmelzende Lötzinn fließt erst später in die Hohlräume. Richtig gelötet ist, wenn der Lötstift von einer flachen Kuppe Lötzinn eingehüllt ist. Der Kolben ist im rechten Augenblick abzunehmen, damit die Aderisolierung durch übermäßiges Erhitzen nicht beschädigt wird.

Sollte das Lötzinn trotz ausreichender Erwärmung nicht fließen, dann ist der Lötstift verschmutzt und muß erst gereinigt werden. Die Lötung ist mit neuem Lötzinn nochmals auszuführen.

In Fern- und Bezirkskabeln werden die **Kupferadern** von Hand miteinander **verwürgt**. Um Kontaktfehler und Übergangswiderstände zu vermeiden, werden die Spitzen der Würgestellen verlötet oder verschweißt. Zur Vereinfachung der Arbeit bereitet man **mehrere** Kabeladern vor. Beim Löten ist darauf zu achten, daß die blanken Kupferadern nicht mit den Fingern berührt werden, weil die Feuchtigkeit der Hände das Verlöten ungünstig beeinflusst. Auf der Kolbenspitze wird eine kleine Menge Lötzinn geschmolzen und sogleich gegen die Spitze der Würgestelle gedrückt. Danach hält man das Röhrenlötzinn auf die Oberkante der Würgestelle und läßt das Kolophonium und das Lötzinn etwa 10 mm durch die Würgestelle laufen und erkalten.

b) Grundsätzliches über das Spleißen

Die zu lötenen Kabel muß du erst richtig biegen und lagern, bevor du dir die Stelle der Bleimuffe bzw. des Endverschlusses anzeichnest. Da bei einer Bleimuffe der Bleimantel des Kabels später an beiden Seiten in den Muffenhals und bei einem Endverschluß in den Lötstutzen hineinragen muß, ist der Bleimantel jeweils 4 cm kürzer abzutrennen als angezeichnet.

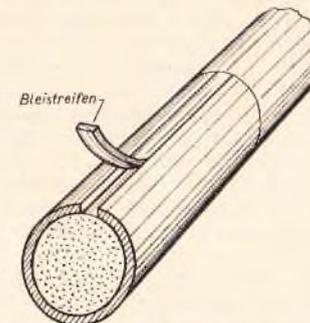


Abb. 3 Abtrennen eines Kabelmantels

An der Trennstelle schneidest du den Bleimantel mit einem Kabeltrennmesser ringförmig ein, darfst dabei die Kabeladern aber nicht beschädigen. Bei dünneren Kabeln ziehst du den Bleimantel von der Kabelseele ab.

Stücke von 20 cm Länge lassen sich sehr leicht nach mehrfachem Hin- und Herbiegen abziehen. Bei dickeren Kabeln muß die vom Ringschnitt zum Kabelende hin einen Bleistreifen von 2 cm Breite einschneiden, den du dann vom Kabelende her mit der Flachzange abhebst. Den übrigen Bleimantel biegest du seitlich und entfernst ihn.

Den am Ringschnitt entstandenen Grat schabst du mit dem Kabelmesser ab, und zum Schutz der Papierisolation umwickelst du die Kabelseele am Ringschnitt mit Nesselband.

Bei PMbc-Kabeln muß die **Bewehrung so weit abgewickelt** und zurückgezogen werden, daß die Kabelmuffe genügend Platz hat und der Bleimantel noch gut 4 cm in den Muffenhals hineinragt. Damit die Bewehrung nicht weiter aufspringt, ist sie mit einem Wickel aus 2 mm starkem, verzinktem Stahlbindendraht abzubinden.

Das so vorbereitete Kabelende (Kabelseele) befreist du von der Papier- oder Nesselbandumwicklung, schlägst die freigelegten Kabeladern Lage für Lage, ohne sie zu knicken, zurück und bindest jede Lage am Kabelhals ab. Dieser Einbund erleichtert dir beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseile oder Paare, außerdem werden Vertauschungen von einer Lage in die andere vermieden.

Mit **Abbrühmasse** werden die Adern der Fernkabel und Bezirkskabel in allen Speißenstellen, Pupinspulenkästen und Kondensatormuffen abgebrüht. Außerdem sind alle Adern in den Kabelabschlüssen (EVs, UEVs und EV), in den Kabelabschlußmuffen und in Lötstellen beim Übergang von Röhren- auf Erdkabel abzubrühen. In Stopfstellen (luftundurchlässige, abgedichtete Lötstellen), die für das **Prüfen der Kabel mit Druckluft** hergestellt werden, sind die Kabeladern ebenfalls abzubrühen."

Mit **Druckluft** prüft man die Kabelmäntel auf Dichtigkeit. Zu diesem Zweck bläst man mit einer besonderen Einrichtung (**Druckluftprüfmaschine**) trockene Luft in ein Kabel, das vorher durch Stopfmuffen in Teilstrecken aufgeteilt wird und von dem sämtliche Abgänge ebenfalls durch Stopfmuffen abgetrennt sind.

Nach dem **Abmanteln** sind die papierisolierten Adern **sofort mit heißer Abbrühmasse zu übergießen**, Lackpapieradern sind in die heiße Abbrühmasse zu tauchen. Beim Abbrühen ist das Kabel so zu lagern, daß das Kabelbündel waagrecht liegt. Unter das Adernbündel ist eine Auffangschale zu setzen. Die heiße Abbrühmasse ist mit dünnem Strahl über die Kabeladern, beginnend am Bleimantel, zu gießen. Die Adernspitzen (5–10 cm) sind von der Abbrühmasse frei zu halten. Die im Papier enthaltene Feuchtigkeit läßt die Abbrühmasse zunächst aufschäumen; die Schaumbildung hört auf, sobald die Feuchtigkeit beseitigt ist. Die Temperatur der Abbrühmasse muß während des Vorganges 120° C betragen, wenn eine wirksame Isolierung der Adern erreicht werden soll.

Bevor der **Kabellöter die Kabeladern miteinander** in der vorgeschriebenen Folge verbindet, muß er sie **vorprüfen**. Beim Vorprüfen sind zu kontrollieren:

1. die richtige Adernfolge (auf Vertauschungen achten),
2. der Stromdurchgang (Unterbrechung einer Ader),
3. ob Berührung mit anderen Adern vorliegt (Nebenschluß) und
4. ob Berührung mit dem Bleimantel des Kabels vorhanden ist (Erdschluß).

Mit einer **einfachen Prüfeinrichtung** (Batterie und Gleichstromwecker) werden die Adern auf richtige Folge, auf Stromdurchgang, auf Berührung mit einer Ader eines anderen Paares (Nebenschluß) und auf Berührung mit dem Bleimantel (Erdschluß) geprüft.

Beim **Herstellen einer Würgestelle** ist zuerst ein Papierröhrchen auf die eine Ader zu schieben. Dann sind die zu verbindenden Adern an der Verbindungsstelle rechtwinklig zur Aderrichtung umzubiegen und über zwei Schläge mit der Papierumspinnung zusammenzudrehen (Abb. 4).

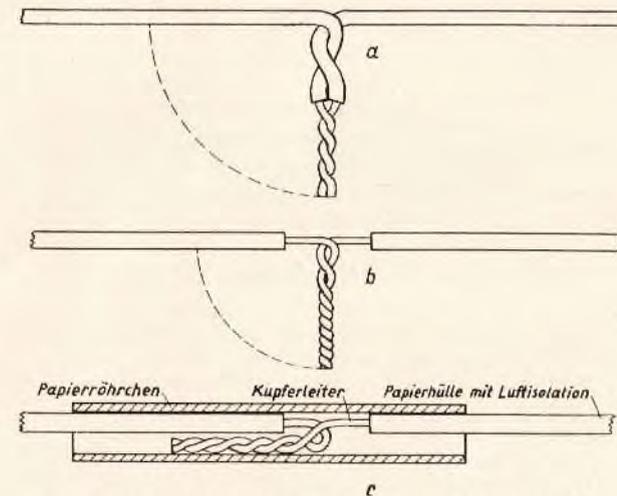


Abb. 4 Würgestellen in papierisolierten Kabeln

Nach diesen zwei Schlägen ist die Papierisolation mit der Abisolierzange abzustreifen. Die blanken Drähte sind dann mit der Zange fest zu verwürgen. Die Würgestelle darf etwa 3 cm lang sein und ist parallel zur Aderrichtung umzubiegen und durch Überschieben des Papierröhrchens zu isolieren (Abb. 4a).

Eine Ausnahme bilden 0,8 mm starke und stärkere Adern mit doppelter Papierumhüllung. Bei diesen ist die Papierisolation vor dem Verwürgen dicht vor der Würgestelle mit der Abisolierzange abzustreifen (Abb. 4b). Die Würgestelle wird sonst zu dick und das Papierröhrchen würde beim Herüberschieben leicht aufreißen.

Das Papierröhrchen muß die Würgestelle nach beiden Seiten gleichmäßig überdecken (Abb. 4c). In DM-verseilten Kabeln ist jedes Viererseil zu beiden Seiten der Würgestellen noch durch ein kurzes Papierröhrchen (Gruppenring) zusammenzufassen. Für hochpaarige Kabel in ON, in denen die Kabel häufig umgelegt oder umgeschaltet werden, sind auch bei sternverseilten Kabeln Gruppenringe zu verwenden. Damit die Lötstelle nicht zu stark wird, sind die Würgestellen über die ganze Länge der Spleißstelle derart zu verteilen, daß die Röhrchen des einen Viererseils an die der vor- oder zurückzählenden Viererseile anschließen.

Nach Fertigstellung der Lötstelle hat auf jeden Fall eine Nachprüfung stattzufinden.

c) Herstellung von Spleißstellen

1. in Röhrenkabeln

Wenn zwei gleichartige und gleichpaarige Kabellängen in einem Schacht miteinander verspleißt werden, so spricht man von einer **Verbindungs-löt-**

stelle. Um die Spleißstelle zu schützen, benutzt man zum Zulöten Verbindungsmuffen.

Soll ein Kabel in mehrere Kabel aufgeteilt werden, so sind die abzuzweigenden Adernpaare der Nummernfolge nach übersichtlich und ohne Kreuzungen zu trennen, damit bei späteren Fehlerermittlungen keine Schwierigkeiten entstehen. Die einzelnen Teilkabel sind jedes für sich herzurichten und zu umwickeln."

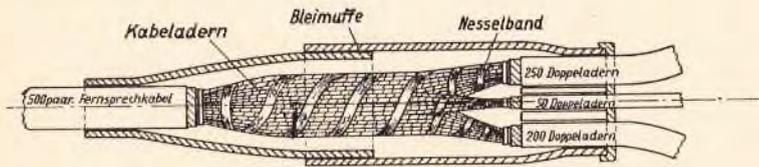


Abb. 5 Lötstelle mit dreifacher Verzweigung

Strack: „Heinrich, ich habe morgen eine Lötstelle herzustellen, mir fehlt noch ein zweiter Mann, willst du mitmachen?“

Korte wird auf seinen Wunsch hin zur Arbeitsstelle mit Strack für den nächsten Tag eingeteilt.

Strack trocknet den Schacht aus und stellt das Löterzelt auf.

„Der Alte hat uns eine B-Muffe mitgegeben“, sagt Franz. „Was ist das?“ fragt Heinrich. „Paß auf, eine Bl-Muffe ist eine einteilige, die in diesem Fall vor Beginn der Lötarbeiten über das längste gerade verlaufende Kabelende im Schacht geschoben wird. Dies hier ist aber eine B-Muffe, eine zweiteilige, quergeteilte. Hiervon muß über jedes der beiden Kabelenden eine Muffenhälfte geschoben werden. So, nun können wir beginnen. Schieb die beiden Muffenteile so weit auf das Kabel, daß sie bei der Spleißarbeit nicht hindern. Dann binde die beiden Kabelenden an den Kabelhaltern sorgfältig fest, damit sich während der Arbeit die Spleißstelle nicht verschiebt. Du mußt die Kabel etwas höher befestigen, damit wir bei der Arbeit sitzen können. So, nun binde die Adern ein, wie du es gelernt hast, und schalte dein Prüfgerät auf die letzte Doppelader. Damit in die Lötstelle keine Feuchtigkeit dringen kann, will ich im Kabellöt- und Trockenofen ein Holzkohlenfeuer anmachen.“

„Franz, ich habe alle Adern eingebunden und mit dem Amt vorgeprüft.“

„Dann spleiß die Adern durch, wie Peters es dir gezeigt hat. Ich helfe dir dabei.“

Die Spleißstelle ist fertig.

Strack: „Heinrich, jetzt mußt du die Spleißstelle noch trocknen. Mit dem Kabellöt- und Trockenofen bei geschlossenem Feuerloch mußt du erst beide Seiten bis 1 m vor der Spleißstelle austrocknen. Dann rückst du den Ofen zur Mitte der Spleißstelle.“

Korte: „Warum mußt ich die Kabelenden trocknen, der Bleimantel ist doch noch darum?“

Strack: „Etwa eingedrungene Feuchtigkeit wird auf diese Weise durch die Strahlungswärme zur Spleißstelle hinausgetrieben. Wenn du genügend getrocknet hast, wickelst du die Spleißstelle mit Nesselband ab. Du mußt aber das Nesselband auch vorher trocknen.“

„Franz, ich bin fertig!“ ruft Korte.

„Dann will ich die Muffe zulöten“, sagt Franz und schiebt die beiden Muffenhälften über die Spleißstelle, klopft mit einem Holzhammer den Muffenhals an das Kabel und lötet die Muffe, wie bekannt, mit Stangenlötzinn dicht. Nach dem Erkalten lagern Franz und Heinrich die Lötstelle auf den Kabelhaltern.

2. in Erdkabeln

Bei Spleißarbeiten in Erdkabeln ist genauso zu verfahren wie bei Röhrenkabeln. Die Lötgrube ist tief und groß genug auszuheben, so daß das Spleißen im Sitzen ausgeführt werden kann. Die Bewehrung muß so weit zurückgebogen und festgebunden werden, wie es die aufzuschiebende Verbindungsmuffe erfordert. Nach dem Verlöten der Muffe ist die Bewehrung wieder zurückzuschlagen und kurz vor dem Muffenhals abzubinden. Die Rund- und Flachdrahtbewehrung ist kurz hinter dem Abbund scharf nach hinten zurückzubiegen und abzukneifen. Ein Bewehrungsdraht bleibt aber an jeder Seite stehen, mit dem die Muffe zu überbrücken ist. Die Bewehrungsdrähte sind überlappend zusammenzulegen und zu verzinnen, mit einem dünnen Kupferdraht zu umwickeln und mit Röhrenlötzinn zu verlöten. Dadurch wird eine leitende Verbindung zwischen den Bewehrungen hergestellt, die als metallischer Schirm das Kabel gegen elektrische Beeinflussungen schützt. Bei Bandstahlbewehrung ist die Überbrückung mit zwei verseilten Kupferdrähten von 2 mm Durchmesser vorzunehmen, die an beiden Seiten auf den Bandstahl aufzulöten sind.

Bei einer Verbindung eines Erdkabels mit einem Röhrenkabel ist die Bewehrung in gleicher Weise mit dem Bleimantel zu verlöten.

Erdkabelstöten sind in einem Schutzkasten zu lagern. Die Breite des Schutzkastens muß um 8–10 cm größer sein als der größte Durchmesser der Muffe. Die Länge ist so zu bemessen, daß die Bewehrung noch auf 5 cm in den Schutzkasten hineinreicht. Er ist aus Kiefern- oder Fichtenholz oder aus Mauerziegel (Tonziegel) so herzustellen, daß die Muffe darin zu liegen kommt.

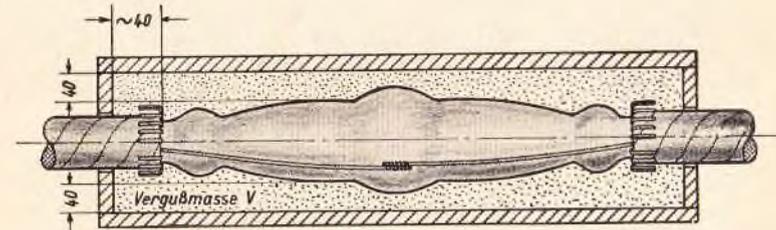


Abb. 6 Erdkabelstöten im Schutzkasten

Der Schutzkasten ist mit teerfreier Bitumen-Vergußmasse V, die bis zu 135°C erwärmt wird, auszugießen. Die Vergußmasse muß die Lötstelle allseitig zumindest 4 cm zudecken.

Über den fertigen Schutzkasten wird nun Erde geschaufelt und festgestampft, bis das Lötloch verfüllt ist.

d) Herstellen von Kabelabschlüssen

Alle Kabelabschlüsse sind nach der Fertigstellung mit heller Vergußmasse auszugießen, die alle Hohlräume zwischen den Kabeladern ausfüllt. Die eingegossene Vergußmasse dringt auch noch ein Stück in das

Kabel ein und bildet darin nach dem Erkalten einen festen, luftdichten Abschluß.

Die Vergußmasse schützt also die umhüllten Kabeladern im Abschlußraum vor Feuchtigkeit und verhindert ein weiteres Eindringen der Feuchtigkeit in das Kabel, wenn der Kabelabschluß undicht geworden ist.

1. Abschließen der Kabel in Abschlußmuffen

In Abschlußmuffen werden die hochpaarigen Fernsprechkabel im Kabelaufteilungsraum der Vermittlungsstellen, der Fern- und Verstärkerämter oder im Schacht unter dem Linienverzweiger aufgeteilt. Sie werden in senkrechter Lage unter Verwendung besonders angepaßter Halbschellen an zwei waagerechten Schienen eines Muffengestells angeschraubt. Die Aufteilungskabel werden nach ihrer Nummernfolge in die zugehörigen Löcher im Deckel gesteckt. Bei den runden Abschlußmuffen zählen die Löcher rechts herum und bei den rechteckigen von links nach rechts.

2. Abschließen der Kabel in Endverschlüssen

Die EVs, UEVs und EV haben wir im Heft 16 kennengelernt. Wir wollen uns jetzt den Arbeitsablauf beim Einlöten des Kabels ansehen.

Strack wird es uns erzählen:

„Ich schneide das abzuschließende Kabel zunächst so ab, daß es 10 cm über den Endverschluß hinausragt. Jetzt entmantele ich das Kabel so weit, daß der Bleimantel noch gerade in den Abschlußraum hineinreicht, und brühe die Adern ab. Nach dem Erkalten führe ich die Kabeladern vorsichtig durch den Lötstützen in den Endverschluß ein, bis der Bleimantel im Abschlußraum sichtbar wird, und löte das Kabel in den Lötstützen ein.“

Beim Anlegen und Verlöten der Kabeladern beginne ich mit den unteren, nahe dem Lötstützen gelegenen Lötstiften. Die Zählweise der Lötstifte ist, wie wir im Heft 16 gesehen haben, bei den einzelnen Endverschlüssen verschieden. Entsprechend der Zählweise lege ich die Adern der Reihenfolge nach an. Den Drall halte ich bis kurz vor den Lötstiften bei, damit ein Nebensprechen vermieden wird. An den Lötstiften verlöte ich die Adern mit Röhrenlötzinn, nur beim EVi lege ich sie an die Schraubklemmen. Nach Fertigstellung der Einlötlungen brühe ich die Adern nochmals ab, um auch die letzte Feuchtigkeit zu vertreiben, und gieße den Endverschluß mit Vergußmasse C hell aus, nachdem ich den Deckel mit Dichtung aufgesetzt habe. Der Endverschluß ist fertig und kann am Mast, an der Gebäudewand oder im Gestell aufgehängt werden.“

3. Abschließen der Kabel an Sicherungsleisten und Trennleisten

Am Vh werden die Aufteilungskabel offen ausgeformt und an Sicherungs- oder Trennleisten abgeschlossen. Für die Aufteilung benutzt man LPM-Kabel. Der Bleimantel wird so weit abgetrennt, daß er etwa 10 cm vor der untersten Sicherungsleiste endet, an der das Kabel abgeschlossen wird. Die Ausformung des LPM-Kabels erfolgt auf einer besonderen Formbank, damit die gleichen Abstände wie bei den Sicherungsleisten am Vh eingehalten werden.

Nach der Ausformung werden die Adern auf der Formbank mit gewachstem Kabelgarn vom Stamm zur Spitze abgebunden. Jede Doppelader, die abbiegt, ist dabei mit einer Schlinge festzulegen. Um die noch vorhandene Feuchtigkeit aus dem geformten Kabel zu vertreiben, legt man es in eine Auffangschale und übergießt es mit Mischwachs (bei 120°C), das eine Mischung aus Bienenwachs und Erdwachs ist.

Die gewachste Kabelform ist mit Kabelgarn in Kreuzbindung am Gestell zu befestigen. Die Adern werden kurz abisoliert und mit den Lötösen der Sicherungsleiste oder Trennleiste verlötet.

II. Grundlagen der Elektrotechnik

L. Meßgeräte und Meßkunde

10. Vortrag

Liebe Kollegen!

Als wir uns in einem der ersten Vorträge das Ohmsche Gesetz mit Hilfe von Meßversuchen klarmachen wollten, haben wir als selbstverständlich vorausgesetzt, daß sich die Größen der Elektrizität, wie Strom, Spannung usw., messen lassen.

Das Messen ist uns im Leben vertraut geworden, weil wir es täglich ausführen. Wir bestimmen die Zeit nach Stunden und Minuten, wir gebrauchen Zollstock und Maßstab bei unserer Arbeit, um irgendwelche Längen oder Breiten in m und cm festzulegen; wir lassen uns die Waren mit der Waage in kg oder g abwiegen. Das Wasser und das Gas in unserer modernen Wohnung laufen durch Uhren und werden dadurch vor dem Gebrauch erst mengenmäßig bestimmt.

All das ist, genau genommen, nichts anderes als „messen“, denn wir vergleichen bewußt oder unbewußt eine zu **bestimmende** Größe mit einer für sie **festgelegten Einheit**. Die Einheiten der Stromstärke (Ampere), der Spannung (Volt), des Widerstandes (Ohm), der Leistung (Watt) usw. sind uns längst bekannt. Warum sollten wir deshalb nicht auch die „Elektrizität“ messen können? Natürlich dienen zur Feststellung, wieviel Einheiten an Stromstärke, Spannung oder Widerstand eine Stromquelle oder ein Leiter abgibt bzw. hat, **elektrische Meßeinrichtungen**. Da sich aber nicht nur die elektrischen Grundgrößen, sondern auch andere Größen, z. B. elektrische Arbeit, Leistung, Frequenz, Leistungsfaktor $\cos \varphi$, bestimmen lassen, kann man es verstehen, daß die Meßgeräte sowohl in ihrer Form als auch in ihrer Meßgenauigkeit und Arbeitsweise vielgestaltig sind. Wir brauchen uns im Rahmen dieses Vortrages auch nur auf die Grundlagen des Meßwesens zu beschränken. Wegen der verschiedenen Arten des elektrischen Stromes (Gleichstrom, Wechselstrom) unterscheiden wir grundsätzlich nach der Stromart zwischen

Geräten für **Gleichstrommessungen** und

Geräten für **Wechselstrommessungen**.

Allerdings gibt es Geräte, die gleichermaßen für Gleichstrom und Wechselstrom zu gebrauchen sind.

Wir wissen, daß die Wirkung der Elektrizität verschieden ist und daß die Elektrizität erst durch ihre Wirkung mit Hilfe von Apparaten für uns nachweisbar wird. Fast alle technischen Meßinstrumente beruhen deshalb auf den verschiedenen Wirkungen des elektrischen Stromes, so daß wir weiter unterscheiden können:

elektromagnetische,

Stromwärme ausnutzende und

elektrolytische Meßgeräte.

Außerdem gibt es noch

elektrostatische Meßgeräte, die auf Anziehung oder Abstoßung elektrischer Ladungen beruhen.

Der **wichtigste** Teil eines Meßgerätes ist das **Meßwerk**, das die zu messende Energie meist in mechanische, z. B. in die Bewegung eines Zeigers, umsetzt.

Als Abschluß der Grundlagen der Elektrizität sollen die gebräuchlichsten Meßgeräte kurz beschrieben werden.

1. Aufbau und Wirkungsweise der gebräuchlichsten Meßgeräte

a) **Weicheisengeräte**, auch **Dreheisen-** oder **elektromagnetische** Meßgeräte genannt, nutzen die magnetische Wirkung des Stromes aus. In einer Ringspule befinden sich 2 Eisenkerne, von denen der eine an der Spule, der andere an der Zeigerachse befestigt ist (Abb. 181).

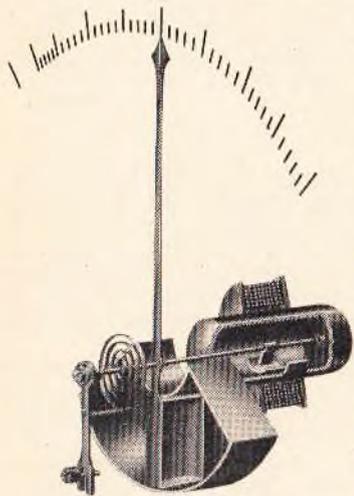


Abb. 181 Dreheisen-Meßwerk
Werkfoto Hartmann u. Braun

Wird die Spule von einem Strom durchflossen, so werden beide Eisenkerne **gleichnamig** magnetisch und **stoßen** sich gegenseitig ab, und zwar sowohl bei Gleichstrom als auch bei Wechselstrom. Der bewegliche Eisenkern dreht sich und nimmt Achse und Zeiger mit. Als Gegenkraft dient eine Spiralfeder. Auf einer Skala können die Meßwerte abgelesen werden. Damit der Zeiger schnell zur Ruhe kommt, wird er durch einen Kolben in einer Luftkammer gedämpft. Die Meßgeräte (Skalen) der Weicheisenmeßgeräte sind in der Regel ungleichmäßig geteilt, so daß sie sich im unteren Bereich schlecht ablesen lassen. Dafür sind die Geräte billig und dauerhaft. Sie sind für Gleichstrom und Wechselstrom mit der technischen Frequenz als Betriebs- und Feinmeßgerät zu verwenden. Die Nullage des Zeigers läßt sich ändern. Eine andere (einfache) Aus-

führung des Weicheisen-Meßgerätes haben wir bereits im Lehrbrief 10, Seite 21, Abb. 86, im Prinzip kennengelernt.

b) Das Drehspulmeßgerät

ist ein ausgesprochenes **Gleichstromgerät** und wird am meisten verwendet. Durch zusätzliche Verwendung von Trockengleichrichtern oder Thermoformern kann es allerdings auch für Wechselstrom fast aller vorkommenden Frequenzen verwendbar gemacht werden. Das Drehspul-Meßwerk hat von allen elektrischen Meßsystemen die höchste Genauigkeit. Es besteht aus einer leicht **drehbaren Spule**, einem **kräftigen Dauermagneten** in Hufeisenform und **zwei Spiralfedern**, die als Gegenkraft der Spulendrehung entgegenwirken und zugleich als Stromführung für die Spule dienen.

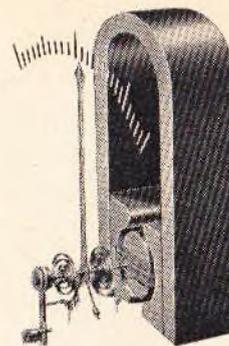


Abb. 182 Drehspul-Meßwerk
Werkfoto Hartmann u. Braun

Nullage des Zeigers läßt sich in der gleichen Art verändern wie beim Dreheisenmeßgerät.

c) Als **Drehspulgalvanometer** werden Drehspulgeräte hoher und höchster Empfindlichkeit bezeichnet, die entweder für sich oder als Bestandteil einer Meßeinrichtung nur zum Nachweis kleiner Ströme (Spannungen) dienen. Die Geräte sind meistens nicht geeicht; die Eichung wird bei Bedarf vorgenommen.

Nach der Ablesung werden hauptsächlich **Zeiger-** und **Spiegelgalvanometer** unterschieden.

d) **Spiegelgalvanometer** enthalten ein Drehspulmeßwerk, das an einem Metallband aufgehängt ist. Die Drehspule ist mit dem Spiegel verbunden, auf den ein Lichtstrahl fällt. Dieser wird zurückgeworfen (reflektiert) und

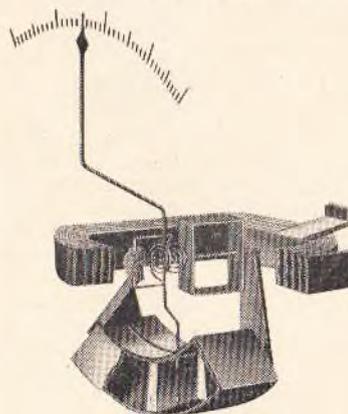


Abb. 183 Elektro-dynamisches eisenloses Meßwerk

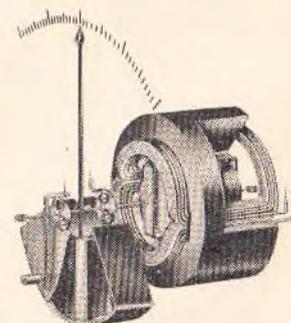


Abb. 184 Elektro-dynamisches eisen geschlossenes Meßwerk

Werkfotos Hartmann u. Braun

beim Drehen der Spule mehr oder weniger abgelenkt. Die Geräte dienen zum Messen von kleinsten Strömen und werden bei der DBP im Kabelmeßdienst verwendet.

e) Elektrodynamische Meßgeräte

enthalten eine feste und eine bewegliche Spule. Die Spulen werden den Aufgaben entsprechend geschaltet (Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung). Die feste Spule erzeugt ein Magnetfeld, in dem sich die Drehspule mit dem Zeiger zu drehen versucht. Fließt der Strom in umgekehrter Richtung, so kehrt sich sowohl das Feld der festen Spule als auch der Strom der Drehspule um, so daß die Ausschlagrichtung des Zeigers dieselbe bleibt. Das Meßgerät wird deshalb auch in der Hauptsache für Wechselstrom (Drehstrom) verwendet. Diese Meßinstrumente sind empfindlich und teuer und daher weniger im Gebrauch (Abb. 183 u. 184).

f) Hitzdrahtmeßgeräte

haben einen vom Meßstrom durchflossenen dünnen Hitzdraht aus Platin oder Platiniridium, der sich infolge der Erwärmung dehnt und dadurch seinen Durchhang ändert. Diese Änderung wird über eine Spannvorrichtung und eine Rolle auf die Zeigerachse übertragen (Abb. 185).

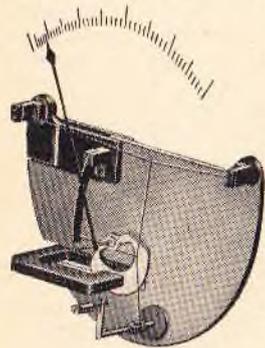


Abb. 185
Hitzdraht-Meßwerk
Werkfoto Hartmann u. Braun

Die Skala ist ungleichmäßig geteilt. Die schwingungsfreie Einstellung des Zeigers wird dadurch erreicht, daß zugleich ein Aluminiumsegment zwischen den Polen eines Dauermagnets bewegt wird. In der Aluminiumscheibe entstehen bei der Bewegung Wirbelströme. Da der Hitzdraht nur sehr schwache Ströme verträgt, so müssen für stärkere Ströme stets Nebenwiderstände verwendet werden. Mit einer Schraube kann man notwendigenfalls eine genaue Einstellung des Nullpunkts erreichen. Da die Wärmewirkung des Stromes unabhängig von der Stromrichtung ist, kann das Hitzdrahtinstrument für Gleich- und Wechselstrom gleich gut gebraucht werden. Es ist aber durch Überlastung leicht gefährdet und deshalb heute nur noch wenig in Gebrauch.

g) Elektrolytische Meßgeräte

beruhen auf der zersetzenden Wirkung des Stromes in Flüssigkeiten (Elektrolyse). Sie bestehen aus einer elektrolytischen Zelle und finden lediglich als Amperestundenzähler, z. B. Stia-Zähler, Verwendung. Aus der Höhe des in einem Meßrohr angesammelten Quecksilbers, das beim Stromdurchgang aus einer Quecksilbersalzlösung ausgeschieden wird, läßt sich die Zahl der Amperestunden und, bei gegebener Spannung, die Zahl der Wattstunden feststellen.

h) Elektrostatische Meßgeräte

sind reine Spannungsmesser, in erster Linie für hohe Spannungen bei Gleich- und Wechselstrom. Sie beruhen auf Anziehung und Abstoßung elektrisch geladener Platten. Die innere Einrichtung dieses Instrumentes erinnert an einen Drehkondensator. Elektrostatische Geräte haben einen sehr geringen Eigenverbrauch. Sie werden weniger im Betrieb, sondern mehr im Laboratorium und in Prüfräumen benutzt

i) Zungen-Frequenzmesser

dienen zur Feststellung der Frequenz eines Wechselstromes. Die innere Einrichtung besteht aus einer Anzahl abgestimmter Stahlzungen, die an einem Ende fest eingespannt sind, an dem anderen Ende frei schwingen können. Die Stahlzungen, von denen jede auf eine ganz bestimmte Frequenz abgestimmt ist, sind in Reihe im Kraftfeld eines Elektromagnets angeordnet.

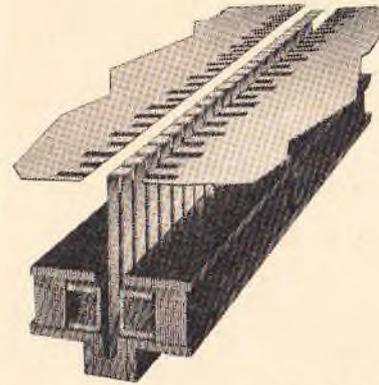


Abb. 186
Meßwerk eines Zungenfrequenzmessers für niedrige Frequenzen

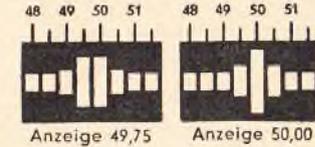


Abb. 187
Ablese eines Zungenfrequenzmessers

Werkfoto Hartmann u. Braun

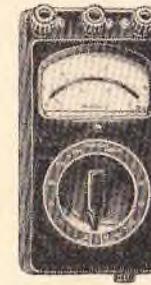


Abb. 188
Universal-Meßgerät zum Messen von Strom und Spannung (Gleich- und Wechselstrom)

Fließt ein Wechselstrom durch die Wicklung des Elektromagnets, so werden die Zungen angestoßen; es wird dann, je nach Aufbau des Instrumentes, immer diejenige Zunge in Schwingung gesetzt, deren Eigenschwingung gleich der Polwechselzahl oder gleich der Frequenz des Wechselstroms ist. Schwingen mehrere Zungen gleichzeitig, so müssen die Zwischenwerte geschätzt werden (Abb. 186 und Abb. 187).

2. Strom- und Spannungsmessungen

Wir haben soeben des öfteren von Strom- und Spannungsmessern gesprochen, so daß die Frage berechtigt ist: „Wodurch unterscheiden sich Strom- und Spannungsmesser eigentlich?“ Die Antwort klingt dumm, wenn ich sage: „Eigentlich nur durch das A und V auf der Skala.“ Aber es ist so, denn bei beiden Meßinstrumenten kommt es nur auf die **Schaltung** und **Eichung** an. Deshalb ist es auch technisch einfach, **vereinigte** Strom- und Spannungsmesser zu bauen (Abb. 188).

a) Strommessung

Will man die Stromstärke in einem Stromkreis messen, so muß man das Meßgerät **in** die Leitung (Stromkreis) schalten (Abb. 189).

Der Stromkreis wird daher zunächst aufgetrennt. Dann wird der Strommesser an die freien Drahtenden geschaltet. Wir können uns dabei jede beliebige Stelle aussuchen, weil der Strom, das wissen wir, an allen Stellen eines Stromkreises, der nicht verzweigt ist, gleich groß ist (siehe Lehr-

brief 2, Seite 35, Abb. 13a—c). Durch den Widerstand R_g des Instrumentes entsteht beim Einschalten des Meßgerätes ein kleiner Spannungsabfall, den wir nach der erweiterten Anwendung des Ohmschen Gesetzes $U = I \times R$ berechnen können. Es geht um so mehr an Spannung verloren, je größer der Widerstand des Strommessers und der durchfließende Strom ist. Um den nutzlosen Energieverlust zu verringern und die Messung nicht zu verfälschen, dürfen Strommesser nur einen sehr geringen Eigenwiderstand haben.

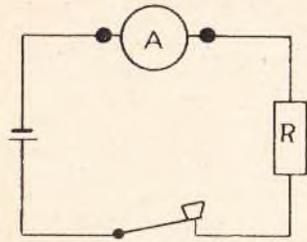


Abb. 189 Einschalten eines Strommessers

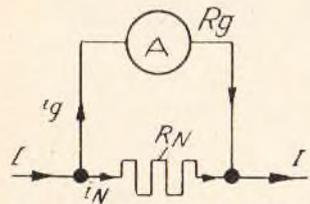


Abb. 190 Strommesser mit Nebenwiderstand (shunt)

Viele Strommesser vertragen nur schwache Ströme. Man kann aber mit den Milliampere-metern und überhaupt mit jedem für schwache Ströme eingerichteten Instrument auch Ströme von sehr großer Stärke messen, wenn man sich eines einfachen und zweckmäßigen Kunstgriffes bedient. Dieser Kunstgriff besteht darin, daß man parallel zu dem Meßwerk des Strommessers sogenannte Nebenwiderstände (shunts) schaltet, die entweder fest eingebaut und durch Schalter betätigt oder zusätzlich an das Gerät angeschaltet werden (Abb. 190).

Aus früheren Überlegungen wissen wir, daß bei einer Stromverzweigung nach den Kirchhoffschen Gesetzen

1. die Summe der Teilströme gleich dem Gesamtstrom I ist;
2. die Zweigströme (i_g i_N) in nebeneinandergeschalteten Widerständen sich umgekehrt verhalten wie ihre zugehörigen Widerstände (R_g , R_N) (Lehrbrief 5, Seiten 20 und 21).

Sollen z. B. Ströme bestimmt werden bis zum 10fachen Betrage desjenigen Stromes, den das Meßinstrument zu messen erlaubt, so schickt man durch das Meßwerk nur $1/10$ des gesamten Stromes. $9/10$ des Stromes, also einen neunmal so großen Strom wie den des Instruments, nimmt der Nebenschlußwiderstand auf. Das ist der ganze Trick. Allerdings darf der Nebenschlußwiderstand (R_N) in unserem Beispiel auch nur gleich dem neunten Teil des Meßgerätwiderstandes (R_g) sein.

In ähnlicher Weise kann man durch Anschalten geeignet bemessener Nebenwiderstände den Meßbereich eines Strommessers beliebig erweitern. Beim Wechselstrom ist eine Erweiterung des Meßbereichs in einfacher Weise auch durch Stromwandler möglich.

b) Spannungsmessung

Bei der Spannungsmessung legt man den Spannungsmesser (Voltmeter) an die Punkte, zwischen denen die Spannung gemessen werden soll (Lehrbrief 5, Seite 28, Abb. 35). Sie werden also an die Leitung geschaltet. Damit beim Messen die Stromverhältnisse der Gesamtschaltung möglichst wenig verändert werden, müssen Spannungsmesser im Gegensatz zu den Strom-

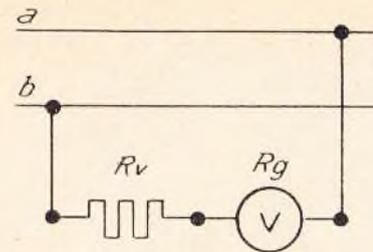


Abb. 191 Spannungsmesser mit Vorwiderstand

messern einen hohen Eigenwiderstand haben. Gute Meßgeräte haben z. B. einen Innenwiderstand von 200 bis 1000 Ohm je 1 Volt. Die Spannungsmesser sind, genau genommen, Strommesser mit hohem Widerstand. Die Skala ist jedoch in Volt geeicht. Zur Erweiterung des Meßbereichs werden den Spannungsmessern Vorwiderstände vorgeschaltet (Abb. 191).

Ist dieser Vorwiderstand R_v z. B. genauso groß wie der Eigenwiderstand des Voltmeters R_g , so ist der Gesamtwiderstand gleich dem doppelten Widerstand des Voltmeters.

Der hindurchfließende Strom hat dann nur noch die halbe Stromstärke. Der Spannungsmesser, der, wie gesagt, in seinem technischen Aufbau ein Strommesser ist, zeigt also auch nur die halbe Spannung an. Der Meßbereich hat sich also verdoppelt, so daß die Ablesung auf der Meßskala mit 2 malzunehmen ist. Ganz allgemein kann man sagen:

Der Meßbereich eines Spannungsmessers wird auf das n -fache des normalen Bereichs erweitert, in dem man ihm das $(n - 1)$ -fache seines inneren Widerstandes vorschaltet.

$$R_v = R_g \times (n - 1)$$

Hierin bedeutet R_v den gesuchten Vorwiderstand. Mit Hilfe solcher Vorwiderstände läßt sich für dasselbe Voltmeter eine große Zahl von Meßbereichen herstellen.

Beispiel:

Ein Meßinstrument hat einen Meßbereich von 3 Volt und einen Eigenwiderstand R_g von 1000 Ω je Volt, also insgesamt 3000 Ohm. Wie groß

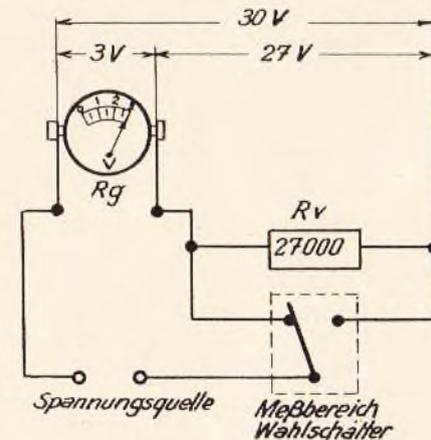


Abb. 192

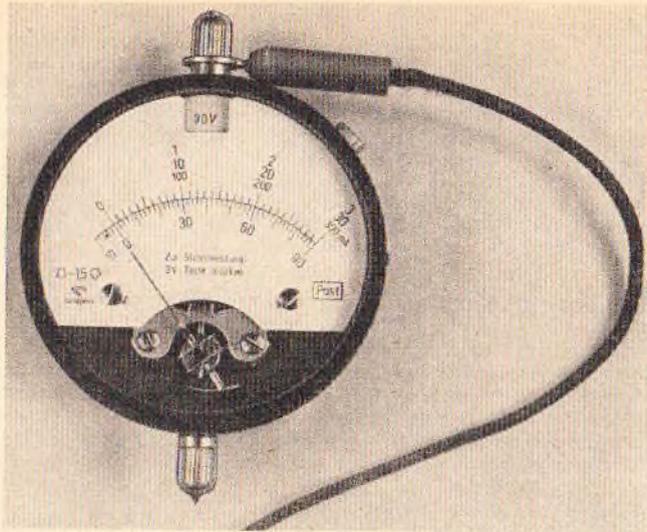
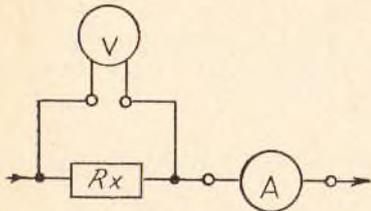
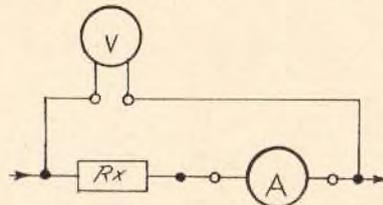


Abb. 193 Volt- und Amperemeter in Taschenuhrform
Werkfoto Gossen



Schaltung 1

Abb. 194a Der Spannungsmesser verfälscht das Meßergebnis



Schaltung 2

Abb. 194b Der Strommesser verfälscht das Meßergebnis

muß der Vorwiderstand R_v gewählt werden, um den Meßbereich auf 30 Volt, also das Zehnfache, zu erweitern?

Lösung: $R_v = R_g \times (n - 1)$
 $R_v = 3000 \times (10 - 1)$
 $R_v = 3000 \times 9 = 27\,000$

Antwort: Der Vorwiderstand R_v muß 27 000 Ohm betragen (Abb. 192).

Ein bei der DBP viel benutztes Voltmeter in Taschenuhrform, das auch als Strommesser gebraucht wird, zeigt die Abb. 193.

3. Widerstandsmessung

Den Widerstand eines Stromverbrauchers kann man mittelbar nach dem Ohmschen Gesetz berechnen, wenn man ihn an eine Spannung legt und dann die an ihm liegende Spannung und den durch ihn fließenden Strom mit Meßgeräten feststellt. Der unbekannte Widerstand ist dann $R_x = \frac{U}{I}$.

Spannungs- und Strommesser lassen sich aber verschieden anschalten. Sowohl bei der Meßschaltung 1 (Abb. 194a) als auch bei der Schaltung 2 (Abb. 194b) treten kleine Meßfehler auf, die durch den Stromverbrauch des Spannungsmessers (Schaltung 1) und durch den Spannungsabfall des Strommessers (Schaltung 2) hervorgerufen werden.

Diese indirekte Feststellung des Widerstandes gibt trotzdem in den meisten Fällen eine ausreichende Genauigkeit, wenn der Stromverbrauch im Spannungsmesser gering und der Spannungsabfall im Strommesser verhältnismäßig klein ist.

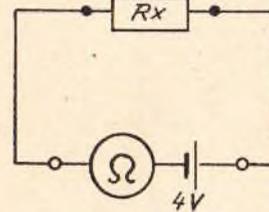


Abb. 195 Widerstandsmessung mit dem Ohmmeter

Dann ist bei gleichbleibender Spannung der Strom dem Widerstand umgekehrt verhältnismäßig. Gibt man auf der Meßskala die Nennspannung, mit der zu messen ist, an und eicht man den Strommesser unmittelbar in Ohm, dann kann man auf der Skala die Größe des unbekannten Widerstandes R_x ohne weitere Berechnung ablesen.

Die genaueste Widerstandsmessung läßt sich aber mit einer Meßbrücke durchführen, die nach dem englischen Physiker Wheatstonesche Meßbrücke genannt wird (Abb. 196).

Wir brauchen aber im Rahmen dieses Vortrages nicht näher auf sie einzugehen.



Abb. 196 Schleifdrahtmeßbrücke „Pontavi“

Werkfoto Herlmann u. Braun

4. Genauigkeit der Meßgeräte

Es gibt kaum Meßgeräte, die absolut genaue Meßwerte anzeigen, weil äußere Einflüsse, z. B. schwankende Temperatur, Ablesefehler, Reibung der Achsen im Meßwerk usw., die Meßergebnisse, wenn auch wenig, fälschen. Die Genauigkeit der Strom- und Spannungsmesser braucht für Betriebszwecke nicht so groß zu sein wie für Laboratoriumszwecke. Für elektrische Meßgeräte sind fünf Genauigkeitsklassen festgelegt worden. Um die richtige Anwendung eines Meßgerätes zu ermöglichen, sind auf der Skala eines guten Gerätes folgende Angaben angebracht:

- das Herstellerzeichen (Ursprungszeichen),
- die Fertigungsnummer des Herstellerbetriebes,
- die Einheit der Meßgröße (z. B. V, Ω , A),
- die Genauigkeitsklasse (Klassezeichen),
- die Stromart (— Gleichstrom, \sim Wechselstrom),
- Zeichen für die Art des Meßwerks (Weicheisenmeßwerk, Drehpulmeßwerk usw.),

Art des Meßinstrumentes	Sinnbild	Art des Meßinstrumentes	Sinnbild
Drehpulinstrument mit Dauermagnet		Instrument mit Eisenschirm (Sinnbild für den Schirm)	
Drehpul-Quotientenmesser (Kreuzpul-Ohmmeter)		Instrument mit elektrostatischem Schirm (Sinnbild für den Schirm)	
Drehmagnetinstrument		Astatisches Meßwerk	ast
Dreheiseninstrument		Gleichstrominstrument	—
Elektrodynamisches Instrument		Wechselstrominstrument	
Eisengeschlossenes, elektrodynamisches Instrument		Gleich- und Wechselstrom-Instrument	
Elektrodynamischer Quotientenmesser		Drehstrominstrument mit einem Meßwerk	
Eisengeschlossener elektrodynamischer Quotientenmesser		Drehstrominstrument mit zwei Meßwerken	
Induktionsinstrument		Drehstrominstrument mit drei Meßwerken	
Bimetallinstrument		Senkrechte Gebrauchslage	
Elektrostatisches Instrument		Waagerechte Gebrauchslage	
Vibrationsinstrument		Schräge Gebrauchslage mit Angabe des Neigungswinkels	
Thermoumlormer allgemein		Zeigernullstellvorrichtung	
Drehpulinstrument mit Thermoumlormer		Prüfspannungszeichen. Die Ziffer im Stern bedeutet die Prüfspannung in kV (Stern ohne Ziffer 500 V Prüfspannung)	
Isolierter Thermoumlormer		Achtung (Gebrauchsanweisung beachten)	
Gleichrichter		Instrument entspricht bezüglich Prüfspannung nicht den Regeln	
Drehpulinstrument mit Gleichrichter			

Abb. 197 Wichtige Sinnbilder für elektrische Meßgeräte

Werkfoto Hartmann u. Braun

- g) das Lagezeichen (senkrechte, waagerechte, schräge Gebrauchslage),
 - h) die Prüfspannung,
 - i) den Nennfrequenzbereich (bei Wechselstromgeräten).
- Siehe Abb. 197.

5. Einige Winke zur Vermeidung von Meßfehlern und Geräteschäden

Jedes Meßgerät **richtig** anschließen, u. U. erst Bedienungsanweisung durchlesen. Den **Meßbereich** und die **Einteilung** der **Skala** beachten, um Zwischenwerte genau ablesen zu können. Alle Meßgeräte sind **schonend** zu behandeln. Harte Stöße schaden der Lagerung des Meßwerkes.

Für jede Messung ist ein **passendes Gerät** zu wählen. Für den Betrieb ein robustes Betriebsgerät und kein Feinmeßgerät. Vor dem Einschalten eines Meßgeräts ist unbedingte Klarheit über die **Stromart** und über die **Art der Messung** erforderlich. Die Größe des zu erwartenden Meßergebnisses möglichst vorher überschlägig ermitteln, damit u. U. entsprechende Vor- oder Nebenwiderstände (Meßbereiche) eingeschaltet werden können und das Meßgerät nicht beschädigt wird.

Die **Gebräuchslage** eines Meßinstrumentes muß **beachtet** werden, weil jedes Gerät in einer bestimmten Lage geeicht ist. Bei Geräten mit mehreren Meßbereichen wird die Messung vorsichtshalber **immer** mit dem **größten Meßbereich** begonnen, selbst wenn nur kleine Ströme und Spannungen gemessen werden sollen.

Vor **jeder Messung** prüfen, ob der Zeiger genau auf Null steht; gegebenenfalls, wenn möglich, Zeiger nachstellen.

Wir wollen uns **merken**:

1. Zur Prüfung, ob die elektrischen Eigenschaften der Apparate, Stromquellen und Leitungen den Ansprüchen genügen, dienen **elektrische Messungen**.
2. **Messen** heißt ganz allgemein feststellen, wie oft die Maßeinheit in der zu messenden Größe vorhanden ist.
3. Nach der Wirkung der Elektrizität unterscheiden wir **elektromagnetische, Stromwärme ausnutzende, elektrolytische** und **elektrostatische** Meßgeräte.
4. **Weicheisengeräte** (Dreheisen) eignen sich für Gleichstrom und Wechselstrom (niedriger Frequenz) und beruhen auf der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes.
5. Das **Drehspulmeßgerät** besteht aus einer leicht drehbaren Spule, die sich innerhalb der Polschuhe eines Dauermagnets drehen kann. Die Wirkungsweise dieses am häufigsten verwendeten Instruments ist die des Gleichstrommotors.
6. **Drehspulgalvanometer** sind Drehspulgeräte mit sehr hoher Empfindlichkeit, die zum Nachweis kleiner und kleinster Ströme und Spannungen dienen (Spiegelgalvanometer).
7. **Elektrodynamische** Meßgeräte enthalten eine feste und eine bewegliche Spule.
8. Bei dem **Hitzdrahmeßgerät** wird zum Messen der Stromstärke die Längenänderung benutzt, die ein Hitzdraht durch die Stromwärme erfährt. Sie sind für Gleich- und Wechselstrom aller Frequenzen gleich gut zu verwenden.
9. **Elektrolytische** Instrumente nutzen die durch den Strom hervorgerufene Zersetzung eines Elektrolyten aus; sie sind aber nur in wenigen Ausführungen im Gebrauch (Stia-Zähler).
10. **Elektrostatische** Meßgeräte beruhen auf der Anziehung und Abstoßung elektrisch geladener Platten. Sie werden zu Messungen von hohen Spannungen bei Gleich- und Wechselstrom benutzt.
11. Der **Zungen-Frequenzmesser** dient zur Feststellung der Frequenz von Wechselströmen.
12. **Strommesser** (Amperemeter) haben einen **kleinen Eigenwiderstand** und werden **in** den Stromkreis geschaltet.
13. **Spannungsmesser** (Voltmeter) sind Strommesser mit **hohem Eigenwiderstand**, die unmittelbar **an** die zu messende Spannung (parallel zum Verbraucher) geschaltet werden.
14. Der Meßbereich von Amperemetern wird durch **Nebenwiderstände** erweitert.
15. Der Meßbereich von Voltmetern wird durch **Vorwiderstände** verändert.
16. Widerstände werden häufig durch **Widerstandsmesser (Ohmmeter)** gemessen, die in Ohm geeichte Strommesser sind und in den Stromkreis (Leitung) bei vorgeschalteter Meßbatterie eingeschaltet werden.
17. Elektrische Meßinstrumente sind sehr **empfindlich**. Sie müssen für den jeweiligen Zweck **richtig** gewählt und angeschlossen werden.
18. Vor Einschalten eines Meßgerätes ist unbedingte Klarheit über die **Stromart** und **Art der Messung** erforderlich.

M. Einführung in die Funktechnik

Allgemeines

Ende des vorigen Jahrhunderts wurde die „Funktechnik“ geboren. Sie gibt uns die Möglichkeit, mit Hilfe von elektrischen Schwingungen eine elektrische Nachrichtenübermittlung zwischen zwei Stationen ohne eine Drahtverbindung durchzuführen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Zeichen beträgt hierbei 300 000 km in der Sekunde. Zum Vergleich denken wir an die Geschwindigkeit des Schalles, der nur mit etwa 300 m in der Sekunde durch den Raum eilt.

Viele namhafte Männer in verschiedenen Ländern haben an der Entwicklung dieser neuen „drahtlosen“ Technik mitgearbeitet, die heute unter der umfassenderen Bezeichnung „Hochfrequenztechnik“ weit über das eigentliche Nachrichtenwesen hinausgewachsen ist. Sie findet unter anderem Anwendung im Rundfunk, Fernsehen, Funkmeßwesen, in Medizin, Geologie und dringt in immer neue Gebiete ein.

Die Funktechnik arbeitet also mit **Schwingungen hoher Frequenz**; wir verstehen darunter Wechselströme über 10 000 Hz (Hz = Schwingungen in der Sekunde). Für Rundfunkzwecke werden zur Zeit z. B. Wechselströme von 150 000 Hz bis etwa 200 000 000 Hz gebraucht. Zum Vergleich ziehen wir die Sprechfrequenzen beim Fernsprecher heran; sie umfassen nur etwa 300 bis 3000 Hz. (Siehe auch Lehrbrief 13, Seite 7, und Lehrbrief 14, Seite 31 und 32, Merkpunkt 2 bis 7.) Von allen Hochfrequenzströmen gehen, soweit geeignete „Strahler“ (Antennen) vorhanden sind, **Fernwirkungen** in Form von frei im Raum sich ausbreitenden elektromagnetischen Schwingungen aus.

Die Erzeugung dieser elektr. Schwingungen bei der abstrahlenden Station („Sender“) und das Aufnehmen bei der fernen Station („Empfänger“) sind für unsere heutigen Anforderungen nur einwandfrei mit der **Elektronenröhre** durchzuführen; letztere ist für die Hochfrequenz- und Niederfrequenztechnik von überragender Bedeutung geworden (als Erzeuger, Verstärker und Gleichrichter).

Abb. 198 zeigt in **einfachster** Form das Schema der drahtlosen Übermittlung.

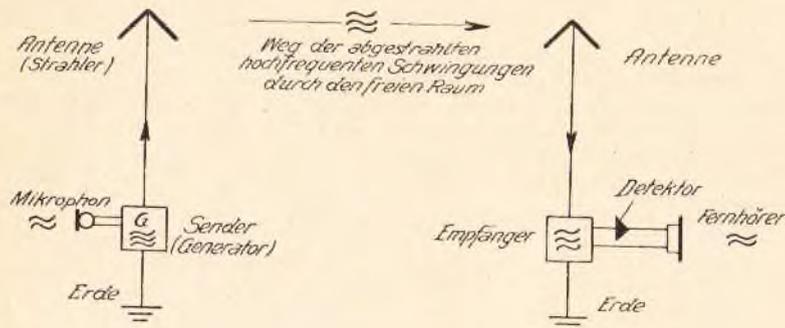


Abb. 198 Schema einer drahtlosen Übermittlung

Wir sehen auf der linken Seite den eigentlichen Sender (Generator), der die Hochfrequenzschwingungen erzeugt und über die Antenne (Strahler) in den Raum ausstrahlt. Ein Mikrofon liefert beim Besprechen niederfrequente elektr. Schwingungen; sie werden der vom Sender erzeugten Hochfrequenzschwingung in geeigneter Weise aufgedrückt (**Modulation**) und mit ihr fortgetragen. In der Praxis sind unzählige Sender gleichzeitig in Betrieb. Damit sie sich nicht gegenseitig im Empfänger stören, teilt man im allgemeinen jedem Sender eine andere hochfrequente Schwingungszahl (Sendefrequenz) zu. Diese Frequenz wird durch **Schwingungskreise** festgelegt.

Auf der Empfangsseite wählen wir eine dem Sender ähnliche Anordnung, also wieder eine Antenne. Die eingefangenen hochfrequenten Schwingungen werden von der Antenne zum Empfänger weitergeleitet, dort durch Schwingungskreise gesiebt und durch Elektronenröhren verstärkt, anschließend in geeigneter Weise mittels eines **Detektors** von den aufgedrückten niederfrequenten Schwingungen getrennt (**Demodulation**). Die letzteren werden über den Fernhörer hörbar gemacht.

An die Stelle des beim Fernsprechen üblichen Verbindungsdrahtes zwischen zwei Fernsprechapparaten ist hier die **drahtlose** Übertragung von Hochfrequenzschwingungen durch den **freien Raum** getreten.

Die in der Abb. 198 verwendeten zeichnerischen Symbole sind in Abb. 199 zusammengestellt, damit wir sie uns leichter einprägen.

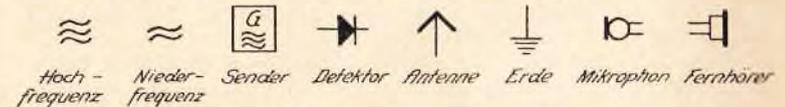


Abb. 199 Zeichnerische Symbole

Schon diese kurze Übersicht bringt so viele neue Begriffe der Funktechnik, daß wir uns nun etwas näher damit befassen wollen. Wir beginnen mit den frequenzbestimmenden Teilen.

Geschlossene Schwingungskreise und Schwingungen

Bei der Unzahl der verwendeten elektrischen Schwingungen braucht man natürlich eine Vorrichtung, die eine bestimmte elektrische Schwingungszahl bevorzugt; d. h. man benutzt eine Schaltungsanordnung von elektr. Bauelementen mit ganz bestimmten elektr. Werten, in der dann eine ganz bestimmte Frequenz bevorzugt entsteht und schwingt. Man nennt diese Vorrichtung einen elektr. **Schwingungskreis** oder einfach **Schwingkreis**; er besteht aus einem **Kondensator** (Kapazität C) und einer **Spule** (Induktivität L) entsprechend Abb. 200. (Siehe hierzu Lehrbrief 14, Seite 20 bis 24, betr. Kondensatoren und Lehrbrief 12, Seite 27 bis 28, sinngemäß für Hochfrequenzspulen.)

Wir erinnern uns daran, daß Kondensator und Spule sich bei Wechselstrom **umgekehrt** verhalten. Der kapazitive Widerstand eines Kondensators wird bei höheren Frequenzen **geringer**, der induktive Widerstand einer Spule wird bei höheren Frequenzen **größer**. Beim Zusammenschalten von beiden heben sich diese Eigenschaften für eine ganz

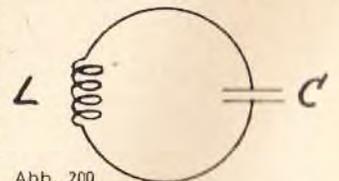


Abb. 200 Geschlossener Schwingungskreis

bestimmte Frequenz auf. Diese bevorzugte Frequenz ist die **Eigenfrequenz** des Kreises beim Erzeugen von Schwingungen. Sie macht den Schwingkreis (auch Resonanzkreis oder Abstimmkreis genannt) neben der Röhre zum wichtigsten Bauelement der Funktechnik.

Was geht in dem geschlossenen Schwingkreis bei dieser Eigenfrequenz vor sich? Sehen wir uns Abb. 201 an.

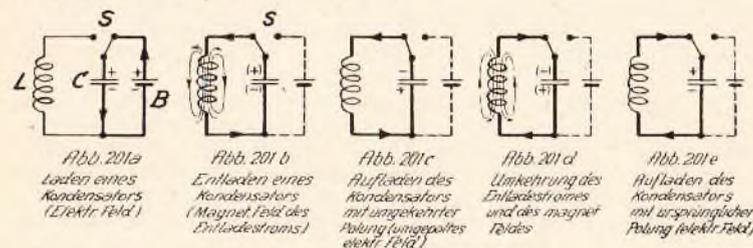


Abb. 201 a—e Vorgang im geschlossenen Schwingungskreis

Der Schwingkreis (L, C) ist zur Darstellung der Vorgänge durch einen Umschalter (S) und eine Batterie (B) ergänzt worden. Zuerst wird der Kondensator C einmalig aus der Batterie **geladen** (Abb. 201 a).

Dann wird der Umschalter **nach links** gelegt und der Schwingkreis geschlossen (Abb. 201 b). In diesem Augenblick **entlädt** sich der Kondensator (C) über die Spule (L) und erzeugt in ihr ein **magnetisches Feld** (dargestellt durch die magnetischen Kraftlinien). Gleichzeitig mit der Entladung verschwindet das elektrische Feld des Kondensators (die Platten oder Beläge des Kondensators haben keine Spannung mehr gegeneinander).

Jetzt bricht das magnetische Feld zusammen (Abb. 201 c) und versucht noch schnell, den bisherigen Strom aufrechtzuerhalten. Hierdurch wird der Kondensator mit **umgekehrtem** Vorzeichen **aufgeladen**, jedoch wird die ursprüngliche Spannungshöhe (Batteriespannung) wegen der elektrischen Verluste im Stromkreis nicht mehr ganz erreicht.

Sobald diese Aufladung beendet ist, treibt die Spannung des Kondensators wieder einen Strom (Entladestrom) durch die Spule; aber entsprechend dem umgekehrten Vorzeichen der Spannung hat auch der Strom die Richtung gewechselt (siehe Abb. 201 d) und baut während des Entladevorgangs ein neues **Magnetfeld mit umgekehrter Polung** auf, bis die Spannung am Kondensator wieder Null geworden ist.

Wiederum bricht das magnetische Feld zusammen (Abb. 201 e) und versucht noch schnell, den bisherigen (umgekehrten) Strom aufrechtzuerhalten. Hierdurch wird der Kondensator erneut aufgeladen. Das Vorzeichen entspricht jetzt wieder den Anfangsverhältnissen der Abb. 201 a und b und ist umgekehrt zum Vorzeichen der Abb. 201 c und d. Die Spannungshöhe ist weiter abgesunken.

Die Vorgänge der Abb. 201 b—e wiederholen sich mit **ständig kleiner werdenden Ladungen** (Spannungen) und **magnetischen Feldern** (Strömen).

Die Ladung **pendelt** auf die oben dargestellte Weise hin und her; das sind bereits **elektr. Schwingungen**. Diese Schwingungen bestehen also aus ständig wechselnden **Umformungen** der Energie des **elektr. Feldes** (Kondensator) in Energie des **magnetischen Feldes** (Spule) und umgekehrt.

Die Zahl der Schwingungen in der Sekunde hängt von C und L ab. Je kleiner L und C gewählt werden, um so schneller schwingt das Gebilde und um so **höher** wird die Eigenfrequenz.

Der **Vergleich** mit einer **gedämpft schwingenden Feder** ist naheliegend. Betrachten wir daher eine waagrecht eingespannte Stahlfeder mit einem Gewicht (siehe Abb. 202).

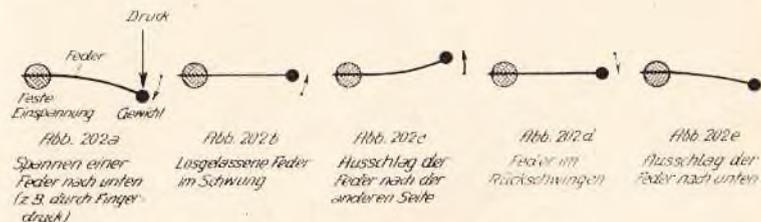


Abb. 202 a—e Schwingende Feder

Abb. 202a zeigt das Spannen der Feder durch Fingerdruck nach unten. Die hierdurch gespeicherte Kraft hat das Bestreben, die Feder nach oben zu treiben (Entspricht dem Laden eines Kondensators — Abb. 201 a —.)

Abb. 202 b stellt den Zustand nach Loslassen der Feder dar. Die Feder schnellt in die waagerechte Lage. (Entspricht dem Entladevorgang und Aufbau eines Magnetfeldes — Abb. 201 b —.)

Abb. 202 c zeigt, wie die Feder durch den Schwing über die Mittellage nach oben getrieben worden ist. (Entspricht Aufladung eines Kondensators mit umgekehrter Polung — Abb. 201 c —.)

Abb. 202 d stellt dar, wie die Feder nach Verlassen der oberen Endstellung in die waagerechte Lage zurückgeschwungen ist. (Entspricht Umkehrung des Entladestroms und des Magnetfeldes — Abb. 201 d —.)

Abb. 202 e zeigt, wie die Feder durch den Schwing über die Mittellage nach unten in die Anfangslage getrieben worden ist. (Entspricht Aufladung des Kondensators mit ursprünglicher Polung — Abb. 201 e —.)

Die Vorgänge wiederholen sich auch hier bei einer bestimmten **Eigenfrequenz** mit **ständig kleiner werdender Schwingungsweite** (Höchstwert oder Amplitude) der Feder, bis sie allmählich in der Mittellage zur Ruhe kommt. Eine übersichtliche bildliche Zusammenfassung dieser Bewegungsvorgänge aus Abb. 202 gibt Abb. 203.

Wir sehen eine „Wellenlinie“, deren Schwingungsweiten mit zunehmender Zeit (mit der Zeitachse nach rechts) immer kleiner werden. Man spricht hierbei auch von einer **Abnahme** der Schwingungsweite durch **Dämpfung** (Verluste) oder von **gedämpften Schwingungen**. Wie ist dieses Bild entstanden? Schlagen wir noch einmal Lehrbrief 13, Seite 6, auf; dort finden wir auch eine Wellenlinie — von einer schwingenden Feder auf Papier gezeichnet —, deren Höchstwerte über alle Perioden gleich bleiben. Man spricht in diesem Falle von **ungedämpften** Schwingungen. Nach demselben Verfahren wollen wir jetzt die Bewegungen der gedämpft schwingenden Feder aus Abb. 202 a—e aufzeichnen. Hierbei markieren wir den Anfangspunkt (entsprechend Abb. 202 a) mit **a**; die Lage der Feder entsprechend Abb. 202 b wird durch den Punkt **b** gekennzeichnet; dann folgen die Punkte

c, d und e sinngemäß usw. So ist Abb. 203 entstanden; sie gilt nicht nur für schwingende Federn, sondern auch für den Spannungs- und Stromverlauf in gedämpft schwingenden elektrischen Schwingungskreisen nach Abb. 201 a—e.

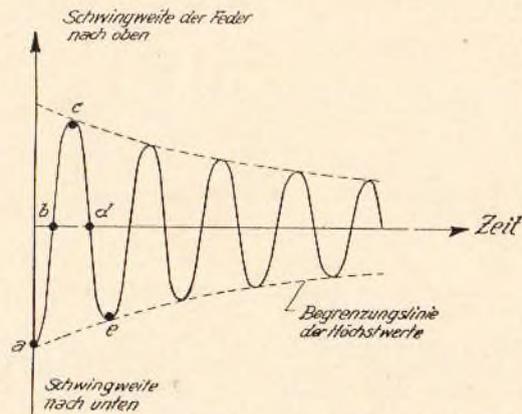


Abb. 203 Verlauf einer gedämpften Schwingung

Wir können mit dem, was wir uns bis jetzt erarbeitet haben, sogar schon den Ausdruck „Funktechnik“ einwandfrei erklären. Wir haben gesehen, daß man durch Aufladen des Kondensators mit entsprechend hohen Spannungen und nachfolgendes Entladen über die Spule tatsächlich elektrische Schwingungen, wenn auch stark gedämpft, erzeugen kann. Wird nun dieser Kondensator mittels einer **Funkenstrecke laufend** geladen und entladen, so haben wir die alten **Funkensender** aus dem Anfang der drahtlosen Übertragungstechnik vor uns. Die von ihm erzeugten Schwingungen zeigt Abb. 204. Mit jedem Funken wird eine neue, stark gedämpft abklingende Wellenlinie erzeugt.

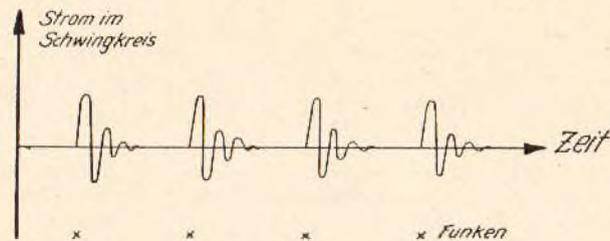


Abb. 204 Schwingungsverlauf bei einem einfachen Funkensender

Woher kommt nun diese **Dämpfung**? Sie entsteht durch Widerstände und andere Verluste im Schwingungskreis, die stetig einen Teil der pendelnden Energie durch Wärmebildung usw. verzehren.

Erst die ungedämpften Schwingungen — also die mit **gleichbleibenden** Höchstwerten (Amplituden) durchlaufende Wellenlinie — ermöglicht die heutige „Funktechnik“. Gleichbleibende Amplituden (siehe auch Lehrbrief 12, Seite 7, Abb. 128) erhalten wir, wenn dem Schwingungskreis bei jeder Schwingung gerade so viel Energie gleicher Frequenz zugeführt wird, daß die Verluste gedeckt werden. Auf die Lösung dieser Aufgabe kommen wir noch zurück.

**Offener Schwingungskreis,
Antenne und Erde**

Von einem **geschlossenen** Stromkreis gehen **keine merklichen** Fernwirkungen aus. Vergrößern wir aber den Abstand der Kondensatorbelegungen, so verlaufen nicht mehr alle Feldlinien auf dem kürzesten Wege von Platte zu Platte, sondern „**streuen**“ in die Umgebung. Diese Streuung ist um so größer, je größer der Abstand der beiden Belegungen ist (siehe Abb. 205).

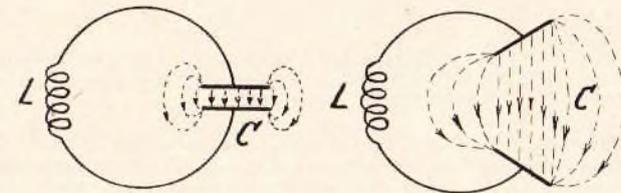


Abb. 205 Streuung eines Kondensators

Im Grenzfall — d. h. bei völligem Auseinanderziehen der Belegungen — entsteht daraus Abb. 206.

Auch dieser eigentümliche Stromkreis ist ein Schwingungskreis mit einer festen Eigenfrequenz und wird als „**offener**“ Schwingungskreis bezeichnet. Er läßt sich gleichfalls mit Hochfrequenzschwingungen erregen. Das **elektr. Feld** bildet sich infolge der Streuung **frei im Raum** aus.

Stellen wir uns die Zuleitungen zu den Belegungen als einen gestreckten, verhältnismäßig langen Leiter vor, so haben wir schon die Grundform der „**Antenne**“ vor uns, den sogenannten Dipol. Antenne ist ein Fremdwort und bedeutet wörtlich „Fühler“; im übertragenen Sinne verstehen wir darunter einen „**Luftdraht**“ oder „**Luftleiter**“ zum Senden und Empfangen von Funkzeichen.

Ein gestreckter Leiter (Antenne der üblichen Ausmaße) stellt einen **Kondensator** mit großem Abstand der Belegungen dar; die Belegungen (C) werden durch die Antennendrähte gebildet. Hinzu kommt aber, daß die Drähte selbst eine ins Gewicht fallende **Selbstinduktion** besitzen (siehe Lehrbrief 11, Seite 23 bis 26). Die über die ganze Länge des Drahtes verteilte Induktivität (L) wollen wir uns in einem Punkt — z. B. in der Mitte

des Drahtes — vereinigt denken. So kommen wir zu der **stark vereinfachten Darstellung** einer symmetrisch aufgebauten Antenne (Dipol) in der Art der **Abb. 206**. Wir merken uns nur, daß jede Antenne einen offenen Schwingungskreis darstellt.

Jetzt gehen wir noch einen Schritt weiter, indem wir die untere Kondensatorplatte des offenen Schwingkreises **ersetzen** durch eine gute Verbindung mit der „**Erde**“ (siehe **Abb. 207**).

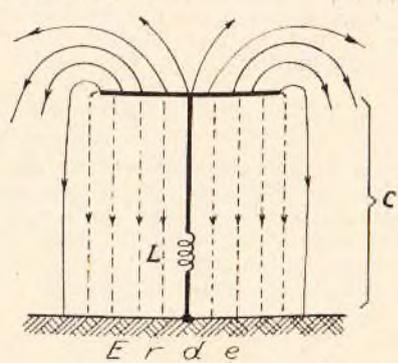
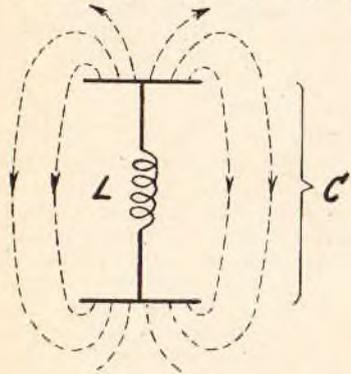


Abb. 206 Offener Schwingungskreis
(entstanden aus **Abb. 205** durch völliges
Auseinanderziehen der Belegungen)

Abb. 207 Einseitig geerdeter
offener Schwingungskreis

Die elektrischen Feldlinien bilden sich zwischen der oberen Belegung und der Erde aus. Der Stromkreis ist über die Erde geschlossen. Auch diese Anordnung stellt einen offenen Schwingkreis dar. Stellen wir uns die Zuleitungen zu der oberen Belegung und zur Erde wiederum als einen gestreckten, verhältnismäßig langen Leiter vor, so haben wir die bekannte, unsymmetrisch aufgebaute **Antennenanlage** mit Erde vor uns (siehe **Abb. 208**).

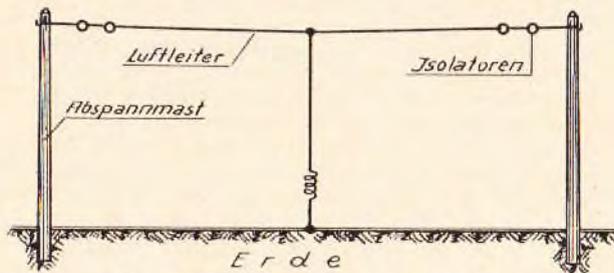


Abb. 208 Antennenanlage mit Erde

Wir können uns diese Anlage auch entstanden denken durch Halbierung der **Abb. 206**, indem wir in die Schnittebene die „**Erde**“ legen. Die obere Hälfte entspricht **Abb. 207** und **208**, Die untere, spiegelbildliche Hälfte wird dann nicht mehr benötigt.

Diese Antenne besteht aus einem oder mehreren beliebig durch die Luft gespannten Drähten („**Luftleiter**“), die an den Enden isoliert aufgehängt sind; sie entspricht der oberen Kondensatorbelegung in **Abb. 207** und bildet mit der Erde einen Kondensator (Antennenkapazität). Das elektr. Kraftfeld bildet sich frei im Raum zwischen Antenne und Erde aus. Die Bauart derartiger Antennen ist äußerst verschieden.

Neben dem elektr. Kraftfeld (Wechselfeld) tritt bei jeder Antenne auch ein **magnetisches Kraftfeld** (Wechselfeld) auf, das gleichfalls imstande ist, in die Ferne zu wirken. Beide Felder gehören untrennbar zusammen. Sobald sie sich von der Antenne **gelöst** haben, breiten sie sich gleichmäßig und gemeinsam nach allen Seiten aus (mit Lichtgeschwindigkeit = **300 000 km** in der Sekunde). Zum Vergleichen denken wir an die Ausbreitung der Wasserwellen auf einer ruhigen Wasseroberfläche. Die „**Wellen**“, die der Sender ausstrahlt, sind in gleicher Weise **fortschreitende Wellen**.

Begriff der Wellenlänge

So wie ein Punkt einer Wasseroberfläche beim Durcheilen von Wasserwellen eine stetige Bewegung (auf- und abgehend) ausführt, so **wechselt** auch an jedem Punkte, den die elektr. „**Wellen**“ durchlaufen, die **Stärke** des elektr. und magnetischen **Kraftfeldes**, und zwar im Takt der durcheilenden hochfrequenten Schwingungen. Dieses stetige Auf und Ab wollen wir einmal zeichnerisch festhalten, indem wir eine „**Momentaufnahme**“ des Kraftfeldes längs des Weges vom Sender zum Empfänger machen (siehe **Abb. 209**).

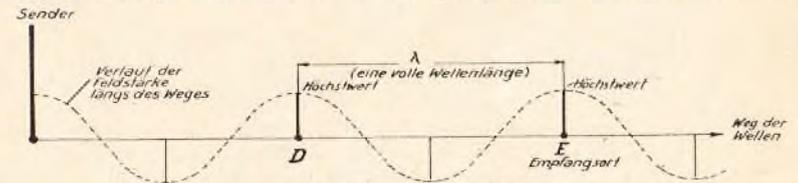


Abb. 209 Wellenbild

Die Wellenlinie entspricht dem **Zeitpunkt**, in dem z. B. am Empfangsort (**E**) ein Höchstwert des Kraftfeldes durchlief. An den anderen Wegestellen bestanden **zu dieser Zeit** verschiedene Werte des Kraftfeldes zwischen Null und Höchstwerten (nach oben und unten), entsprechend dem jeweils zurückgelegten Wege der „**Wellen**“. Wir suchen nun den zweiten Ort, wo gleichfalls ein Höchstwert nach oben auftritt (siehe Punkt **D**). Zwischen **D** und **E** besteht ein „**Abstand**“ von einer vollen „**Wellenlänge**“ (λ , lies Lambda), dargestellt durch das Bild einer **vollständigen Schwingung**.

Beispiel: Angenommen, der Sender strahlt eine Millionen Hz = 1 000 000 Schwingungen in der Sekunde aus, so entfällt auf jede **einzelne** Schwingung ein Zeitraum von $\frac{1}{1\,000\,000}$ Sekunde. Da die ausgestrahlten Wellen 300 000 km in der Sekunde zurücklegen, so entfällt auf den Zeitraum von $\frac{1}{1\,000\,000}$ Sekunde ein **zurückgelegter Weg** von $\frac{300\,000}{1\,000\,000}$ km = 0,3 km = **300 m**. Das bedeutet eine Entfernung von 300 m zwischen den Wegestellen **D** und **E** und damit den Zeitbedarf von $\frac{1}{1\,000\,000}$ Sekunde für das Durchlaufen einer vollen Schwingung.

Daher beträgt die „Wellenlänge“ in unserem Beispiel $\lambda = 300 \text{ m}$.
In der Formelsprache schreiben wir

$$\text{Wellenlänge } \lambda = \frac{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit } c}{\text{Frequenz } f}$$

oder

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Für λ in m muß c mit $300\,000\,000 = 300 \times 10^6 \text{ m}$ in der Sekunde und f in Hz eingesetzt werden; also

$$\lambda = \frac{300 \cdot 10^6}{f} \quad \text{Meter.}$$

Frage: Wie groß ist die Wellenlänge in Metern bei einer Frequenz $f = 100\,000 \text{ Hz} = 10^5 \text{ Hz}$.

Lösung: $\lambda = \frac{300 \cdot 10^6}{10^5} = 300 \cdot 10^{6-5}$
 $= 300 \cdot 10^1 = 3000 \text{ m}$

Antwort: Die Wellenlänge beträgt 3000 m.

Schon frühzeitig teilte man die verschiedenen Wellenlängen nach **Wellenbereichen** ein, die verschiedene Ausbreitungseigenschaften und Anwendungsgebiete kennzeichnen. Wir nennen hier nur:

30 000 . . .	10 000 m;	sehr lange Wellen (Verkehr zwischen Feststationen)
10 000 . . .	1 000 m;	Langwellen (wie oben und Rundfunk)
1 000 . . .	100 m;	Mittelwellen (Rundfunk, Schiffs-, Amateur- und Polizeifunk)
100 . . .	10 m;	Kurzwellen (KW) (Küstenfunk, Flugfunk, Amateurfunk, Rundfunk für große Reichweiten, Elektromedizin)
10 . . .	1 m;	Ultrakurzwellen (UKW) (Polizeifunk, Richtverbindungen, Fernsehen, Rundfunk, Küstenfunk, Amateurfunk, Flugfunknavigation, Elektromedizin)

Prinzip des Empfangs und der Resonanz

Treffen die elektromagnetischen Wellen auf ihrem Wege durch den Raum auf einen „offenen“ Schwingungskreis (Empfangsantenne), so erzeugen sie in ihm Spannungen und Ströme. Dieser „Empfang“ ist am stärksten, wenn die Eigenfrequenz der Empfangsantenne (offener Schwingungskreis) mit der Eigenfrequenz der ankommenden hochfrequenten Schwingungen (Wellen) genau **übereinstimmt**. Man spricht dann auch von „**Resonanz**“. Sie wird erreicht durch die jeweilige richtige Bemessung der elektr. Größen L und C des Schwingungskreises oder mit anderen Worten: durch die „**Abstimmung**“. Abstimmen bedeutet daher nichts anderes als ändern bzw. anpassen der Eigenfrequenz, sei es ein geschlossener oder offener Schwingungskreis. Wir können die Induktivität (L) oder Kapazität (C) ändern oder beide. Bekannt ist die veränderbare Kapazität in Form des **Drehkondensators** (siehe Lehrbrief 14, Seite 23).

Von der genauen Abstimmung auf „**Resonanz**“ wird sowohl beim Sender als auch beim Empfänger Gebrauch gemacht. Der Begriff „Resonanz“ bedarf noch einer Erläuterung. Sobald ein Schwingkreis auf die erregende Frequenz

abgestimmt ist, schaukeln sich Spannung und Strom im Kreis auf beachtliche Werte hoch, auch wenn die erregenden Kräfte nur gering sind (Resonanzaufschaukelung). Für alle anderen Frequenzen ergeben sich wesentlich kleinere Werte (Siebwirkung).

Abbildung 210 stellt das Gesagte bildlich dar.

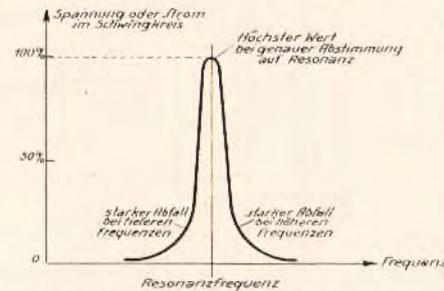


Abb. 210 Resonanzkurve eines einfachen Schwingungskreises

Die Resonanzerscheinung kann man sich auch klarmachen, wenn man an eine Luftschaukel denkt. Gibt man der Schaukel im **richtigen** Augenblick auch nur **kleine** Stöße, so wird sie in **kräftige** Schwingungen geraten. Dagegen können starke Stöße, die nicht im Takt der Schwingungen erfolgen, sogar hemmend wirken.

Wirkungsweise der Elektronenröhre und Schwingungserzeugung

Ein weiteres Eindringen in die Funktechnik setzt die Kenntnis der Elektronenröhre voraus. Zu diesem Zweck nehmen wir den Lehrbrief 12 zur Hand und wiederholen, was dort — im Zusammenhang mit dem Drahtfunk — auf Seite 5 bis 7 über die Wirkungsweise der Röhren und über die Schwingungserzeugung mittels Röhren gesagt ist.

Die dort auf Seite 6, Abb. 126, angegebene Schaltung zeigt nur eine der vielen möglichen Schaltungen eines Röhrengenerators. Gemeinsam ist aber allen Schaltungen die Notwendigkeit der phasenrichtigen Rückkopplung von Energie aus dem Anodenstromkreis in den Gitterkreis, einmal zur Deckung der **Verluste** und Aufrechterhaltung von **ungedämpften Schwingungen**, zum anderen aber auch zur **Abgabe** von **schwingender Energie** an einen Verbraucher (z. B. Sendeantenne). Der abgestimmte Schwingungskreis ist ein geschlossener Schwingungskreis; zur Abstrahlung von Energie muß er daher mit einem abgestimmten offenen Schwingungskreis (Antenne) verbunden oder, anders ausgedrückt, „**gekoppelt**“ werden.

Gekoppelte Schwingungskreise

Abb. 211 zeigt eine sogenannte magnetische oder **induktive Ankopplung** des Antennenkreises an den Schwingungskreis LC. Eine Kopplung ist **fest**, wenn sehr viele Kraftlinien aus der **primären Spule** (hier die Spule des Schwingungskreises LC) die **sekundäre Spule** (hier die Antennenspule) schneiden. Sie wird **loser**, wenn man die Spulen weiter voneinander **entfernt** oder die Zahl der Windungen **geringer** macht. Die günstigste Kopplung kann durch Probieren ermittelt werden.

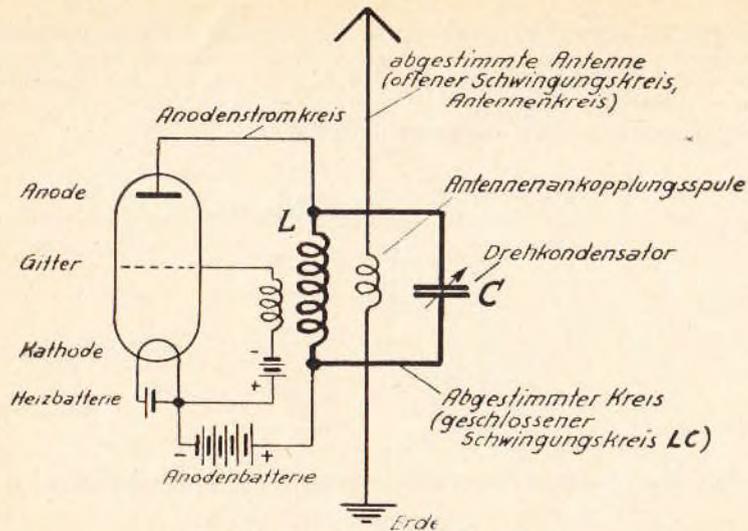


Abb. 211 Einfacher Röhrensender

Selbstverständlich kann man auch zwei geschlossene Schwingungskreise induktiv koppeln und hierdurch besonders günstige Werte bei der Resonanzkurve der Kreise erzielen (z. B. als Bandfilter in Sendern und Empfängern). Siehe Abb. 212.

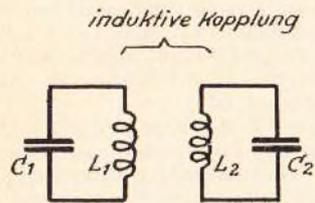


Abb. 212 Induktive Kopplung von 2 Schwingkreisen

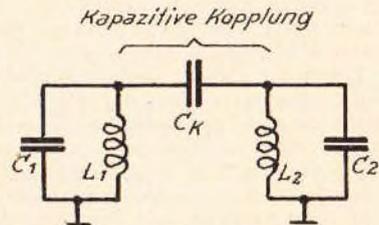


Abb. 213 Kapazitive Kopplung von 2 Schwingkreisen

Von gleicher Bedeutung ist auch die **kapazitive** Kopplung von mehreren Schwingungskreisen. Siehe Abb. 213.

Prinzip des Empfängers mit Detektor

Die vom Röhrensender erzeugte Energie kann im Takte von Telegraphiezeichen ausgestrahlt werden; man spricht dann von „**Tastung**“. Oder diese Energie wird laufend abgestrahlt und entsprechend Lehrbrief 12, Seite 7, mit einer niederfrequenten Schwingung (Sprache, Musik) „**moduliert**“. In jedem Falle wird ein Nachrichteninhalt hochfrequent abgestrahlt, der auf der Empfangsseite wieder als Niederfrequenz **hörbar** gemacht werden muß.

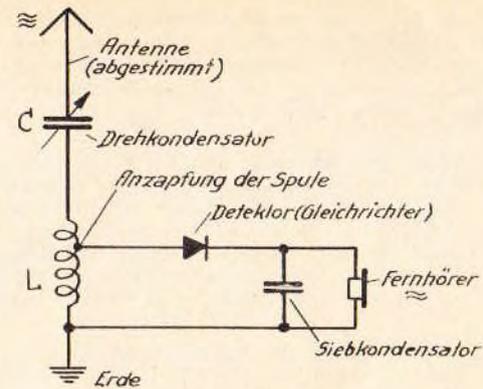


Abb. 214 Schaltung eines einfachen Empfängers

Abb. 214 zeigt die grundsätzliche Lösung eines Empfängers mit den einfachsten Mitteln.

Der auf den Sender **abgestimmte** Antennenkreis des Empfängers nimmt etwas von der abgestrahlten Energie des Senders aus dem freien Raum auf. Infolge der Resonanz treten an der Spule nutzbare **hochfrequente Wechselspannungen** auf, die einem **Gleichrichter** (Detektor) zugeführt werden. Dieser Gleichrichter kann z. B. als kleiner Trockengleichrichter (siehe Lehrbrief 16, Seite 19 bis 21, insbesondere Abb. 166a) ausgeführt sein oder als Kristallgleichrichter (Germanium-Kristall mit aufgedrückter Drahtspitze) ganz modern sein; in jedem Fall bleibt seine Aufgabe, den hochfrequenten Wechselstrom nur in **einer** Richtung (Ventilwirkung) durchzulassen und dadurch in pulsierenden Gleichstrom umzuformen. Wie sieht dieser „Gleichstrom“ aus?

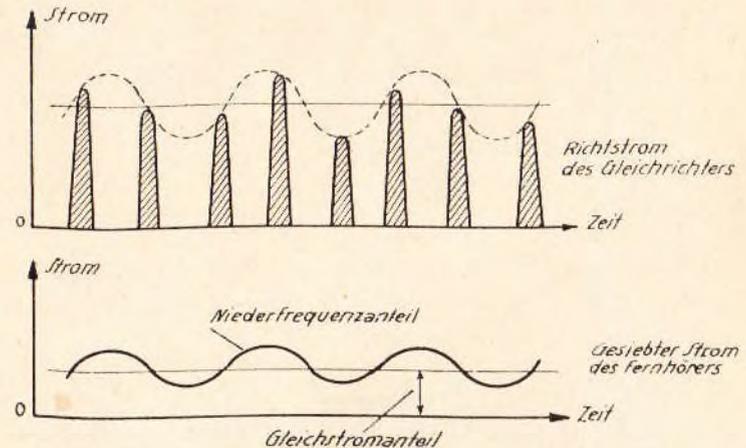


Abb. 215 Modulierte Hochfrequenz nach der Gleichrichtung (Demodulation)

Zu diesem Zweck betrachten wir noch einmal Lehrbrief 12, Seite 7, Abb. 130. Die dort dargestellten modulierten hochfrequenten Schwingungen werden von unserem einfachen Empfänger aufgenommen und vom Detektor gleichgerichtet. Das „Gleichrichten“ ist in der Zeichnung gleichbedeutend mit dem Unterdrücken der unteren Wechsel; das Ergebnis ist in Abb. 215 dargestellt.

Der pulsierende Richtstrom **schwankt** im Takt der aufmodulierten niederfrequenten Schwingung. Der **Siebkondensator** hinter dem Detektor schließt einen Nebenweg für die hochfrequenten Reste des Richtstromes. Über den parallel zum Siebkondensator liegenden **Fernhörer** fließt nur der **reine Gleichstrom**, überlagert mit den **niederfrequenten Schwingungen**. Letztere bringen den Fernhörer zum Ertönen; die vom Sender übermittelte Nachricht (Sprache, Musik) ist für das menschliche Ohr wieder **wahrnehmbar** geworden.

In den wenigsten Fällen reicht die aufgefangene Energie für einen lautstarken Empfang aus. Hier hilft die Elektronenröhre weiter, indem ihre Eigenschaften als **Verstärker** und **Gleichrichter** in besonderen Empfangsgeräten nutzbar gemacht werden. In Verbindung mit hochwertigen Schwingungskreisen und Schaltungen kann die Verstärkung der schwachen Antennenspannungen (insbesondere bei **Behelfsantennen**) sehr hoch getrieben werden, ohne Störungen durch andere Sender befürchten zu müssen. An die Stelle des unhandlichen Fernhörers oder Kopfhörers ist allgemein der **Lautsprecher** getreten.

Berichtigung

Im Lehrbrief 17 auf Seite 19 muß es in der „Übersicht über Bezeichnung und Einbau der UsAg“ im 4. Absatz heißen: „UsAg“ statt „UsAG“ und im 5. Absatz: „UsAg, Form D“ statt „UsAg, Form C“.

III. Fernmeldetechnik

D. Einführung in die Wählamtstechnik

Allgemeines

Wir haben in den vorhergehenden Lehrbriefen die fernmeldetechnischen Einrichtungen und Geräte kennengelernt, die für den **Teilnehmer erforderlich** sind (siehe III. Fernmeldetechnik unter A, B und C); das sind die Fernsprechapparate mit den Apparateilen, Zusatzeinrichtungen, Stromläufe und in besonderen Fällen die Nebenstellenanlagen.

Die einzelnen Fernsprechapparate stehen über Anschlußleitungen mit der **Vermittlungseinrichtung** (Amt) in Verbindung. Man unterscheidet dabei hauptsächlich zwischen Handvermittlung (Handamt) und automatischer Vermittlung (Wählamt). Bei der **Handvermittlung** endet jede Leitung im Vielfachfeld eines Vermittlungsamtes; eine **Vermittlungsperson** („Beamtin“) stellt die leitenden Verbindungen zwischen den Teilnehmern durch Schnüre mit Stöpseln her.

Bei der **automatischen Vermittlung** treten **Wähler** und Relais an die Stelle der Beamtin. Diese Wähler und Relais werden u. a. durch den **Nummernschalter** des Teilnehmerapparates gesteuert (siehe Lehrbrief 6, Seite 22 usw., und Lehrbrief 7, Seite 25 usw.). Grundsätzlich ist der Wählbetrieb ein **ZB-Betrieb**.

Die Handamtstechnik im Ortsverkehr ist weitgehend durch die Wähltechnik verdrängt worden. Bereits im Jahre 1908 wurde in Hildesheim das erste öffentliche Wählamt in Betrieb genommen. Inzwischen dringt die Wähltechnik auch in den Ferndienst ein. Es ist daher notwendig, einen kurzen grundsätzlichen Überblick über das Gebiet der automatischen Vermittlung zu gewinnen. Wir befassen uns zuerst mit den **Wählern** und dann mit dem **Verbindungsaufbau**. Wir verzichten hierbei auf Einzelheiten, die sich aus dem Zusammenwirken von Wählern und Relais (Schaltungen) sowie aus den verschiedenen Entwicklungsstufen ergeben.

Aufbau der Wähler

Das Kernstück der Fernsprech-Wählanlage ist der Wähler. Wir verstehen darunter eine elektrisch bediente Schalteinrichtung; sie wird vom wählenden Teilnehmer gesteuert. Sie gestattet, eine Leitung wahlweise auf eine andere zu schalten. Abb. 1 zeigt den **einfachsten** Fall als Umschalter (Drehwähler) mit mehreren Kontakten, die in Kreisform angeordnet sind.

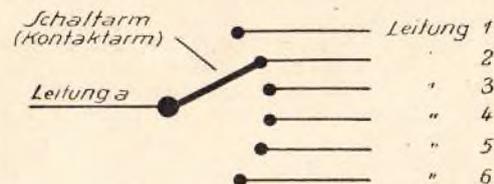


Abb. 1

Hier kann die Leitung a wahlweise auf eine der Leitungen 1 bis 6 geschaltet werden. Der Schaltarm wird elektromagnetisch durch Stromstöße betätigt, so daß er z. B. nach 1 Stromstoß auf Leitung 1, nach 2 Stromstößen auf Leitung 2 steht usw. Diese Anordnung entspricht der einfachsten Form eines Wählers, dem Drehwähler.

1. Drehwähler

Wie sieht nun die technische Ausführung eines Drehwählers aus? Abb. 2 zeigt eine Möglichkeit.

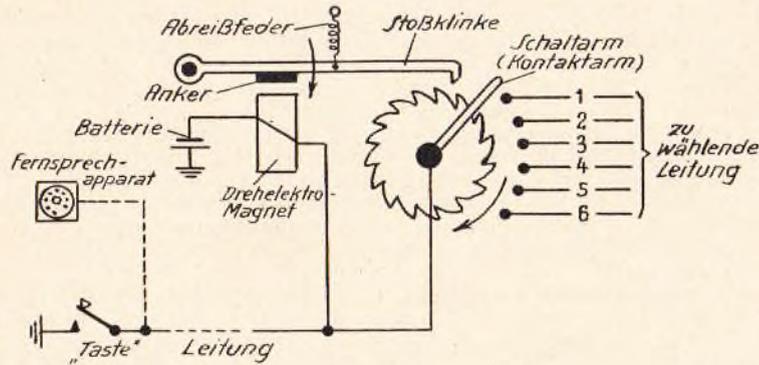


Abb. 2

Wir erkennen den Drehschalter wieder aus Abb. 1. Der Schaltarm ist mit einem Zahnrad fest verbunden.

Durch Drücken der Taste wird der Drehelektromagnet erregt, und er zieht den Anker an. Die mit dem Anker verbundene Stoßklinke bewegt sich nach unten und greift in die Zähne des Zahnrades ein. Das Zahnrad mit Schaltarm wird um einen Schritt gedreht; der Schaltarm (Kontaktarm) legt sich auf den Kontakt 1 (entsprechend Leitung 1). Nach Öffnen der Taste fällt der Anker wieder ab. Bei erneutem Drücken der Taste wiederholt sich der gleiche Vorgang; der Schaltarm steht jetzt auf Kontakt 2. Dieser Vorgang kann beliebig wiederholt werden, bis die nötigen Drehschritte ausgeführt sind und somit die Leitung a mit der gewünschten Leitung verbunden ist.

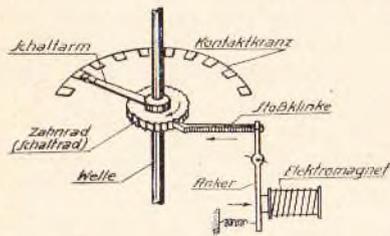


Abb. 3

Drehwähler (schematisch)

Gesprächsschluß muß der Schaltarm in die Anfangslage zurückkehren, usw. Die wirkliche Ausführung eines Drehwählers sieht daher etwas verwickelter aus.

Die Drehwähler werden in vielerlei Formen und Größen hergestellt. Mehr als 25 Ausgänge werden im allgemeinen nicht vorgesehen. Die Wählstromstöße werden bei der Sprechstelle mittels eines „Nummernschalters“ abgegeben (in Bild 2 als einfache „Taste“ gezeichnet); dieser Nummernschalter gibt nur Impulsreihen bis zu 10 Stromstößen ab. Um nun mit **einem** Wähler auch eine größere Anzahl von Leitungen, z. B. 100, auswählen zu können, ist ein anderer Wähler entwickelt worden, dessen Schaltarme mit der ersten Impulsreihe **gehoben** und mit der folgenden Impulsreihe **gedreht** werden können. Diese Vereinigung eines Hebewählers mit dem Drehwähler nennen wir Hebdrehwähler.

2. Hebdrehwähler

Ein solcher Wähler besitzt 2 Elektromagnetsysteme:
für das Heben den **Hebe**elektromagnet,
für das Drehen den **Drehe**elektromagnet.

Abb. 4 zeigt uns die grundsätzliche technische Ausführung des Hebteils (Hebwähler als Teil eines Hebdrehwählers).

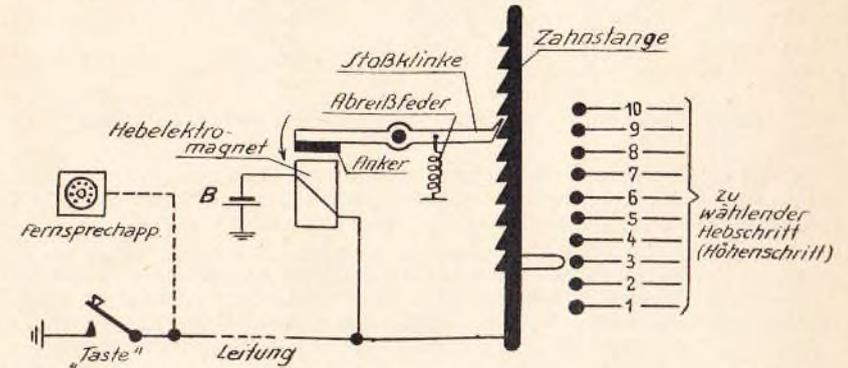


Abb. 4

Zur Vereinfachung ist wieder eine Taste als Impulssender gezeichnet. Bei Erregung des **Hebe**elektromagneten durch Drücken der Taste wird der Anker angezogen; die Stoßklinke greift in die Zahnstange und hebt diese zusammen mit dem Schaltarm um einen Schritt. Beim Öffnen der Taste wird die Stoßklinke durch die Abreibfeder zurückgeführt, so daß sie sich unter den nächsten Zahn der Zahnstange legt. Beim nochmaligen Schließen der Taste wird die Zahnstange um einen weiteren Schritt gehoben, usw. Wesentlich ist hierbei, daß der Schaltarm die **Hebb**ewegung außerhalb des Kontaktfeldes durchführt, ohne einen Kontakt zu berühren; er legt sich nur in Bereitschaft vor die angewählte Kontaktreihe (Höhenschritt, Dekade) für die anschließende Drehbewegung.

Das Zusammenwirken von Heben (senkrecht) und Drehen (waagrecht) wird durch die räumliche Darstellung eines Hebdrehwählers (schematisch) in Abb. 5 leicht verständlich gemacht.

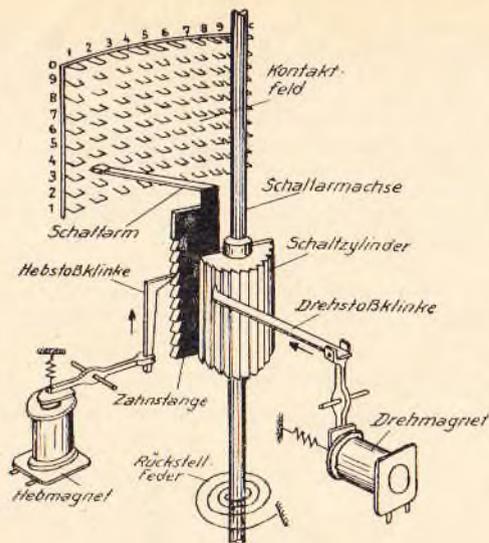


Abb. 5 Darstellung der Arbeitsweise eines Hebdrehwählers

Wir bitten nur, keinen Anstoß zu nehmen an gewissen zeichnerischen Vereinfachungen (z. B. Einrasten der Hebstoßklinke in die Zahnstange auch während des Drehens; Fortfall der Leitungen usw.).

Das Kontaktfeld eines Hebdrehwählers enthält für jeden Schaltarm 10 übereinander geschichtete **Kontaktkränze** (Kontaktbänke); jeder Kontaktkranz besitzt 10 **Kontaktlamellen** (Drehschrittkontakte). Die 10 x 10 = 100 Kontaktlamellen bilden ein festes Ganzes, den **Kontaktlamellensatz** (Kontaktfeld). Über diesen Wähler können somit 100 Leitungen angewählt werden.

Wir müssen noch erwähnen, daß zu jedem Wähler 3 Schaltarme gehören und entsprechend auch 3 Kontaktlamellensätze. Zwei Schaltarme werden für die Sprechadern a und b benötigt. Der dritte Schaltarm dient für Prüfzwecke und ist mit der sogenannten c-Ader verbunden. Für die schematische Darstellung in Abb. 5 wollen wir uns aber wegen der besseren Übersichtlichkeit auf die Abbildung eines Schaltarmes beschränken.

In dem Beispiel der Abb. 5 hat der Wähler zunächst 3 Schritte mit Hilfe des Hebelektromagneten **gehoben**, so, wie es auch die grundsätzliche Darstellung in Abb. 4 als Beispiel zeigt. Der Kontaktarm stand nach dem Heben noch außerhalb des Kontaktfeldes vor dem 3. Kontaktkranz (von unten gezählt). Anschließend hat er mit Hilfe des Drehelektromagneten 2 **Drehschritte** auf dem 3. Kontaktkranz gemacht.

Wir erinnern uns an Abb. 3 und erkennen jetzt, daß der Hebdrehwähler aus vielen übereinander geschichteten Drehwählern entstanden ist.

Die Leitung des rufenden Teilnehmers ist an den Schaltarm angeschlossen; welchen Teilnehmer hat er in unserem Beispiel angewählt? Antwort: den Teilnehmer 32. So können wir jeden der 100 Teilnehmer von 11 bis 00

herauswählen; wir benötigen jeweils nur 2 Ziffern, nämlich Zehner und Einer. Die **Zehnergruppe** bewirkt die entsprechenden senkrechten **Hebschritte**; die **Einergruppe** löst die entsprechende Zahl von waagerechten **Drehschritten** aus.

Der Übergang von Heben auf Drehen wird in der kurzen Wählpause zwischen der Zehner- und Einergruppe **selbsttätig** im Wähler vorgenommen. Merkwürdig erscheint nur die **Zählweise** der Kontakte von 11 bis 00.

Abb. 6 hilft hier weiter.

		Drehschritte →									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0(10)
Höhenschritte ↑	0(10)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	00
	9	91	92	93	94	95	96	97	98	99	90
	8	81	82	83	84	85	86	87	88	89	80
	7	71	72	73	74	75	76	77	78	79	70
	6	61	62	63	64	65	66	67	68	69	60
	5	51	52	53	54	55	56	57	58	59	50
	4	41	42	43	44	45	46	47	48	49	40
	3	31	32	33	34	35	36	37	38	39	30
	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20
	1	<u>11</u>	12	13	14	15	16	17	18	19	10

Abb. 6 Anordnung des Kontaktfeldes

Wir sehen, daß es keinen Teilnehmer mit der Nr. 1 bis 0 gibt, sondern jeder erscheint mit einer vorgesetzten 0, also 01 bis 00. Das ist nötig, weil bei einem Hebdrehwähler zu 100 Anschlüssen grundsätzlich 2 Ziffern (Zehner und Einer) gewählt werden müssen (die erste Gruppe für das Heben, die zweite für das Drehen). Würden wir nur eine Ziffer **allein** wählen, z. B. 9, so bliebe der Wähler auf dem Höhengschritt 9 in der **Luft** stehen.

Die Ziffer 0 entspricht 10 Wählimpulsen; daher liegen die Anschlüsse mit den Nummern 10, 20, 30, 40 usw. am rechten Ende des Kontaktfeldes und die Anschlüsse mit den Nummern 01, 02, 03, 04 usw. bis 00 in der obersten Kontaktreihe.

An zwei **Beispielen** wollen wir das Gelernte festigen.

- 1) Wahl des Anschlusses 68.

Bei Wahl der Ziffer 6 wird der Schaltarm auf den 6. Höhengschritt gebracht.

Bei Wahl der Ziffer 8 wird der Schaltarm auf die 8. Kontaktlamelle gedreht (im 6. Kontaktkranz).

- 2) Wahl des Anschlusses 07.

Bei Wahl der Ziffer 0 klettert der Schaltarm auf den 10. Höhengschritt.

Bei Wahl der Ziffer 7 wird der Schaltarm auf die 7. Kontaktlamelle (in der 10. Kontaktreihe) gedreht.

In den Wählämtern der BP werden die Hebdrehwähler in großen Mengen benötigt. Die Wähler **alter Bauart** (z. B. Hebdrehwähler 22) brauchen viel Platz. Bei Gesprächsbeendigung läuft der Schaltarm auf demselben Weg zurück, den er vorher bei der Wahl benutzt hat (Zurückdrehen durch Federkraft und Herabfallen **vor** dem Kontaktfeld). Die Wähler neuer Bauart

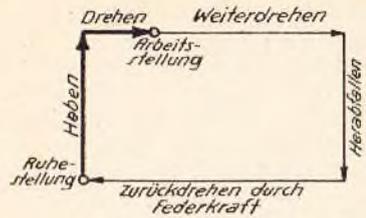


Abb. 7 Arbeitsbewegung des Schaltarmes beim Viereckwähler

(z. B. Hebdrehwähler 27 usw.) sind raumsparend gebaut. Auch arbeiten sie günstiger hinsichtlich der Kontakt-abnutzung, indem der Schaltarm bei Gesprächsbeendigung in derselben Drehrichtung (wie bei der Wahl) weiterläuft, hinter der letzten Kontaktlamelle herunterfällt und unterhalb des Kontaktfeldes durch die Federkraft in die Anfangsstellung zurück-schnellt. Die Arbeitsbewegung des Schaltarms beschreibt ein räumliches **Viereck** (Heben, Drehen, Weiterdrehen, Herabfallen, Zurückdrehen). Daher werden Wähler dieser Bauart auch **Viereckwähler** genannt (siehe Abb. 7).

Der Hebdrehwähler dient als Einstellwerk für Gruppen- und Leitungswähler. Die Bezeichnung „**Leitungswähler**“ (LW) wird gewählt, wenn er die Aufgabe hat — wie vorstehend beschrieben —, die verlangte Leitung unter einer Anzahl von Teilnehmeranschlußleitungen (höchstens 100) auszuwählen.

Über 100 bis 1000 bzw. 10 000 Teilnehmer usw. sind außer dem LW weitere Hebdrehwähler nötig, die als „**Gruppenwähler**“ (GW) bezeichnet werden und eine andere Aufgabe als die LW haben; sie sind dadurch gekennzeichnet, daß nur das Heben als **erzwungene Wahl** vom rufenden Teilnehmer gesteuert wird; das Drehen dagegen geht als **freie Wahl** (selbsttätig schrittweise, ohne Zutun des Teilnehmers, sofort nach dem Heben) vor sich. Der GW dreht hierbei schrittweise über die eingestellte Kontaktbank, bis er über einen der 10 Ausgänge einen freien LW bzw. GW gefunden hat. Die freie Wahl wird dem Teilnehmer nicht bewußt.

Verbindungsaufbau mit Hebdrehwählern und Vorwählern (bis 100 Anrufeinheiten)

Wir wollen zunächst den Aufbau einer **VStW** (= Vermittlungsstelle mit Wählbetrieb) mit 100 Teilnehmern (Hunderter-Amt) betrachten. Abb. 8 zeigt den zugehörigen grundsätzlichen Verbindungsplan.

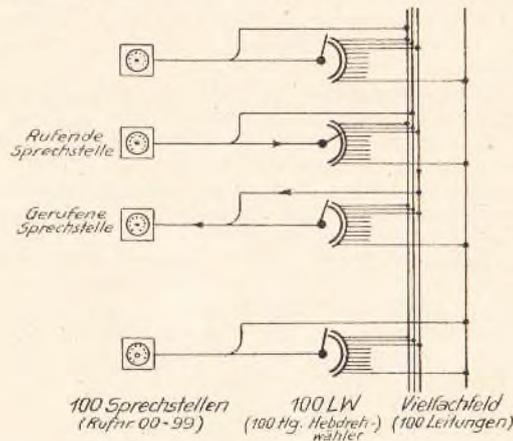


Abb. 8 Grundständlicher Verbindungsplan einer W-Anlage mit 100 AE

In dieser Anlage ist jede Sprechstelle mit einem eigenen, fest zugeordneten LW für den abgehenden Verkehr verbunden; das ergibt für 100 Sprechstellen 100 LW. Die Ausgänge (Kontakte) aller LW sind über das sogenannte **Vielfachfeld** in der richtigen Reihenfolge miteinander verbunden; z. B. miteinander alle Kontakte der Nummer 11, dann alle Kontakte der Nummer 12, usw. bis 00. Außerdem ist jede Sprechstelle mit der zugehörigen Leitung des Vielfachfeldes für den ankommenden Verkehr verbunden.

Auf diese Weise kann jeder Teilnehmer jederzeit durch Einstellung des LW eine Wahlverbindung mit jeder anderen Sprechstelle herstellen. Die LW sind jedoch, wie alle Hebdrehwähler, sehr **teure Schaltglieder**; der hohe Aufwand an LW ist ein wesentlicher Nachteil dieser Anlage. Aus wirtschaftlichen Gründen werden daher in der Praxis nur so viel LW eingesetzt, wie unbedingt erforderlich sind. Mit anderen Worten ausgedrückt: Wir wollen nur soviel LW einbauen, wie **gleichzeitige Verbindungen** in der **Hauptverkehrszeit** vorkommen. Dieser Gleichzeitigkeitsverkehr ist erfahrungsgemäß so gering, daß etwa 5 bis 10 LW als Verbindungsorgane ausreichen; das sind 5 bis 10 v. H. der Zahl der vorhandenen Sprechstellen.

Die technische Verwirklichung dieser Sparabsichten muß jedoch durch zusätzliche, aber billige Schaltglieder erkaufte werden; sie haben die Aufgabe, jeden Teilnehmer im Bedarfsfalle (also nach Abheben des Handapparates) automatisch zu einem freien LW durchzuschalten. Da dieses Schaltglied seine Aufgabe bereits **vor** der Nummernwahl erfüllt hat, wird es als **Vorwähler** (VW) bezeichnet.

Der VW ist ein einfacher und daher billiger Drehwähler mit 2 Relais; seine Einstellung auf einen freien Verbindungsweg erfolgt in **freier Wahl** im Gegensatz zu der mit dem Nummernschalter erzwungenen Wahl des

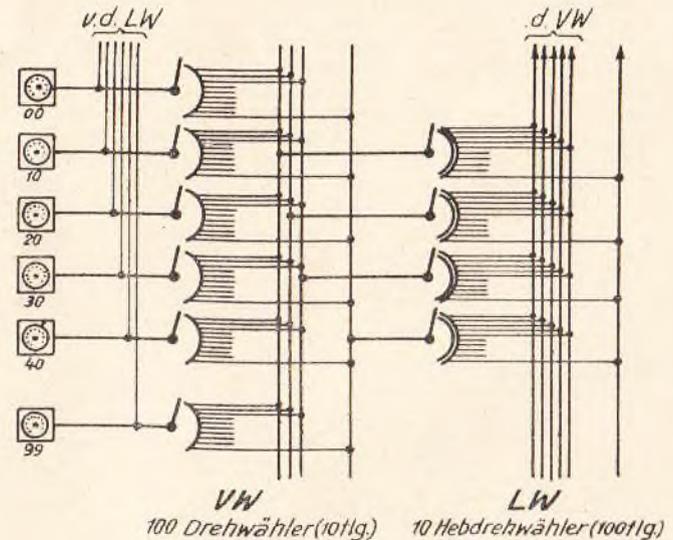


Abb. 9 Grundständlicher Verbindungsplan einer W-Anlage mit 100 AE u. VW

LW. Jeder Hauptanschluß erhält in der VStW einen eigenen, fest zugeordneten VW; er stellt das **Anruforgan** des Teilnehmers im Amt dar. Die Anschlußleitung liegt am **Schaltarm**; die Verbindungsleitungen liegen am Kontaktkranz.

Die übersichtliche Zusammenfassung unserer Überlegungen zeigt Abb. 9.

Hierbei sind 10 LW angenommen worden; durch den Einsatz von 100 billigen VW werden somit 90 teure LW eingespart. Der Teilnehmer merkt von unseren Sparmaßnahmen in der Regel nichts.

Das Vielfachfeld mit seiner Verbindung zu den Teilnehmern ist das gleiche wie in Abb. 8.

Jetzt machen wir uns noch die Mühe, aus der Abb. 9 eine bestehende Verbindung herauszuzeichnen und alles übrige fortzulassen. Das Ergebnis zeigt Abb. 10.



Abb. 10 Gesprächsverbindung über VW und LW

Wir verfolgen den Verbindungsaufbau in Abb. 10 an Hand eines **Beispiels**. Der Teilnehmer 11 will den Teilnehmer 32 anrufen. Sobald der Teilnehmer 11 den Handapparat abgenommen hat, läuft sein **Vorwähler** im Amt an und sucht in freier, **vorwärts gerichteter** Wahl eine freie Verbindungsleitung und damit einen freien **LW**. Der Tln hört das Amtszeichen und wählt jetzt zuerst die Ziffer 3; der LW hebt in erzwungener Wahl 3 Schritte und steht vor dem 3. Kontaktkranz. Der Tln wählt anschließend die Ziffer 2; der LW **dreht** in erzwungener Wahl 2 Schritte; die Schaltarme sind mit dem Kontakt des Tln 32 verbunden. Sinnreiche Relais-schaltungen sorgen dafür, daß automatisch der Rufwechselstrom zum Tln 32 ausgesandt wird, bis er den Handapparat abnimmt. Die Verbindung ist hergestellt; das Gespräch kann beginnen. Nach Beendigung des Gesprächs hängen die beiden Tln ein; beide Wähler gehen in die Anfangsstellung zurück und stehen für den Aufbau neuer Verbindungen bereit. Selbstverständlich gehören zu einem LW noch weitere technische Einrichtungen (Besetzprüfung, Freizeichen, Besetzzeichen, Zählung usw.).

Bei den kleinen VStW bringt die Verwendung von **Anrufsuchern** (AS) an Stelle der VW durch Einsparung weitere wirtschaftliche Vorteile. Der Unterschied liegt darin, daß der AS in umgekehrter Richtung in den Verbindungsweg eingeschaltet ist. Siehe hierzu Abb. 11.

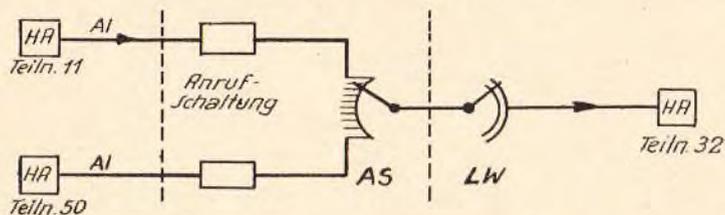


Abb. 11 Gesprächsverbindung über AS und LW

Die Anzahl der AS ist gleich der Anzahl der LW. Für den AS finden gleichfalls Drehwähler Verwendung. Die Anschlußleitungen der rufenden Tln liegen jedoch an den **Kontaktlamellen** des Kontaktkranzes und werden von dem Schaltarm in freier Wahl abgesucht; das gab dem Wähler seinen Namen „Anrufsucher“. Der Schaltarm ist über die Verbindungsleitung mit einem LW verbunden. Der AS sucht also die Leitung der anrufenden Sprechstelle in **rückwärts gerichteter** Wahl auf. Der weitere Verbindungsaufbau über den LW verläuft wie schon bekannt. Jedem HA ist eine Anrufschaltung von 2 Relais fest zugeordnet. Diese Anrufschaltungen reizen den AS zum Drehen und Suchen an.

Abschließend stellen wir folgende Unterschiede fest: die Zahl der **Anrufsucher** ist gleich der Zahl der **inneren Verbindungswege** des Amtes; die Zahl der **Vorwähler** ist gleich der Zahl der **Sprechstellen**.

Verbindungsaufbau bei größeren Wählämtern

An die vorstehend beschriebene VStW, die nur mit VW und LW ausgerüstet ist, können höchstens 100 Sprechstellen mit den zweistelligen Rufnummern 00 bis 99 angeschlossen werden. Um eine VStW für 1000 HA aufnahmefähig zu machen, werden 10 „**Gruppen**“ mit je 100 Anschlüssen und entsprechenden LW“ gebildet. Diese Gruppen werden über eine **zusätzliche Wahlstufe** aus Hebdrehwählern (als **I. Gruppenwähler** = I. GW geschaltet) angesteuert. Über diese GW kann jeder Anschluß mittels dreistelligen Wählens (**Hunderter, Zehner, Einer**) erreicht werden. Siehe Abb. 12.

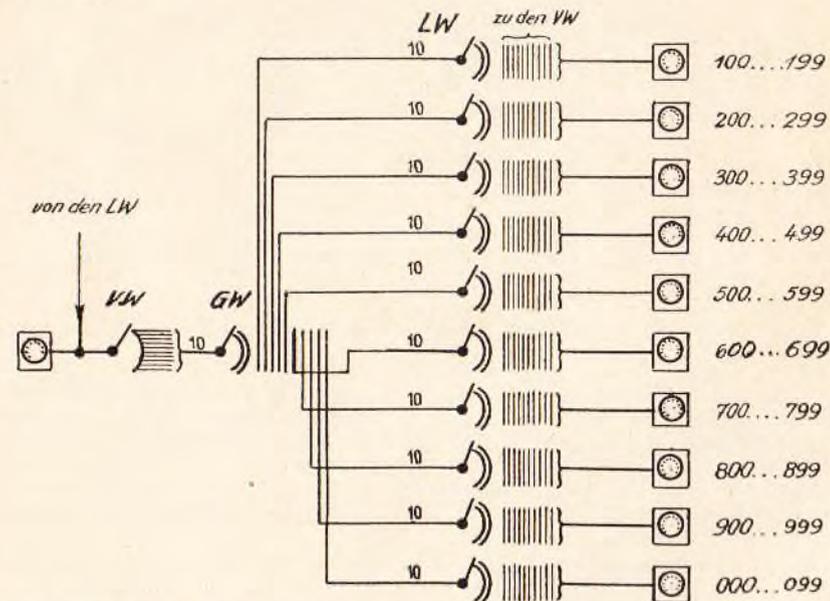


Abb. 12 Grundsätzlicher Verbindungsplan in einer Wählanlage für 1000 AE

Die 1000 HA erhalten die dreistelligen Rufnummern 000 bis 999. Die erste Ziffer der Rufnummern dient dazu, durch einen I. GW in erzwungener Wahl diejenige LW-Gruppe für 100 Anschlüsse (100-Gruppe) auszuwählen, in der der verlangte Anschluß liegt.

Die **Gruppenwahl** ist eine **erzwungene Wahl**, indem der GW mittels Nummernwahl auf einen bestimmten **Höhenschritt** eingestellt wird; dann aber dreht der GW sofort in freier Wahl selbsttätig auf einen der angeschlossenen Verbindungswege zu den LW.

Beispiel: Ein Tln wählt die Nummer **742**. Der I. GW klettert auf den Höhenschritt 7 und dreht auf den 7. Kontaktkranz ein. Dieser 7. Kontaktkranz hat 10 Drehschritte und entsprechend 10 Ausgänge zu 10 LW des 7. Hunderts. Bei der nachfolgenden Wahl der 4 und 2 verbindet ein freier LW des 7. Hunderts mit der Kontaktlamelle 42 des Kontaktfeldes; das ist aber der gesuchte Tln 742.

Siehe hierzu Abb. 13.

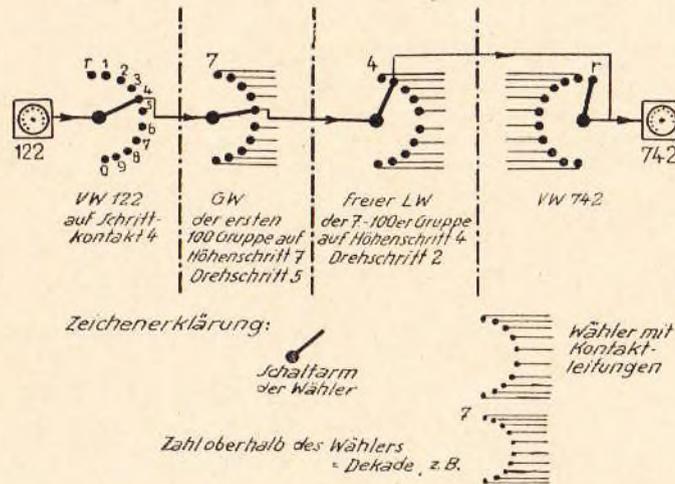


Abb. 13 Gesprächsverbindung über VW, I. GW und LW

Rufender Teilnehmer ist in unserem Beispiel der Tln 122. Sein VW 122 ist nach Abheben des Handapparates angelauten und hat auf dem 4. Schrittkontakt einen freien I. GW gefunden. Der I. GW hat nach Wahl des Höhenschrittes 7 auf den 5. Drehschritt eingedreht und den damit verbundenen freien LW des 7. Hunderts belegt. Der LW geht auf Höhenschritt 4 und Drehschritt 2. Über das Vielfachfeld des LW geht die Verbindung zum Teilnehmer 742.

Nicht alle Höhenschritte des I. GW werden für die Ansteuerung der Tln verwendet. So ist z. B. der Höhenschritt 0 für den Selbstwählfern-dienst vorgesehen. Ein Tausender-Amt hat daher praktisch höchstens 900 Anruferinheiten. Erwähnen müssen wir noch, daß der I. GW den Speise-

strom für die anrufende Sprechstelle liefert und die Schleifenimpulse des Nummernschalters umsetzt in Erdimpulse über die a-Leitung zu den folgenden Hebdrehwählern.

Bei Einfügung einer zweiten Gruppenwahlstufe (II. GW) ergibt sich entsprechend Abb. 14 eine Anlage mit 10 000 Anschlüssen.



Abb. 14 Gesprächsverbindung über VW, I. GW, II. GW, LW in einem Amt mit 10 000 AE (Übersichtsplan)

Die auszuführende Wahl ist darn vierstellig (**Tausender, Hunderter, Zehner, Einer**).

Durch folgerichtige Weiterführung des Aufbaus mit 100teiligen Wählern läßt sich jede größere Anlage zusammenfügen.

Schlußbemerkungen

Die vorstehenden kurzen Ausführungen haben nur den Fall behandelt, daß alle Verbindungen innerhalb einer VStW aufgebaut werden. In großen ON befinden sich meistens mehrere VStW (Vollämter und auch Teilämter, die nicht über sämtliche Wahlstufen verfügen).

Die DBP verwendet verschiedene W-Systeme und bezeichnet sie nach dem Einführungsjahr. Wir kennen die Systeme S 22, S 27, S 29, S 40 und S 50 für mittlere und große Ämter und die Systeme S 31 und S 34 für kleine Ämter. Künftig wird nur noch das System S 50 eingebaut.

V. Berufs- und Staatsbürgerkunde

B. Staatsbürgerkunde

3. Länder und Gemeinden

a) Die Länder

Die Bundesrepublik Deutschland umfaßt neun **Länder** (Namen und Hauptstädte s. Lehrbrief Nr. 17, S. 42). Sie sind nicht bloße Verwaltungsbezirke (Provinzen), die ihre Befugnisse vom Bund ableiten, sondern Staaten mit eigener Gesetzgebung und Regierung.

Für die **Verfassung** der Länder hat das Grundgesetz einige Mindestforderungen festgelegt: Sie müssen den Grundsätzen des republikanischen, demokratischen und sozialen Rechtsstaates entsprechen, die Vertretung des Volkes in den Ländern, Kreisen und Gemeinden muß aus allgemeinen, unmittelbaren, freien, gleichen und geheimen Wahlen hervorgegangen sein; den Gemeinden ist das Recht garantiert, alle Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft in freier Verantwortung zu regeln (Prinzip der Selbstverwaltung). Im übrigen hat jedes Land das Recht, sich eine vom Volk gebilligte Verfassung, d. h. Organisation zu geben, die seiner Stammeseigenart sowie den geschichtlichen und wirtschaftlichen Besonderheiten usw. entspricht. Die Verfassungen der einzelnen Länder weichen daher voneinander ab, wenn sie sich auch ähneln. Es ist daher nicht möglich, hier alle Länderverfassungen eingehend zu behandeln, sie können vielmehr nur in den allen gemeinsamen Grundzügen besprochen werden.

Organe eines Landes sind der Landtag und die Landesregierung:

Der **Landtag** ist, wie der Bundestag, die gesetzgebende Körperschaft und damit das wichtigste Organ eines Landes. Seine Mitglieder (**Abgeordnete**) werden vom Volk gewählt und haben die gleichen Rechte und Pflichten wie die Bundestagsabgeordneten (vgl. Lehrbrief Nr. 17 S. 45). Das aktive und passive **Wahlrecht** zum Landtag ist ähnlich wie beim Bundestag geregelt. (Vgl. Lehrbrief Nr. 17 S. 44). Ein Landtag wird wie der Bundestag in der Regel auf vier Jahre gewählt, kann sich selbst auflösen oder unter bestimmten Voraussetzungen von der Regierung aufgelöst werden, wenn er in seiner Zusammensetzung nicht mehr dem Willen des Volkes entspricht. Er hat ähnlich dem Bundestag einen **Präsidenten**, der zusammen mit Vertretern der Fraktionen (Parteien) das Präsidium bildet, ständige **Ausschüsse** und für besondere Fälle **Untersuchungsausschüsse** einsetzt. Seine Sitzungen sind **öffentlich**. Er ist beschlußfähig, wenn mehr als die Hälfte seiner Mitglieder anwesend ist, und faßt die Beschlüsse in der Regel mit **einfacher Mehrheit**, d. h. mehr als die Hälfte der **anwesenden Abgeordneten** muß zustimmen. Ausnah-

men: Zur Wahl des Ministerpräsidenten ist die Zustimmung von mehr als der Hälfte aller, nicht bloß der anwesenden, Abgeordneten (sog. absolute Mehrheit), zur Änderung der Verfassung ist $\frac{2}{3}$ -Mehrheit erforderlich. Wichtigste Aufgaben des Landtages sind der Erlaß von Gesetzen, die Wahl des Ministerpräsidenten, die Kontrolle der Regierung durch Anfragen, gegebenenfalls Mißtrauensvotum, Bewilligung des Haushalts.

Die **Landesregierung** (Kabinet) besteht aus dem Ministerpräsidenten und den Ministern, z. B. Innen-, Finanz-, Justiz-, Kultus-, Sozial-, Arbeitsminister usw., je nach der Größe der Länder. Der **Ministerpräsident** entspricht im Bund dem Bundeskanzler (nicht dem Bundespräsidenten, für den es auf Landesebene kein entsprechendes Organ gibt). Er wird vom Landtag gewählt, in der Regel mit absoluter Mehrheit, und ernennt seinerseits die Minister. Ministerpräsident und Minister haben ähnliche Funktionen wie auf Bundesebene der Bundeskanzler und seine Bundesminister. Darüber hinaus hat die Landesregierung als Ganzes die Aufgaben, die im Bund der Bundespräsident hat (Vertretung nach außen, Ernennung der Beamten, Begnadigungsrecht, Verkündung von Gesetzen). Die Landesregierung kann vom Landtag durch ein Mißtrauensvotum gegen den Ministerpräsidenten zum Rücktritt gezwungen werden, wenn für den Antrag der Opposition und den von ihr benannten Nachfolger des Ministerpräsidenten mehr als 50 % aller Abgeordneten stimmen (konstruktives Mißtrauensvotum).

Gesetzgebung:

Gesetze kommen auf Vorschlag der Landesregierung oder des Landtages **nach drei Lesungen** durch Beschluß des **Landtages** zustande. Im Gegensatz zur Regelung im Bund hat die Regierung, da auf der Länderebene ein dem Bundesrat entsprechendes Organ fehlt, ein **Einspruchrecht**. Der Landtag muß dann über den Einspruch entscheiden. Veröffentlicht werden die Gesetze durch die Landesregierungen (im Bund dagegen durch den Bundespräsidenten).

Außerdem können (anders als im Grundgesetz) auch durch unmittelbare Initiative des Volkes im Wege des **Volksbegehrens** und **Volksentscheides** Gesetze zustande kommen. Volksbegehren ist ein Gesetzesvorschlag von mindestens $\frac{1}{3}$ aller Wahlberechtigten, Volksentscheid ist die dann folgende Befragung des ganzen Volkes. Über Finanz-, Steuer- und Besoldungsreformen sind Volksbegehren unzulässig.

Im Gegensatz zum Grundgesetz kennen manche Länder ein **Notverordnungsrecht** für den Fall, daß der Landtag durch Unruhen in seiner Arbeit behindert ist. Zuständig ist die Landesregierung mit Zustimmung eines Ausschusses oder des Präsidenten des Landtages.

Die **Rechtsprechung** liegt in der Hand unabhängiger Richter. Die Amts-, Land- und Oberlandesgerichte sind Einrichtungen der Länder, nicht des Bundes. Nur in der obersten Instanz sind die Gerichte Bundesgerichte, um die Rechtseinheit im Bund zu wahren. (Obere Bundesgerichte auch auf dem Gebiet der Verwaltungs-, Finanz-, Arbeits- und Sozialgerichtsbarkeit und das Oberste Bundesgericht bei voneinander abweichender Auffassung zweier Oberer Bundesgerichte.) Wie der Bund hat auch ein Land einen **Verfassungsgerichtshof**, der über die Auslegungsfragen zu einer Landesverfassung entscheidet.

Die **Verwaltung**, d. h. die Ausführung sowohl der Bundes- als auch der Landesgesetze, liegt in der Hand von Landesbehörden. An ihrer Spitze stehen die Landesministerien (s. oben), in manchen Ländern in der Mittelinstanz der Regierungspräsident.

b) Gemeinden

Auf örtlicher Ebene nehmen die Gemeinden und Gemeindeverbände (z. B. Verwaltungsgemeinschaft kreisangehöriger Gemeinden) die Verwaltungsgeschäfte wahr. Man unterscheidet hier zwischen der sog. **Auftragsverwaltung**, das sind die Geschäfte, die von den Gemeinden usw. kraft Auftrages des Staates erledigt werden, und der **Selbstverwaltung**, die ihnen im Grundgesetz zur Regelung ihrer eigenen örtlichen Angelegenheiten garantiert ist. Für den Bereich der Selbstverwaltung sind die Gemeinden zur Herausgabe allgemein verbindlicher Vorschriften berechtigt.

Die **Verfassungen** der Gemeinden und Gemeindeverbände sind je nach deren Zonen- und Landeszugehörigkeit verschieden geregelt. In der englischen Zone haben die Gemeinden, englischem Vorbild entsprechend, eine doppelte Verwaltungsspitze: Den politischen Bürgermeister und den unpolitischen Hauptgemeindebeamten (Gemeindedirektor, Amtsdirektor, Stadtdirektor, Kreisdirektor). Der Bürgermeister steht innerhalb der Gemeindevertretung und hat ein ausgesprochen politisches Ehrenamt mit geringen Befugnissen auf dem Gebiet der Verwaltung. Der Hauptgemeindebeamte (Gemeinde-, Stadt-, Oberstadtdirektor) ist Beauftragter der Gemeindevertretung (Amtsvertretung, Kreisvertretung) bei der Ausführung ihrer Beschlüsse. In den anderen Ländern dagegen fehlt es an dieser Zweiteilung in der Spitze. Es ergibt sich daher in der Organisation der Gemeinden usw. folgendes bunte Bild:

Die **Gemeindevertretung** (bei kleineren in einer Verwaltungsgemeinschaft zusammengefaßten Gemeinden: Amtsvertretung und — auf Kreisebene — die Kreisvertretung) wird von den wahlberechtigten Einwohnern in allgemeinen, gleichen, unmittelbaren und ge-

heimen Wahlen nach den Grundsätzen eines verbesserten Verhältniswahlrechts auf vier oder sechs Jahre gewählt. In manchen Ländern steht das Wahlrecht sowie das Recht und die Pflicht zur Übernahme von Ehrenämtern nur den „Bürgern“ zu (Voraussetzungen: 21. Lebensjahr, Wohnsitz in der Gemeinde seit einem Jahr usw.), während die „Einwohner“ lediglich das Recht haben, die öffentlichen Einrichtungen gegen Heranziehung zu den Gemeindeästen zu benutzen. Die Gemeindevertretung heißt auch Gemeinderat, Marktgemeinderat, Rat der Gemeinde, Stadtrat und — auf Kreisebene — Kreistag. Den **Vorsitz** führt der **Bürgermeister** (Amtsbürgermeister, Stadipräsident bzw. auf Kreisebene der Landrat bzw. Kreispräsident). Die Gemeindevertretung hat nicht bloß das örtliche Gesetzgebungsrecht, sondern entscheidet auch über alle wichtigen Verwaltungsangelegenheiten. Die Bildung von Ausschüssen zur Vorbereitung oder beschlußmäßigen Erledigung der Angelegenheiten ist zulässig.

Die **Leitung** der **Verwaltung** der Gemeinden bzw. Gemeindeverbände liegt in der Hand des Bürgermeisters (Amtsbürgermeister, Landrat), in Ländern der englischen Zone beim Gemeindedirektor (Amtsdirektor, Stadtdirektor, Kreisdirektor).

Die **Staatsaufsicht** über kreisangehörige Gemeinden und Ämter übt in einigen Ländern der Kreistag aus, bei kreisfreien Gemeinden und Landkreisen der Innenminister. In manchen Ländern ist Aufsichtsorgan das Landratsamt für kreisangehörige Gemeinden, für Stadtkreise die Regierung oder anderwärts das Innenministerium. Die Staatsaufsicht umfaßt das Recht auf Informationen, ein Beanstandungsrecht, das Recht zur Aufhebung gesetzwidriger Beschlüsse und zur Erzwingung von Leistungen auf Grund gesetzlicher oder freiwillig übernommener Verpflichtungen; ggf. kann ein Staatskommissar bestellt werden.

Wie schon eingangs erwähnt, kann bei der Vielgestaltigkeit in der Organisation der Länder und Gemeinden und dem hier für die Darstellung zur Verfügung stehenden Raum nur eine Übersicht in groben Umrissen gegeben werden. Es wird daher dem Leser empfohlen, sich über den Aufbau speziell seines Landes und die dort maßgebende Gemeindeverfassung bei seinem Amt zu informieren.

VI. Deutsch

C. Rechtschreibung

Die Kürzung der Selbstlaute

Nicht immer haben Selbstlaute die gleiche Länge. In „Schall“ und „Schalk“ klingt der Selbstlaut **a** kürzer als in „Schal“.

Wir merken uns:

Folgt einem **kurzen Selbstlaut** nur ein Mitlaut, so wird dieser meistens **verdoppelt**. Folgen aber mehrere **verschiedene** Mitlaute, die immer zu dem Wort gehören, so wird **keiner** verdoppelt.

ll oder l

Verdoppelung: allmählich, Ball, Fall, Knall, Stall, Fell, Keller, Wille, Wolle, Zelle, hell, schnell, Kapelle, Porzellan, Gesellschaft.

Keine Verdoppelung: Altar, bald, Feld, April, gewaltig, einfältig, Walfisch, Walnuß, Wolke, Nelke.

Warum schreiben wir: Der Wald — es **wallt**, die Gestalt — er **stellt**, die Geschwulst — es **schwillt**, du **sollst** — der **Sold**, die Hülle — die **Hülse**, es **schallt** — der Meister **schalt** ihn aus.

mm oder m

Verdoppelung: Kamm, Lamm, Damm, schlimm, sammeln, Sammler, trommeln, Trommler, Kilogramm, bekömmlich, Telegramm.

Keine Verdoppelung: Brombeere, Himbeere, Hemd, Stempel, Damwild, Kamerad, Damast, Limonade, Amsterdam, Rotterdam, insgesamt, sämtlich.

Warum schreiben wir: Das **Hemd** — er **hemmt** den Verkehr, der **Zimmet** — der **Zimt**, der **Sammet** — der **Samt**.

nn oder n

Verdoppelung: Branntwein, Dienstmann, jedermann, brennen, gönnen, können, spinnen, nennen, rennen, Kanne, Pfanne, Sonne.

Keine Verdoppelung: Brand, Gunst, Kunst, Kind, Rind, Spindel, Gespinst.

Warum schreiben wir: **Innung**, Januar, Tanne — Tante, **Kanne** — Kante, jedermann — man, sie **spinnt** — das **Spind**, Lehrerin — Lehrerinnen, Bäuerin — Bäuerinnen.

rr oder r

Verdoppelung: Barren, Karren, Zigarren, Herr, herrschen, herrlich, starr, Irrtum, Narr, knurren, Konkurrenz, Korridor.

Keine Verdoppelung: Hermann, Herberge, Herzog, heraus, herein, Form, Mark, Markt.

Warum schreiben wir: der **Star** — **starr**, der **Sperling** — der **Sperrsit**, Irland — Irrtum, Zigarren — Zigaretten, Terrasse — Interesse.

ck oder k

Nach einem kurzen Selbstlaut steht oft **ck**. Bei der Trennung verwandelt man **ck** in **k—k**. Nach den Mitlauten l, m, n, r steht aber immer **k**, niemals **ck**.

Unterscheide: backen — buk, denken — decken, Paket — packen, der Haken — die Hacke, Schinken — schicken, blinken — blicken.

Fremdwörter mit k: Artikel, Brikett, Direktor, Doktor, Rektor, Inspektor, Diktat, Musik, Redakteur, Akten, Bukett, Kollekte, Takt, Katholik, Kakao, Tabak, Insekt, Lokomotive.

Fremdwörter mit ck: Baracke, Perücke, Blockade, Postscheck.

Fremdwörter mit kk: Akkord, Akkumulator, Makkaroni, Marokko, Stukkateur.

z oder tz

tz steht nur nach kurzen Selbstlauten. Nach Doppellauten (ei, au, eu) und Mitlauten steht nur ein **z**.

Merke: **tz** wird **t—z** getrennt.

Warum schreiben wir: Herz, Schmerz, Holz, stolz, Salz, Schmalz, Pelz, Pilz, Tanz, Franz.

Litze, Spritze, Blitze, Sitze, Spatz, Platz, Glatze, Tatze, Dutzend, trotzig, witzig, nützlich, plötzlich.

Weizen, Reiz, Kreuz, Grenzen, Schürze, Würze.

Die Dehnung der Selbstlaute

Heer — hehr — her

Die Dehnung läßt den Selbstlaut **lang** erklingen.

Wie unser Beispiel zeigt, wird die Länge des Selbstlautes

1. durch **Verdoppelung**, 2. durch **Dehnungs-h**, 3. **nicht besonders** ausgedrückt.

Das lange i wird fast immer **ie** geschrieben.

aa, ah oder a

aa: Aachen, Aal, Aar, Haar, Paar, paar, Saal, Saat, Staat, Waage, aber: Härchen, Pärchen, Säle.

ah: Bahre, Gefahr, Gastmahl, Jahr, Stahl, Strahl, Wahrheit.

a: Haken, Wagen, Tal, bar, klar, Kran, Tran, Span.

Unterscheide: Wagen — Waagen, Name — Nachnahme, war — wahr, Denkmal — Festmahl, der Wal — die Wahl, Ar — Aar, bar — Bahre.

ee, eh oder e

ee: Beere, Beet, Heer, Klee, leer, Meer, Reede, Schnee, See, Seele, Tee, Teer.

eh: Ehre, Lehne, Sehne, hehr, kehren, mehr, wehren, zehren.

e: Herd, legen, Schere, selig, Hering, wenig, Gebet, bequem, Meter.

Unterscheide: mehr — Meer, wer — Wehr, her — Heer, Seele — selig, lehren — leeren, Reede — Rede, Beet — beten.

oo, oh oder o

oo: Moor, Moos, Boot; aber Bötchen.

oh: bohren, Bohne, Fohlen, wohnen, hohl, wohl, Kohlen, ohne, Ohr, Rohr.

o: holen, schonen, Hof, Not, Bote, geboren, Strom, Rose, Dose.

Unterscheide: Moor — Mohr, Sole — Sohle, Boot — Bote, bohren — geboren, holen — hohl.

uh oder u, üh oder ü

uh: Uhr, Huhn, Stuhl, Ruhr, Fuhrmann, Ruhm, Aufruhr, Gefühl, Gebühr.

u: Schule, Blume, Schnur, Rum, Natur, Urlaub, Kursaal, Kostüm, Parfüm, Spürsinn, schwül, eigentümlich.

Unterscheide: Uhrglas — Ursache, Bürger — Gebühr, Uhr — Ur, Ruhm — Rum, Molekül — kühl, für — führen.

ie, ih oder i

ie: Abschied, Brief, Friede, Giebel, fiel, viel, vier, hier, tief, Lied, Stiel, Schiene, wieder.

ih: ihm, ihn, ihnen, ihr, ihre, ihren.

i: Bibel, Fibel, Igel, Augenlid, Liter, Mine, Stil, Apfelsine, Rosine, Gardine, Maschine.

Unterscheide: Lied — Augenlid, Miene — Mine, Maschine — Schiene, Wiederholung — Wiederhall, wieder — wider, widersetzen — Widersachen.

Die Silbentrennung

Folgende Regeln müssen beachtet werden:

1. Einsilbige Wörter werden **nicht** getrennt.
2. **Mehrsilbige** Wörter werden **nach Sprechsilben** getrennt, d. h. so, wie sie sich beim langsamen Sprechen von selbst zerlegen, z. B. Sprech-ein-richtung.
3. **Anfangs- und Endsilben**, die nur aus einem Selbstlaut bestehen, werden nicht abgetrennt (**nicht** I-da, Tau-e, wohl aber Au-ge, Eu-tin).
4. **ch, sch, ß, ph, th** gelten als **einfache Laute** und werden deshalb **nicht** getrennt (Ku-chen, La-sche, schie-ßen, Mikro-phon, Ma-thilde).
5. Von **mehreren Mitlauten** kommt nur **der letzte** auf die neue Reihe (Strom-ri-cher, Pol-wechs-ler).
6. **ck** wird in **k-k**, **tz** in **t-z** zerlegt (Strek-ke, Starkstromschut-zes).
7. **st** wird **nie** getrennt (Ma-sten, Ko-sten, mei-stens).
8. **Zusammengesetzte Wörter** werden **nach ihren Bestandteilen** getrennt (her-ab, vor-bei, Durch-hang, Preß-stoff).

VII. Rechnen**G. Allgemeine Prozentrechnung**

Die Prozentrechnung ist eine Art Verhältnisrechnung mit Bezug auf die Zahl 100.

1 Prozent = 1 % = $\frac{1}{100}$ oder 0,01 von der gegebenen Zahl (von dem Grundwert).

1%	von	600,— DM	=	6,— DM,	2%	von	600,— DM	=	2 × 6,— DM	=	12,— DM
1%	"	875,— "	=	8,75 " "	3%	"	875,— "	=	3 × 8,75 "	=	26,25 "
1%	"	66,— "	=	0,66 " "	7%	"	66,— "	=	7 × 0,66 "	=	4,62 "
10%	"	700,— "	=	70,— " "	20%	"	700,— "	=	2 × 70,— "	=	140,— "
10%	"	485,— "	=	48,50 " "	30%	"	485,— "	=	3 × 48,50 "	=	145,50 "
10%	"	9,— "	=	0,90 " "	40%	"	9,— "	=	4 × 0,90 "	=	3,60 "

Bei der Prozentrechnung kennen wir drei Begriffe:

Grundwert, Prozentsatz und Prozentwert.

Sind uns zwei Größen davon bekannt, so können wir die dritte Größe errechnen, also:

1. aus **Grundwert** und **Prozentsatz** den **Prozentwert**,
2. aus **Grundwert** und **Prozentwert** den **Prozentsatz**,
3. aus **Prozentwert** und **Prozentsatz** den **Grundwert**.

1. Der Prozentwert wird gesucht

Aufgabe: Ein Lehrgang der Postfachschule zählt 25 Teilnehmer. Es haben sich 8 % entschuldigen lassen. Wieviel Personen sind das?

Ansatz: Von 100 Teilnehmern fehlen 8
Von 25 Teilnehmern fehlen ?

Lösung: $\frac{8 \text{ Teilnehmer} \cdot 25}{100} = 2 \text{ Teilnehmer}$

Antwort: Es fehlen 2 Teilnehmer.

Leichter ist die Ausrechnung, wenn der Prozentsatz ein einfacher Teil von 100, also vom Grundwert ist. Darum merken wir uns:

1%	=	$\frac{1}{100}$	vom Grundwert	10%	=	$\frac{1}{10}$	vom Grundwert
2%	=	$\frac{1}{50}$	" "	12 $\frac{1}{2}$ %	=	$\frac{1}{8}$	" "
3 $\frac{1}{3}$ %	=	$\frac{1}{30}$	" "	16 $\frac{2}{3}$ %	=	$\frac{1}{6}$	" "
4%	=	$\frac{1}{25}$	" "	20%	=	$\frac{1}{5}$	" "
5%	=	$\frac{1}{20}$	" "	25%	=	$\frac{1}{4}$	" "
6 $\frac{1}{4}$ %	=	$\frac{1}{16}$	" "	33 $\frac{1}{3}$ %	=	$\frac{1}{3}$	" "
8 $\frac{1}{3}$ %	=	$\frac{1}{12}$	" "	50%	=	$\frac{1}{2}$	" "

100 % sind das Einfache des Grundwertes
200 % sind das Doppelte des Grundwertes
300 % sind das Dreifache des Grundwertes

Aufgabe: Der Stundenlohn von 1,36 DM einer Arbeitergruppe wird durch Tarifabkommen um $12\frac{1}{2}\%$ erhöht. Wie hoch ist der neue Stundenlohn?

Lösung: $12\frac{1}{2}\% = \frac{1}{8}$ des Grundwertes, darum beträgt die Lohnerhöhung $1,36 \text{ DM} : 8 = 0,17 \text{ DM}$, der neue Stundenlohn mithin $1,36 \text{ DM} + 0,17 \text{ DM} = 1,53 \text{ DM}$.

Antwort: Der neue Stundenlohn beträgt **1,53 DM**.

Aufgabe: Ein Beamter, der 375,— DM monatlich verdient, zahlt 16% seines Gehaltes für Miete. Wie teuer kommt die Wohnung?

Lösung: Wir rechnen kurz: $1\% \text{ von } 375,— \text{ DM} = 3,75 \text{ DM}$
 $16\% \text{ von } 375,— \text{ DM} = 3,75 \text{ DM} \cdot 16 = 60,— \text{ DM}$

Antwort: Die Miete beträgt **60,— DM**.

2. Der Prozentsatz wird gesucht

Aufgabe: Ein Lehrgang der Postfachschule zählt 25 Teilnehmer. Es haben sich 2 Teilnehmer entschuldigen lassen. Wieviel Prozent sind das?

Ansatz: Bei 25 Teilnehmern fehlen 2
 Bei 100 Teilnehmern fehlen?

Lösung: $\frac{2 \text{ Teilnehmer} \cdot 100}{25} = 8 \text{ Teilnehmer}$

Antwort: Es fehlen also **8%**.

Aufgabe: Fernmeldebauhandwerker Emil S. zahlte für einen Anzug, der mit 160,— DM ausgezeichnet war, 152,— DM. Wieviel % betrug der Rabatt?

Ansatz: Bei 160,— DM erhielt er 8,— DM Rabatt
 Bei 100,— DM erhielt er ? DM Rabatt

Lösung: $\frac{8,00 \text{ DM} \cdot 100}{160} = \frac{800 \text{ DM}}{160} = 5,— \text{ DM}$

Antwort: Der Rabatt betrug **5%**.

3. Der Grundwert wird gesucht

Aufgabe: In einem Lehrgang der Postfachschule fehlen 2 Teilnehmer; das sind 8%. Wieviel Teilnehmer zählt der Lehrgang?

Ansatz: 8% = 2 Teilnehmer
 100% = ? Teilnehmer

Lösung: $\frac{2 \text{ Teilnehmer} \cdot 100}{8} = 25 \text{ Teilnehmer}$

Antwort: Der Lehrgang zählt **25 Teilnehmer**.

Aufgabe: Frau B. erstand im Ausverkauf ein Kleid mit $33\frac{1}{3}\%$ Rabatt für 40,— DM. Wie hoch war der ursprüngliche Preis?

Lösung: $33\frac{1}{3}\% = \frac{1}{3}$ des Grundwertes. Wenn $\frac{1}{3}$ des Preises als Rabatt gewährt wird, müssen $\frac{2}{3}$ bezahlt werden.

$$\frac{2}{3} = 40,— \text{ DM}$$

$$\frac{1}{3} = 40,— \text{ DM} : 2 = 20,— \text{ DM}$$

$$\frac{3}{3} = 20,— \text{ DM} \cdot 3 = 60,— \text{ DM}$$

Antwort: Der ursprüngliche Preis des Kleides betrug **60,— DM**

Die Zinsrechnung

Zinsen sind die Vergütung für geliehenes Geld. Die geliehene Summe heißt **Kapital**. Die Zinsen für 100 DM auf 1 Jahr nennt man **Prozentsatz** oder **Zinsfuß**. Man berechnet die Zinsen nach der **Zeit**. Das Jahr zählt 360 Tage, der Monat 30 Tage.

Bei Aufgaben der Zinsrechnung sind immer 3 Stücke bekannt, das 4. Stück muß gesucht werden.

Man kann berechnen: 1. die Zinsen, 2. den Zinsfuß, 3. das Kapital, 4. die Zeit.

Bei der Lösung der Aufgaben kann man zwei Wege beschreiten. Entweder entwickelt man sie aus dem Ansatz, oder man löst sie mit Hilfe der feststehenden **Formel**.

1. Die Zinsen werden gesucht

Zinsen nach Jahren:

Aufgabe: Wieviel betragen die Zinsen von 760,— DM zu 4% in $2\frac{3}{4}$ Jahren?

1. Lösung Ansatz: 100 DM bringen in 1 Jahr 4,— DM Zinsen
 760 DM bringen in $2\frac{3}{4}$ Jahren ? DM Zinsen
 Bruchstrich: $\frac{4 \text{ DM} \cdot 760 \cdot 11}{100 \cdot 4} = \mathbf{83,60 \text{ DM}}$

2. Lösung nach der Formel:

$$\text{Jahreszinsen} = \frac{\text{Kapital} \cdot \text{Zinsfuß} \cdot \text{Jahre}}{100}$$

$$\frac{760 \text{ DM} \cdot 4 \cdot 11}{100 \cdot 4} = \mathbf{83,60 \text{ DM}}$$

Zinsen nach Monaten:

Aufgabe: Wieviel Zinsen bringen 420 DM zu 3% in 5 Monaten?

1. Lösung Ansatz: 100 DM bringen in 12 Mon. 3,— DM Zinsen
 420 DM bringen in 5 Mon. ? DM Zinsen
 Bruchstrich: $\frac{3,00 \text{ DM} \cdot 420 \cdot 5}{100 \cdot 12} = \mathbf{5,25 \text{ DM}}$

2. Lösung nach der Formel: Monatszinsen = $\frac{\text{Kapital} \cdot \text{Zinsfuß} \cdot \text{Mon.}}{100 \cdot 12}$

$$\frac{420 \text{ DM} \cdot 3 \cdot 5}{100 \cdot 12} = \mathbf{5,25 \text{ DM}}$$

Zinsen nach Tagen

Aufgabe: Wieviel betragen die Zinsen für 720 DM zu $5\frac{1}{2}\%$ in 45 Tagen?

1. Lösung Ansatz: 100 DM bringen in 360 Tagen $5\frac{1}{2}$ DM Zinsen
 720 DM bringen in 45 Tagen ? DM Zinsen
 $\frac{11 \text{ DM} \cdot 720 \cdot 45}{2 \cdot 100 \cdot 360} = \mathbf{4,95 \text{ DM}}$

2. Lösung nach der Formel:

$$\text{Tageszinsen} = \frac{\text{Kapital} \cdot \text{Zinsfuß} \cdot \text{Tage}}{100 \cdot 360}$$

$$\frac{720 \text{ DM} \cdot 11 \cdot 45}{100 \cdot 2 \cdot 360} = \mathbf{4,95 \text{ DM}}$$

2. Der Zinsfuß wird gesucht

Aufgabe: Zu welchem Zinsfuß waren 760 DM ausgeliehen, wenn sie in $2\frac{3}{4}$ Jahren 83,60 DM Zinsen brachten?

1. Lösung Ansatz: 760 DM bringen in $2\frac{3}{4}$ Jahren 83,60 DM Zinsen

100	"	"	"	1	Jahr	?	"	"
-----	---	---	---	---	------	---	---	---

$$\frac{83,60 \text{ DM} \cdot 100 \cdot 4}{760 \cdot 11} = 4\%$$

2. Lösung nach der Formel:

$$\text{Zinsfuß} = \frac{\text{Zinsen} \cdot 100}{\text{Kapital} \cdot \text{Zeit}}$$

$$\frac{83,60 \text{ DM} \cdot 100 \cdot 4}{760 \cdot 11} = 4\%$$

3. Das Kapital wird gesucht

Aufgabe: Wie groß ist das Kapital, das in $2\frac{3}{4}$ Jahren zu 4% 83,60 DM Zinsen bringt?

1. Lösung Ansatz: 4 DM in 1 Jahr von 100 DM Kapital
83,60 DM in $2\frac{3}{4}$ Jahren von ? DM Kapital

Bruchstrich: $\frac{100 \text{ DM} \cdot 83,60 \cdot 4}{4 \cdot 11} = 760 \text{ DM}$

2. Lösung nach der Formel:

$$\text{Kapital} = \frac{\text{Zinsen} \cdot 100}{\text{Zinsfuß} \cdot \text{Zeit}}$$

$$\frac{83,60 \text{ DM} \cdot 100 \cdot 4}{4 \cdot 11} = 760 \text{ DM}$$

4. Die Zeit wird gesucht

Aufgabe: In welcher Zeit bringen 760 DM bei 4% 83,60 DM Zinsen?

1. Lösung Ansatz: 100 DM bringen 4 DM in 1 Jahr
760 " " 83,60 DM in ? Jahren

Bruchstrich: $\frac{1 \text{ Jahr} \cdot 100 \cdot 83,60}{760 \cdot 4} = 2\frac{3}{4} \text{ Jahre}$

2. Lösung nach der Formel:

$$\text{Zeit} = \frac{\text{Zinsen} \cdot 100}{\text{Kapital} \cdot \text{Zinsfuß}}$$

$$\frac{83,60 \cdot 100}{760 \cdot 4} = 2\frac{3}{4} \text{ Jahre}$$

Liebe Kollegen!

Mit diesem Lehrbrief endet der Fernlehrgang über das Stoffgebiet des einfachen Fernmeldebaudienstes.

Wir hoffen, daß Ihr Euch die erforderlichen Kenntnisse für die Prüfung und Euren Beruf angeeignet habt.

Schreibt uns, wenn Euch der Fernlehrgang nicht gefallen hat; schreibt uns aber auch, wenn Ihr mit dem Inhalt und der Art der Darstellung zufrieden gewesen seid!

Die Fachschule der Deutschen Postgewerkschaft
Lehrgangsleitung
(21 b) Dortmund
Fernmeldebaumt