

# **Handbuch für Fernmeldehandwerker**

**Band 2a**

**Schalt- und  
Montagearbeiten**

# Handbuch für Fernmeldehandwerker

Band 2a

## Schalt- und Montagearbeiten

1. Auflage (Stand: Frühjahr 1981)

---

Deutsche Postgewerkschaft - Hauptvorstand - Verlag - Rhonestraße 2 - 6000 Frankfurt 71

# Handbuch für Fernmeldehandwerker

## 9 empfehlenswerte Lehrbücher

- Band 1** – Grundlagen der Physik und der Mathematik (mit Beiheft)
- Bände 2a/2b** – Schalt- und Montagearbeiten (mit Beiheft)
- Band 3a** – Linientechnik – Kabelmontage, ober- und unterirdischer Fernmeldebau
- Band 3b** – Linientechnik – Sprechstellenbau
- Band 4** – Fernsprechentstörung
- Band 5** – Vermittlungstechnik (mit Beiheft)
- Band 6** – Elektroinstallation
- Band 7** – Allgemeine Berufskunde – Politische Bildung

## Handbuch der Fernmeldetechnik – Grundreihe –

### Grundlagen der Elektrotechnik

Grundlagen der Gleichstromlehre – Elektrisches Feld – Magnetisches Feld – Schaltvorgänge im Gleichstromkreis – Grundlagen der Wechselstromlehre – Meßtechnik

### Werkstoffbearbeitung

Manuelle und maschinelle Werkstoffbearbeitung – Wärmebehandlung – Verbindungstechniken – Werk- und Hilfsstoffe – Technisches Zeichnen – Umgang mit Tabellen- und Handbüchern – Arbeitsschutz und Unfallverhütung

Bestellungen an:

Deutsche Postgewerkschaft - Hauptvorstand - Verlag - Rhonestraße 2 - 6000 Frankfurt 71

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der häufiger verwendeten Abkürzungen .....	9
<b>1 Verbinden und Verdrahten von Bauelementen und Bauteilen</b>	
1.1 Aufbau, Bezeichnung und Zählweise von Kabeln und Drähten .....	11
1.1.1 Aufbau von Installationskabeln, Schaltkabeln und Drähten .....	12
1.1.2 Arbeiten an Installationskabeln .....	15
1.1.3 Schaltleitungen und Schaltkabel .....	18
1.2 Anlegen von Installationskabeln .....	24
1.2.1 Verbindungs- und Verteilerdosen für Innenbau .....	25
1.2.2 Verbindungs- und Verteilerdosen für Außenbau .....	27
1.2.3 Verteilerkästen .....	30
1.2.4 Anschlußleisten .....	34
1.3 Anlegen von Schaltkabeln .....	36
1.3.1 Anlegen an Lötösenstreifen .....	36
1.3.2 Anlegen an Anschalteinheiten des HVt 71 .....	36
Zur Lernerfolgssicherung .....	43
<b>2 Elektrische Messungen und Prüfungen</b>	
2.1 Anwenden von Durchgangs- und Leitungsprüfern .....	44
2.1.1 Prüfen auf Durchgang und richtige Reihenfolge .....	46
2.1.2 Prüfgerät Nr. 1a (Prüfkopfhörer) .....	46
2.1.3 Potentialprüfung mit PrGt Nr. 1a .....	47

	Seite
<b>2.2 Behandeln und Bedienen von Meßinstrumenten</b> .....	48
2.2.1 Vorschriften für das Arbeiten mit Meßinstrumenten .....	48
2.2.2 Meßinstrumente und Meßwerte .....	50
2.2.3 Vermeiden von Meßfehlern .....	52
<b>2.3 Messen von Spannungen und Strömen</b> .....	52
<b>2.4 Messen von ohmschen Widerständen</b> .....	55
<b>2.5 Konstruktive und mechanische Einflüsse auf Relaiseregungen</b> .....	60
2.5.1 Verlängern der Ansprecheregung durch konstruktiv-elektrische Maßnahmen .....	60
2.5.2 Verlängern der Abfallerregung durch mechanische Maßnahmen .....	61
2.5.3 Verkürzen der Ansprecheregung durch mechanische Maßnahmen .....	61
2.5.4 Verkürzen der Abfallerregung durch mechanische Maßnahmen .....	62
2.5.5 Ermitteln der Ansprech- und Abfallerregung von Relais .....	62
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	64
<b>3 Schaltungen entwickeln, aufbauen und ändern</b>	
<b>3.1 Schaltungen entwickeln</b> .....	65
3.1.1 Grundsätzliche Vorbedingungen .....	65
3.1.2 Entwickeln einer Alarmschaltung .....	65
<b>3.2 Aufbauen von Relaischaltungen mit Formkabel</b> .....	67
<b>3.3 Schaltungen auf Leiterplatten</b> .....	71
3.3.1 Bestückungsplan skizzieren .....	74
3.3.2 Bestücken der Leiterplatte mit Bauelementen .....	75
3.3.3 Verbindungsstellen verlöten .....	76
3.3.4 Einlöten von Halbleiterbauteilen .....	77
<b>3.4 Schaltungen ändern</b> .....	77
3.4.1 Drähte in Montagerahmen beibinden .....	77
3.4.2 Schaltungen auf Leiterplatten ändern .....	78
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	78
<b>4 Ausführen von Elektroinstallationen</b>	
Der Abschnitt über das <b>Richtziel 4</b> aus dem Lernzielkatalog „ <b>Ausführen von einfachen Elektroinstallationen</b> “ wird in dem <b>Band „Elektroinstallation“</b> behandelt.	

	Seite
<b>5 Bauelemente und Bauteile der Fernsprengerätetechnik</b>	
<b>5.1 Trennleisten, Schaltstreifen und Lötösenstreifen</b> .....	80
5.1.1 Aufgaben und Einsatzmöglichkeiten .....	80
5.1.2 Schaltstreifen .....	82
<b>5.2 Steckverbindungsteile</b> .....	84
5.2.1 Messerleiste und Federleiste .....	84
5.2.2 Steckverbinder .....	85
5.2.3 Steckerstift und Klinke .....	85
<b>5.3 Tasten und Schalter</b> .....	87
5.3.1 Ausführungsarten der Tasten und ihre Merkmale .....	87
5.3.2 Ausführungsarten der Schalter und ihre Merkmale .....	89
<b>5.4 Aufbau und Anwendung von Widerständen</b> .....	91
5.4.1 Strombegrenzung und Spannungsteilung durch Widerstände .....	92
5.4.2 Festwiderstände .....	93
5.4.3 Veränderbare Widerstände .....	96
5.4.4 Widerstandskennzeichnung .....	97
5.4.5 Belastbarkeit von Widerständen .....	100
<b>5.5 Aufbau und Anwendung von Kondensatoren</b> .....	100
5.5.1 Der Kondensator im Stromkreis .....	101
5.5.2 Bauformen der Kondensatoren .....	102
5.5.3 Kennzeichnung der Kondensatoren .....	104
<b>5.6 Aufbau und Anwendung von Spulen</b> .....	106
5.6.1 Die Spule im Stromkreis .....	107
5.6.2 Der grundsätzliche Aufbau von Spulen .....	107
5.6.3 Verwendungsmöglichkeiten für Spulen .....	108
<b>5.7 Gleichrichter</b> .....	111
5.7.1 Halbleitergleichrichter (Kristallgleichrichter) .....	112
<b>5.8 Lampen</b> .....	112
5.8.1 Glühlampen .....	112
5.8.2 Glimmlampen .....	114
5.8.3 Besondere Anzeigemittel .....	114
<b>5.9 Sicherungen</b> .....	116
5.9.1 Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen .....	116
5.9.2 Stromsicherungen .....	117
5.9.3 Spannungssicherungen .....	125
5.9.4 Einsatz von Sicherungen .....	128

	Seite
<b>5.10 Nummernschalter</b> .....	130
5.10.1 Aufgaben und Ausführungsformen .....	130
5.10.2 Soll- und Grenzwerte der Nummernschalter .....	134
5.10.3 Tastenwahl .....	136
<b>5.11 Gleich- und Wechselstromwecker</b> .....	137
5.11.1 Gleichstromwecker .....	137
5.11.2 Wechselstromwecker .....	139
<b>5.12 Mikrophon</b> .....	144
5.12.1 Aufgabe des Mikrofons .....	144
5.12.2 Kohlemikrophon .....	145
5.12.3 Transistormikrophon .....	146
<b>5.13 Fernhörer</b> .....	147
5.13.1 Aufgabe des Fernhörers .....	147
5.13.2 Elektrodynamischer Fernhörer .....	148
<b>5.14 Elektromagnetische Relais</b> .....	150
5.14.1 Ausführungsformen und Konstruktionsmerkmale .....	151
5.14.2 Konstruktiver Aufbau neutraler Relais .....	152
5.14.3 Wirkungsweise der Relais .....	156
5.14.4 Kontakte der Relais .....	159
5.14.5 Spulenzettel und Relaisbezeichnungen .....	162
5.14.6 Schaltzeitbeeinflussungen durch schaltungstechnische Maßnahmen .....	164
5.14.7 Flachrelais 48 .....	168
5.14.8 Flachrelais 48 G .....	169
5.14.9 Prüfreleais 55 .....	171
5.14.10 Doppelrelais 55 .....	172
5.14.11 Edelmetall-Schnellkontakt-Relais .....	173
5.14.12 Relais mit geschützten Kontakten .....	178
5.14.13 Thermorelais (Thermokontakt) .....	183
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	185
<b>6 Leitende und nichtleitende Werkstoffe</b>	
<b>6.1 Verwendung und Eigenschaften von elektrisch leitenden Werkstoffen</b> .....	188
6.1.1 Leitermaterialien der Fernmeldetechnik .....	188
6.1.2 Kontaktwerkstoffe .....	189
6.1.3 Widerstandsmaterialien .....	191
<b>6.2 Isolierstoffe</b> .....	191
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	192

	Seite
<b>7 Schaltungsunterlagen</b>	
<b>7.1 Stromlaufpläne</b> .....	195
7.1.1 Aufbau der Stromlaufpläne .....	196
7.1.2 Schaltzeichen .....	196
7.1.3 Kontakte .....	198
<b>7.2 Geräteverdrahtungsplan (Bauschaltplan)</b> .....	200
<b>7.3 Diagramme</b> .....	203
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	205
<b>8 Arbeitsschutz und Unfallverhütung</b>	
<b>8.1 Anwendung von Werkzeugen</b> .....	206
8.1.1 Halter für LötKolben .....	206
8.1.2 LötKolbenschnüre .....	206
8.1.3 Kabelmesser .....	206
8.1.4 Schraubendreher .....	207
<b>8.2 VDE-Sicherheitsbestimmungen</b> .....	207
<b>Zur Lernerfolgssicherung</b> .....	210
<b>Sachregister</b> .....	211
Das Richtziel 9 aus dem Lernzielkatalog „Einblick in die Elektroinstallation“ wird in einem besonderen Band behandelt.	

**Verzeichnis der häufiger verwendeten Abkürzungen**

AP	Auf Putz
DA	Doppelader
Di	Diagramm
DIN	Deutsche Industrie-Norm
ESK-Relais	Edelmetall-Schnell-Kontakt-Relais
EWk	Einschalenwecker
FeAp	Fernsprechapparat
HVI/HVT	Hauptverteiler
LED	Licht emittierende Diode
MK-Kondensator	Metallisierter Kunststoffolien-Kondensator
MKC-Kondensator	Metallisierter Kunststoffolien-Polycarbonat-Kondensator
MKS-Kondensator	Metallisierter Kunststoffolien-Polystyrol-Kondensator
MKT-Kondensator	Metallisierter Kunststoffolien-Polyterephthalat-Kondensator
MP-Kondensator	Metallpapierkondensator
Ms	Montageschema (Geräteverdrahtungsplan, Bauschaltplan)
NrS	Nummernschalter
Sz	Stromlaufzeichnung (Stromlaufplan)
$t_{an}$	Anzugszeit eines Relais
$t_{ab}$	Abfallzeit eines Relais
ÜsAg	Überspannungsableiter
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDo	Verbinderdose
VVDA	Verbindungs- und Verteilerdose für Außenbau
VVDi	Verbindungs- und Verteilerdose für Innenbau
VKA	Verteilerkasten auf Putz
VKU	Verteilerkasten unter Putz
UP	Unter Putz

# 1 Verbinden und Verdrahten von Bauelementen und Bauteilen

## 1.1 Aufbau, Bezeichnung und Zählweise von Kabeln und Drähten

Die technischen Einrichtungen des Fernmeldewesens müssen auf verschiedene Art und Weise und unter verschiedenen Bedingungen elektrisch leitend miteinander verbunden werden. Diese Verbindungswege verbinden die Bauelemente und Bauteile in den Baugruppen und Schaltgliedern der Fernmeldeanlagen, die Vermittlungsstellen und die Teilnehmereinrichtungen miteinander sowie die Vermittlungsstellen untereinander. Alle diese Verbindungen werden durch Leitungen hergestellt. Als „**Leitung**“ bezeichnet man einen elektrisch gut leitenden Metalldraht in der Stärke von etwa 0,3 bis 1,8 mm, der isoliert ist; eine Ausnahme bildet die oberirdisch geführte Blankdrahtleitung. Die Isolation schützt die einzelnen Leitungen vor direkten gegenseitigen elektrischen Beeinflussungen und Berührungen, mechanischen Beschädigungen, Feuchtigkeit und Korrosion<sup>1</sup>. Normalerweise besteht eine Leitung aus mindestens zwei Drähten (Stromwegen), der Hin- und Rückleitung, die zur Bildung eines Stromkreises nötig sind. Das in der Fernmeldetechnik am meisten verwendete **Leitungsmaterial** ist elektrolytisch gewonnenes Hartkupfer mit einem Reinheitsgrad von 99,9 ‰.

Nach ihrer äußeren Form unterscheidet man **Einfachleitungen, Doppelleitungen, verseilte<sup>2</sup> Leitungen, Bündelleitungen, Koaxialleitungen und Bandleitungen**.

Werden die einzelnen Leitungen zu einem **Kabel** zusammengefaßt, dann unterliegen die Adern ganz bestimmten Bedingungen hinsichtlich ihrer **Lage** zueinander und hinsichtlich der **Zählweise**.

Der einzelne Leiter mit der Isolierung wird bei einem Kabel als **Ader** bezeichnet. Die einzelnen Adern werden nach einem bestimmten Verfahren aus mechanischen und elektrischen Gründen **miteinander verseilt**. Die Verseilung schützt vor einer zu starken Dehnung der außenliegenden Adern bzw. einer zu starken Stauchung der innenliegenden Adern eines Kabels. Die Verseilung erhöht also die Zugfestigkeit des Kabels und seine mechanische Unempfindlichkeit gegen axiale Drehungen und seitliche Biegungen, weil die Adern ihre Lage innerhalb des

<sup>1</sup> Korrosion = Zerstörung von Metallen durch chemische oder elektrochemische Reaktionen.

<sup>2</sup> Verseilung = Herstellungsverfahren in der Kabeltechnik, bei dem die Einzeldrähte (Adern), Paare oder Viererseile des Kabels schraubenförmig umeinander gedreht, d. h. verseilt werden.

Kabels fortgesetzt wechseln. Außerdem hebt die Verseilung die Wirkungen gegenseitiger elektrischer Beeinflussungen auf und vermindert die elektrische Beeinflussung der Adern von außen. Die folgende Abb. zeigt eine der am häufigsten verwendeten Verseilarten, die **Viererverseilung (Stern-Vierer)**.



Die einzelnen Adern erhalten durch die Verseilung eine spiralförmige Lage innerhalb des Kabels. Der Abstand zwischen zwei Punkten, an denen eine Ader innerhalb der Verseilung wieder die gleiche Lage in der Kabelseele erreicht, wird **Drall-** oder **Schlaglänge** bzw. **Drallschritt** genannt. Die Dralllängen sind je nach Aderstärke und Entfernung der Adern vom Kern des Kabels verschieden. Durch die Verseilung ist die tatsächliche Aderlänge größer als die Kabellänge. Aus der angewandten Verseilungsart ergeben sich die nachfolgenden Leitungsbezeichnungen:

- zwei miteinander verseilte Adern = **Paar**,
- drei miteinander verseilte Adern = **Dreier**,
- vier einzeln miteinander verseilte Adern = **Vierer**,
- zwei untereinander verseilte Paare = **Paarvierer** usw.

Die so durch Verseilung zusammengefaßten Adern heißen **Verseilelemente**. Alle Verseilelemente eines Kabels bilden die Kabelseele. Die Umhüllung der Kabelseele bezeichnet man als **Kabelmantel**, der entsprechend der Kabelverlegungsart und der Verwendung des Kabels aufgebaut ist und aus verschiedenen Werkstoffen besteht.

Jedes Kabel hat auch besondere **Kennfäden**, die auf die Herstellerfirma (Firmenkennfäden = eingetragenes Warenzeichen) und auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen (VDE-Kennfäden)<sup>1</sup> hinweisen. Je nach Kabeltyp können die Kennfäden unter dem Außenmantel, der Bewicklung der Kabelseele oder dem Innenmantel liegen.

### 1.1.1 Aufbau von Installationskabeln, Schaltkabeln und Drähten

#### 1.1.1.1 Verwendungszwecke und Unterscheidungsmerkmale

Nach ihrem jeweiligen Verwendungszweck müssen die Leitungen unterschiedlichen mechanischen und elektrischen Belastungen standhalten. Die **VDE-Vorschrift 0890** unterscheidet für die Fernmeldetechnik folgende Leitungsarten:

- **Schaltleitungen** und
- **Installationsleitungen**.

<sup>1</sup> VDE = Verband deutscher Elektrotechniker

Für die einzelnen Leitungsarten gibt es **Typenbezeichnungen**, die sich aus bestimmten Kurzzeichen, der Adernzahl und der Drahtstärke zusammensetzen. Zur Vermeidung von Schaltfehlern (Adernvertauschungen) sind die Leiterisolationen verschiedenfarbig ausgeführt.

In den nachfolgenden Tabellen sind die verwendeten **Kurzzeichen** und die **Farbabbkürzungen** erläutert.

C	= Schirmgeflecht
F	= Isolierfolie aus Kunststoff
G	= Leiterisolierung oder Mantel aus Gummi
I	= Innenkabel
I- oder J-	= Installationsleitung
L	= Lackisolierung
Li	= Litzenleiter
Lif	= Litzenleiter aus Feindrähten
M	= Bleimantel
P	= Papierisolierung
PiMF	= geschirmtes Paar
S	= Besspinning aus Kunstseide
S-	= Schaltkabel
(St)	= statischer Schirm
U	= Umflechtung aus Kunstseide
V	= Verzinnung des Kupferleiters
Y	= Isolierhülle oder Mantel aus Polyvinylchlorid (PVC)
2Y	= Isolierhülle aus Polyäthylen (PE)
(Z)	= Zugfestes Stahldrahtgeflecht
(Zg)	= Zugfestes Glasgarngeflecht

#### Kurzzeichen für Typenbezeichnungen von Leitungen

<b>bl</b>	= blau	<b>ws</b>	= weiß
<b>ge</b>	= gelb	<b>gr</b>	= grau
<b>gn</b>	= grün	<b>rt</b>	= rot
<b>br</b>	= braun	<b>rs</b>	= rosa
<b>sw</b>	= schwarz	<b>el</b>	= elfenbein
<b>*)</b>		<b>nf</b>	= natur

Bei Einzeldrähten gibt es auch Kombinationen zwischen den hier aufgeführten Farben (z. B. wssw; gngr; wsr).

\*) Die Farben bl, ge, gn, br und sw werden in dieser Reihenfolge zur Kennzeichnung der Adernfolge bei paarverseilt und lagenmäßig aufgebauten Schalt- und Installationskabeln verwendet.

#### Farbabbkürzungen für Adernkennzeichnungen von Leitungen

### 1.1.1.2 Installationsdrähte

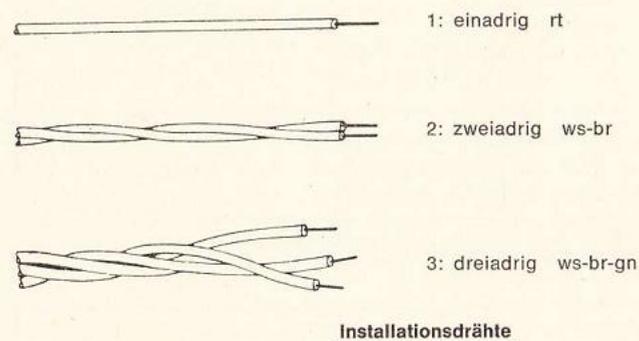
Installationsdrähte werden zur **Installation von Teilnehmereinrichtungen** – im Sprechstellenbau und beim Bau von Nebenstellenanlagen – verwendet. Für die verschiedenen Verwendungszwecke werden von der DBP folgende Installationsleitungen beschafft:

- **Installationsdraht** und
- **Einführungsdraht**.

Nach VDE 0815 sind außerdem noch Stegleitungen (Kurzzeichen: J-FY) und Installationskabel mit statischem Schirm (Kurzzeichen: J-Y[St]Y) zugelassen.

### Installationsdrähte (Y-Drähte)

Im Sprechstellenbau werden Installationsdrähte in **Rohrnetzanlagen** eingezogen oder als Schaltdrähte zum Beschalten von Verteilern und Verzweigern verwendet. Installationsdrähte haben einen Kupferleiter von 0,6 mm Durchmesser und eine PVC-Isolierung mit einer Wanddicke von 0,4 mm. Die folgende Abbildung zeigt die bei der DBP verwendeten Y-Drähte.



Darüber hinaus sehen die VDE-Vorschriften Y-Drähte in den Farben gelb, grau und schwarz vor. Mehradrig Installationsdrähte sind mit einer Schlaglänge von etwa 50 bis 60 mm verseilt.

### Einführungsdrahte (2YY)

Einführungsdrahte mit einem verzinnten Kupferleiter von 1,0 mm Durchmesser werden zum **Übergang von Blankdrahtleitungen auf Kabeladern** verwendet. Da die Adern einzeln überführt werden, gibt es den 2YY-Draht nur als Einzeldraht. Über der Isolierhülle aus PE (Polyäthylen) befindet sich ein schwarzer Außenmantel aus PVC (Polyvinylchlorid).

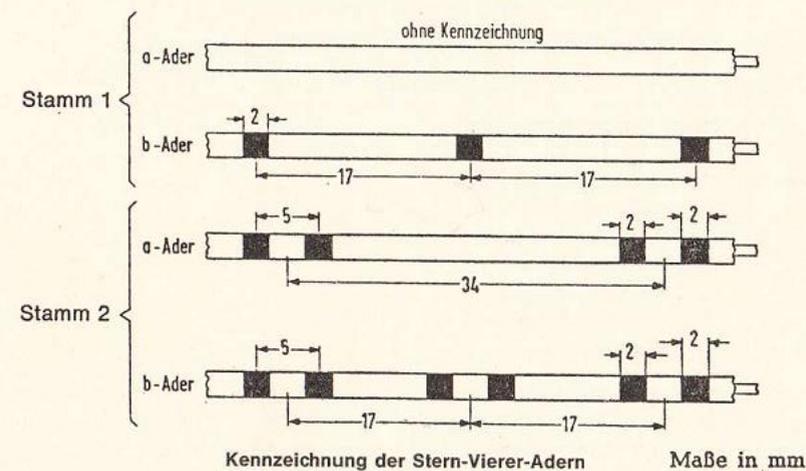
## 1.1.2 Arbeiten an Installationskabeln

### 1.1.2.1 Installationskabel ohne Zugentlastung (J-YY)

Installationskabel der Form J-YY werden bei der DBP zur **festen Verlegung in oder an Gebäuden** verwendet. Sie sind sternverseilt, Adernkennzeichnung und Verseilart ist wie bei den Außenkabeln des Anschlußnetzes. Über den Kupferleitern von 0,6 mm Durchmesser befindet sich eine Isolierhülle aus PVC mit einer Wanddicke von 0,2 mm. Bei den Kabeln ab 10 DA sind je 5 Sternvierer zu einem Grundbündel verseilt. In den Grundbündeln sind die Adern wie folgt gekennzeichnet:

Adern des Stern-Vierers	Grundfarbe
1	rot
2	grün
3	grau
4	gelb
5	weiß

Grundfarbe der Adern von Stern-Vierern



Das Auszählen der Verseilelemente eines Grundbündels geschieht in der Reihenfolge dieser Aderngrundfarben, d. h., Zählvierer ist der Stern-Vierer mit der roten Grundfarbe. Die Adern der Stämme 1 und 2 jedes Stern-Vierers sind durch blaue bzw. schwarze Farbringe gekennzeichnet.

In Kabeln mit mehreren Grundbündeln hat das Zähl-Grundbündel in jeder Lage eine rote offene Kunststoffband-Wendel; die anderen Grundbündel haben eine naturfarbene oder weiße offene Wendel.

### 1.1.2.2 Installationskabel mit Zugentlastung (Zg)

Installationskabel mit Zugentlastung werden in den **oberirdischen Linien** des Ortsanschlusnetztes der DBP eingesetzt. Die Zugentlastung dient bei den **freitragend aufgehängten Installationskabeln** als kabeltragendes Element.

In der Entwicklungsgeschichte der Kabel mit Zugentlastung, die 1952 mit den „Schlauchleitungen mit Zugentlastung“ begann, wurden zunächst zur **Zugentlastung Runddraht- und Flachdrahtgeflechte** eingesetzt. Die Stärke des Stahldrahtgeflechts richtete sich dabei nach der Adernzahl des Kabels. Im Rahmen des fortschreitenden Einsatzes neuer Werkstoffe (insbesondere der Kunststoffe) wurde ein Kabel entwickelt, dessen **Zugentlastungsteile aus gebündelten Glasgarnen** (Kurzzeichen Zg) bestehen.

Das hier beschriebene Kabel mit Zugentlastung ist 1976 allgemein eingeführt worden und hat folgende Merkmale:

- Typenbezeichnung: I-2Y(St)(Zg)2Y
- Anzahl der Doppeladern (DA): 2, 4, 6, 8 oder 10
- Cu-Leiterdurchmesser: 0,6 mm
- Verseilart und Anordnung: StIIIbD
- Besonderheit: Zugentlastung aus Glasgarnen

Beispiel für eine vollständige Typenbezeichnung:

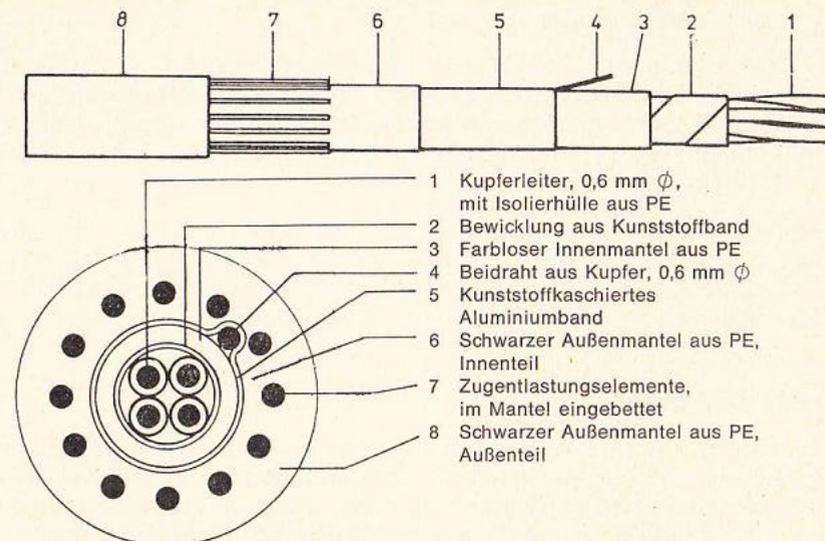
#### I-2Y(St)(Zg)2Y 2×2×0,6 StIIIbD

##### Bedeutung der Kurzzeichen:

- I = Installationskabel
- 2Y = Isolierhülle aus PE (Polyäthylen)
- (St) = elektrostatischer Schirm
- (Zg) = Zugentlastung aus gebündelten Glasgarnen
- StIII = Stern-Vierer-Verseilung
- bD = Bündelverseilung

Die besonderen Merkmale dieses Installationskabels ergeben sich aus der Verwendung von gebündelten Glasgarnen zur Zugentlastung. Gegenüber den vorher verwendeten Zugentlastungen aus Runddraht- bzw. Flachdrahtgeflecht haben Zugentlastungen aus gebündelten Glasgarnen folgende Vorteile:

- Gewichtsverringering gegenüber Kabel mit Stahldrahtgeflecht,
- unempfindlich gegen Feuchtigkeit,
- einfache Montage beim Trennen der Glasgarne und
- günstige Elastizitätseigenschaften der freitragend aufgehängten Installationskabel.



Längs- und Querschnitt des Installationskabels J-2Y(St)(Zg)2Y

In der folgenden Tabelle ist der Aufbau der neuen Installationskabel zusammengestellt.

DA-Zahl	Aufbau der neuen Installationskabel
2	1 Stern-Vierer
4	2 Stern-Vierer
6	3 Stern-Vierer
10	1 Grundbündel
16	2 Grundbündel (je Grundbündel nur 4 Stern-Vierer)
20	2 Grundbündel
24	2 Grundbündel 2 Stern-Vierer (je einer in den beiden Zwickeln)
30	3 Grundbündel
40	4 Grundbündel
50	5 Grundbündel
60	1 Grundbündel in der 1. Lage 5 Grundbündel in der 2. Lage
80	2 Grundbündel in der 1. Lage 6 Grundbündel in der 2. Lage
100	3 Grundbündel in der 1. Lage 7 Grundbündel in der 2. Lage

### 1.1.3 Schaltleitungen und Schaltkabel

Als **Schaltleitungen** werden alle Leitungen bezeichnet, die zum **Verdrahten** der einzelnen **Fernmeldegeräte** und zum **Zusammenschalten** der **Geräte in Gestellrahmen und Schränken** dienen. Die verschiedenen Verdrahtungs- und Verbindungsformen erfordern eine Unterteilung der Schaltleitungen nach

- **Schaltdrähten,**
- **Schaltlitzen** und
- **Schaltkabeln.**

#### 1.1.3.1 Schaltdrähte

Schaltdrähte bestehen aus einem oder mehreren Einzeldrähten. Sie können einzeln oder gebündelt als **Festverdrahtung** oder als **Schaltverdrahtung** eingesetzt werden. Es sind Drähte in der Stärke von 0,3 bis 1,8 mm mit Kunststoff- oder Seidenlackisolierung und farbiger Adernkennzeichnung. Mit der Angabe der Isolation (ggf. Kombination mehrerer Kurzzeichen) und der Drahtstärke werden diese Schaltdrähte gekennzeichnet. Die Zusammenstellung der Kurzzeichen weist dabei auf die Reihenfolge der Isolier- und Schutzmaßnahmen hin.

Einige der hauptsächlich verwendeten Schaltdrähte sind in der Tabelle zusammengestellt und kurz erläutert.

Kurzzeichen	Adernstärke	Bezeichnung und Anwendung der Schaltdrähte
SL	0,3	Seidenlackdraht zum Verdrahten von Gerätebauteilen
LSL	0,5	Seidenlackdraht zum Verdrahten von Gerätebauteilen (auch in der Ausführung FSL mit Isolierfolie aus Kunststoff).
LUL	0,8 1,0 1,4 1,8	Seidenlackdraht zum Verdrahten von Gerätebauteilen und für Stromzuführungen.
LSL(St)	0,5	Geschirmter Seidenlackdraht für Verdrahtungen, bei denen hohe Nebensprechdämpfungen gefordert werden.
YV	0,3 bis 0,8	Kunststoffisolierter Draht als Rangierdraht, Formdraht und für Stromzuführungen.

Bezeichnung und Anwendung von Schaltdrahtarten

Neben der Einteilung nach ihrem Aufbau werden die Schaltdrähte auch nach ihrer Verwendungsart (Einbau- und Verlegungsform) unterteilt. **Schaltdrähte** gibt es als **Formkabeldrähte, Formdrähte** und **Rangierdrähte**.

#### Formkabeldrähte

Formkabeldrähte verwendet man zur Verdrahtung einzelner Baugruppen und Apparate (Relaissätze, Fernsprechapparate usw.). Dabei werden gleichlaufende Drähte gebündelt und abgebunden. Es entsteht ein sogenanntes Formkabel (vgl. Abschnitt 3.2).

Es besteht aber auch die Möglichkeit, Formkabeldrähte in Kunststoffkäme oder ähnliche Drahtführungsvorrichtungen einzulegen.

#### Formdrähte

Formdrähte werden als einzelne Drähte **freitragend** verlegt. Man verwendet sie z. B. als Stromzuführungsleitungen.

Neuerdings nimmt der frei geführte Draht auch immer mehr die Stelle des Formkabels ein. Aus wirtschaftlichen und praktischen Erwägungen verzichtet man auf das recht aufwendige Anfertigen eines Formkabels und legt nur Wert auf richtige und sichere Verbindung. Diese Forderung läßt sich auch mit frei geführten Drähten erfüllen.

Für eine rationellere Verlegung der Formdrähte werden anstelle des Einbindens seit mehreren Jahren mit gutem Erfolg Kunststoffkäme eingesetzt, die das sehr zeitaufwendige Abbinden der Einzeldrähte eines Formkabels überflüssig machen.

#### Rangierdrähte

Rangierdrähte werden eingesetzt, wenn es sich um **wahlweise umzulegende** bzw. **gelegentlich umzuschaltende Verbindungen** handelt.

Das „Schalten“ kommt in den Vermittlungsstellen überwiegend an Haupt- und Zwischenverteilern vor. Auch in den Betriebsstellen der Übertragungs-, Telegrafentechnik und Datenübertragungstechnik sowie in mittleren und großen NStAnI werden in Kabelendgestellen oder Schaltverteilern Rangierdrähte verwendet. Die Rangierdrähte sind in der jeweils benötigten Adernzahl (2, 3 oder 4 Adern) durch Verseilung zusammengefaßt. Farben dieser Rangierdrähte sind in der Regel: ws, sw, ge, gn.

#### 1.1.3.2 Schaltlitzen

Schaltlitzen sind isolierte Leitungen, bei denen der biegsame Leiter aus **dünnen** miteinander **verseilten** oder verflochtenen **Einzeldrähten** besteht. Sie dienen zum Anschluß von bewegten Teilen in Geräten und Baugruppen (z. B. Anschluß von Wählerschaltarmen, beweglichen Steckern und Bauteilen). Die Bedingungen für Schaltlitzen enthält die **VDE-Vorschrift 0812**.

Kurzzeichen	Adernstärke	Bezeichnung und Anwendung
LiY	0,14 bis 1,5	Litzenleiter mit Kunststoffisolierung (PVC) als Verbindung zu bewegten Teilen; wird einzeln oder in Formkabeln verlegt.
LiSU	0,14 bis 1,5	Litzenleiter mit Bespinnung und Umflechtung aus Kunstseide als Anschaltenden für Spulen.
LifSU	0,14 bis 1,5	Litzenleiter aus hochbeweglichen Feindrähten; Seidenlitze mit Bespinnung und Umflechtung aus Kunstseide; als Zuführung für alle sehr häufig bewegten Teile.

#### Bezeichnung und Anwendung von Schaltlitzen

### 1.1.3.3 Schaltkabel

#### Verwendung und Arten der Schaltkabel

Schaltkabel verbinden die technischen Einrichtungen in den Vermittlungs- und Übertragungsdienststellen. Im einzelnen werden folgende Verbindungen mit Schaltkabeln hergestellt:

- Gerätegruppen, Gestellrahmen und Gestellreihen untereinander und ihr Anschluß an die Verteiler,
- Anschlußkabel und Ortsverbindungskabel vom Kabelaufteilungsraum zum Hauptverteiler in Ortsvermittlungsstellen,
- Weiterführung der Leitungen aus Fernkabeln von den Kabelendverschlüssen in den Kabelendgestellen zu den einzelnen Betriebsstellen der Vermittlungs-, Übertragungs- oder Telegrafentechnik.

Früher wurden die Schaltkabel auch als Systemkabel bezeichnet.

Die Bestimmungen über Schaltkabel für Fernmeldeanlagen sind in der **VDE-Vorschrift 0813** zusammengefaßt. Die wichtigsten **Daten der Schaltkabel** für Fernmeldeanlagen enthält die nachfolgende Tabelle.

Kurzzeichen	Adernstärke	Bezeichnung und Verwendung
S-Y(St)Y	0,6	Schaltkabel als bündelverseiltes Kabel mit Verseilelementen aus Paaren, Dreiern, Vierern oder Fünfern und einer Isolierhülle aus grauem Polyvinylchlorid (PVC). Über die Gesamtheit der verseilten Elemente ist ein statischer Schirm gelegt. Diese Kabel werden in Vermittlungs-, Telegrafens- und Übertragungsdienststellen zwischen Gestellrahmen und Verteilern fest verlegt.
S-YY...PiMF	0,6	Lagenverseilte Kabel mit Verseilelementen aus geschirmten Paaren. Sie werden für Verbindungen in Übertragungsdienststellen im Niederfrequenzbereich eingesetzt.
S-YY	0,5 0,6 1,0	Schaltkabel mit Kunststoffisolierung für feste Verlegung in oder zwischen Gestellrahmen der technischen Einrichtungen.
LPMh	0,6	Schaltkabel mit Lack-Papier-Isolation und Bleimantel zum Aufteilen der Anschlußkabel im Kabelaufteilungsraum und Weiterführung zum Hauptverteiler.

(YY = kunststoffisoliert) (h = hochspannungssicher)

#### Daten der Schaltkabel für Fernmeldeanlagen

1					2	3
Lfd. Nr. des Verseilelementes					Grundfarbe der a- und b-Adern	Kennfarbe der a-Ader
1	2	3	4	5	weiß	blau gelb grün braun schwarz
6	7	8	9	10		
11	12	13	14	15		
16	17	18	19	20		
21	22	23	24	25		
26	27	28	29	30	grau	blau gelb grün braun schwarz
31	32	33	34	35		
36	37	38	39	40		
41	42	43	44	45		
46	47	48	49	50		
blau	gelb	grün	braun	schwarz	Kennfarbe der b-Ader	

#### Farbkennzeichnung der Schaltkabel

(Tabelle aus VDE 0813)

## Kennzeichnung und Zählweise der Verseilelemente von Schaltkabeln

### Schaltkabel S-Y(St)Y und Schaltkabel S-YY...PiMF

Die Kennzeichnung der a- und b-Ader besteht aus einer **Adergrundfarbe** und einer **Kennfarbe**, die als wischfeste farbige Ringe auf die Ader aufgebracht sind. **Kennfarben** sind

— **blau, gelb, grün, braun und schwarz.**

Der Abstand zwischen den einzelnen 2 mm breiten Kennfarbringen beträgt zur Unterscheidung der Adern bei der a-Ader 20 mm und bei der b-Ader 10 mm. Beim Schaltkabel S-Y(St)Y sind die **c-Adern rot**, die **d-Adern rosa** und die **e-Adern schwarz** eingefärbt.

#### Beispiele:

Beim Verseilelement 8 ist die Grundfarbe der a- und b-Adern weiß, die Kennfarbe der a-Ader gelb, die der b-Ader grün.

Beim Verseilelement 46 ist die Grundfarbe der a- und b-Adern grau, die Kennfarbe der a-Ader schwarz, die der b-Ader blau.

Die Zählweise der Verseilelemente ergibt sich aus der laufenden Nummer der einzelnen Verseilelemente und der dazugehörigen Grund- und Kennfarbe. Bei Kabeln mit mehr als 50 Verseilelementen beginnt die Zählung nach dem 50. Verseilelement wieder bei dem Verseilelement 1 usw.

### Schaltkabel S-YY

In diesen lagenverseilten Schaltkabeln sind die Adern durch **Farbgruppen** gekennzeichnet. Eine Farbgruppe kann aus 4, 5, 6 oder 10 verschiedenen Farben bestehen.

Anzahl der Aderfarben einer Farbgruppe	Folge der Aderfarben in jeder Farbgruppe
4	blau, rot, grau, grün
5	blau, rot, grau, grün, braun
6	blau, rot, grau, grün, braun, schwarz
10	blau, rot grau, grün, braun, schwarz, gelb, weiß, rosa, violett

(Tabelle aus VDE 0813)

#### Farbkennzeichnung für YY-Schaltkabel

Fünf solcher Verseilelemente sind mit einem farbigen Kennfaden umwickelt und so zu **Verseilelementgruppen** zusammengefaßt. Die Reihenfolge der Verseilelementgruppen ist aus der Farbe des Kennfadens der b-Ader in jeder Fünfergruppe zu entnehmen.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen alle Einzelheiten über den Aufbau der Schaltkabel nach der **VDE-Vorschrift 0813**.

Zu einem Kabel dürfen nur Farbgruppen der gleichen Art gehören. Kann eine vollständige Farbgruppe nicht in einer Lage untergebracht werden, so werden die restlichen Adern mit den restlichen Farben in die darunterliegende Lage mit aufgenommen.

Die Zählung beginnt in jeder neuen Lage mit der **blauen Ader**. Befinden sich mehrere blaue Adern in einer Lage, dann ist die blaue Zählader durch rote Ringe im Abstand von 20 mm gekennzeichnet. Etwa vorhandene Restadern aus der davorliegenden Lage werden vor der blauen Zählader gezählt.

### Schaltkabel LPMh

Bei diesen Kabeln haben alle **a-Adern** die Farbe **Weiß**. Die Verseilelemente werden durch **farbige b-Adern** mit der Farbfolge **blau, gelb, grün, braun und schwarz** gekennzeichnet.

a-Ader	b-Ader	Kennfaden
ws	bl	bl
ws	ge	
ws	gn	
ws	br	
ws	sw	
ws	bl	ge
ws	ge	
ws	gn	
ws	br	
ws	sw	
ws	bl	gn
ws	ge	
ws	gn	
ws	br	
ws	sw	
usw.		

#### Farbfolge für LPMh-Schaltkabel

S-Y(St)Y		
1	2	3
Anzahl Verseilelemente	Anzahl Bündel in Lage	
	1	2
5	1	
10	2	
15	3	
20	4	
25	5	
30	1	5
35	1	6
40	2	6
50	3	7
55	3	8

Bündelverseilung

Schaltkabel für Fernmeldeanlagen

1	2	3	4	5	6
Anzahl Verseilelemente	Anzahl der Verseilelemente in Lage				
	1	2	3	4	5
2	2				
5	5 <sup>1</sup>				
6	6 <sup>1</sup>				
10	2	8			
12	3	9			
20 <sup>1</sup>	7	13			
24	2	8	14		
30	4	10	16		
32	5 <sup>1</sup>	11	16		
40	1	7	13	19	
60 <sup>1</sup>	6	12	18	24	
80	4	10	16	22	28

<sup>1</sup> Einlauf im Kern ist zulässig.

(Tabelle aus VDE 0813)

Lagenverseilung für Schaltkabel S-YY...PIMF und S-YY

## 1.2 Anlegen von Installationskabeln

Die kunststoffisolierten Adern der Installationskabel sollen nicht gerade gespannt, sondern im flachen Bogen bis an die Klemmen oder Lötstifte herangeführt werden. Auf diese Weise bleibt ein Vorrat zum Nachziehen, falls die Adern einmal abbrechen sollten. Dies gilt auch für die Endeinrichtungen des OAsk-Netzes (EVz usw.), wobei noch besonders darauf zu achten ist, daß **Schaltungsänderungen zu jedem Platz möglich sind. Die Verseilung der Adern muß bis unmittelbar vor den Klemm- bzw. Lötanschlüssen erhalten bleiben, und das Anschalten der Leitungen ist entsprechend der Kennzeichnung der Adern vorzunehmen, damit Nebensprechstörungen vermieden werden.** Zum Abisolieren der Adern verwendet man vorteilhaft eine Abisolierzange,

## Wanddicke der Mäntel

1	2
Durchmesser <sup>1</sup> unter Mantel mm	Wanddicke PVC-Mäntel Sollwert mm
bis 10	0,8
bis 20	1,0
bis 30	1,2

<sup>1</sup> Als Durchmesser gelten die rechnerisch ermittelten Werte.

(Tabelle aus VDE 0813)

deren Schneidbacken zur Leiterstärke passende Kerben enthalten. In diese Kerben legt man die Adern ein und zieht zukneifend die Isolation ab, so daß sie etwa 2 bis 2,5 mm vor dem Schraub- bzw. Lötanschluß endet. Dabei ist darauf zu achten, daß am Kupferleiter keine Kerben entstehen und daß seine Oberfläche nicht beschädigt wird. Während dieses Vorgangs hält man die Ader mit der linken Hand fest.

Sollen Installationskabel miteinander verbunden oder verzweigt werden, so verwendet man in trockenen Räumen die VVDi zu 2, 6 und 10 DA sowie die Aufputzausführungen der VK, die mit Anschlußeisten zu 20 DA ausgerüstet werden. In feuchten Räumen oder im Freien werden hierfür die VVDa zu 2, 6 und 10 DA benutzt. An den Schraubklemmen sind die blanken Drahtenden unter die Druckplatten oder in die Kerben zu schieben. Falls diese nicht vorhanden sind (bei älteren Ausführungen), werden die Drahtenden im Uhrzeigersinn unter den Schraubenkopf gelegt. Mit den Lötstiften sind die blanken Drahtenden sauber zu verlöten. Dabei ist eine Tropfenbildung durch übermäßige Zinnzugabe zu vermeiden.

### 1.2.1 Verbindungs- und Verteilungsdosen für Innenbau

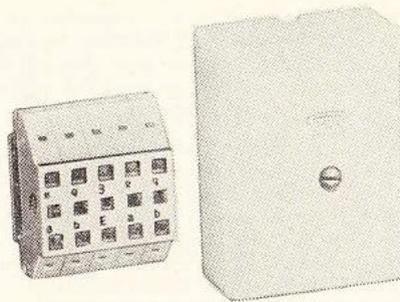
Verbindungs- und Verteilungsdosen für Innenbau (VVDi) werden in verschiedenen Größen für eine Aufnahme von bis zu 2, 6 oder 10 DA hergestellt. Sie dienen zum Verbinden und Verteilen von Endstellenleitungen und zum Abschließen von Außenkabeln.

Die VVDi zu 2 DA (VVDi 2) hat einen Sockel mit 10 Kontaktklemmen zum löt- und schraubfreien Anschließen von 2 × 2 DA und einer Erdungsleitung. Sie wird als Aufputzausführung mit kieselgrauer oder perlweißer Abdeckkappe und als Unterputzausführung mit kieselgrauer oder perlweißer Abdeckplatte geliefert. Während die Aufputzausführung über einen Befestigungssteg aus Kunststoff, in die der Sockel eingeschoben wird, an der Wand befestigt werden kann, ist bei der Unterputzausführung der Sockel mit einem metallenen Tragbügel und zwei Krallen für Spreizbefestigung ausgerüstet. Die VVDi 2 kann daher sowohl in die übliche Unterputzdose als auch in die früher verwendete Abzweigdose 56 IV eingesetzt werden. Das Gehäuse der VVDi besteht aus Kunststoff.

**VVDi 2 AP**

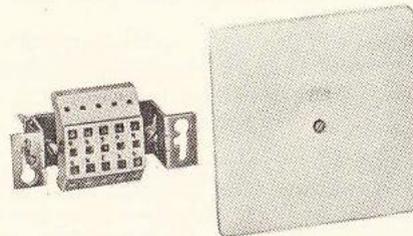
für AP-Montage.  
Für 2 DA + E, schraubfreier  
Anschluß an Federdruck-  
klemmen.

Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
43	× 58	× 28

**VVDi 2 UP**

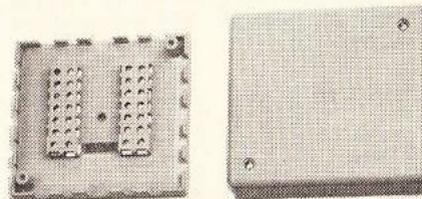
für Montage in UP-Dosen mit  
Schraub- und Spreizkrallen-  
befestigung.  
Für 2 DA + E, schraubfreier  
Anschluß an Federdruck-  
klemmen.

Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
80	× 80	× 36

**VVDi 6 AP**

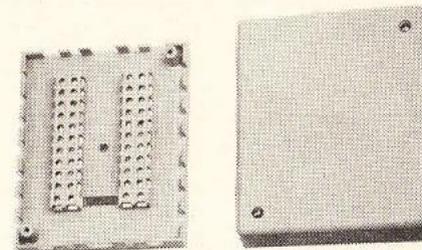
für AP-Montage.  
Schraubklemmen für 6 DA  
und 4 Erdungsklemmen.

Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
105	× 115	× 28

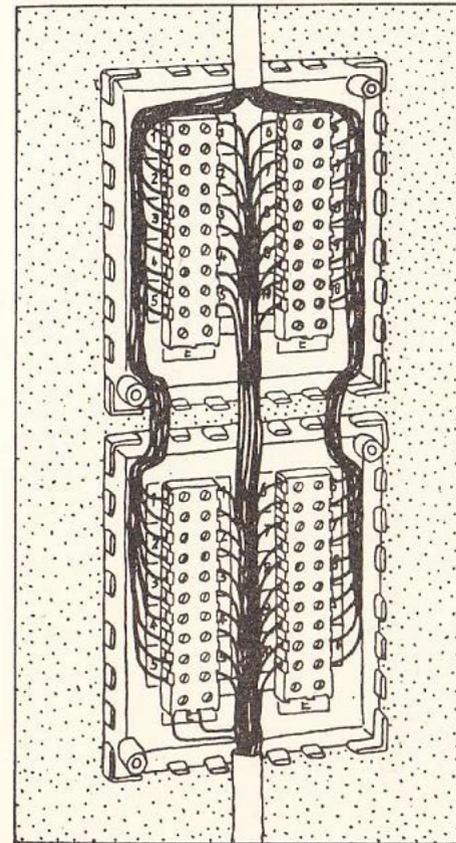
**VVDi 10 AP**

Für AP-Montage.  
Schraubklemmen für 10 DA  
und 4 Erdungsklemmen.

Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
135	× 115	× 28



(Werkfotos der Fa. Quante)



Zwei beschaltete VVDi 10

Die VVDi zu 6 DA und zu 10 DA (VVDi 6 und VVDi 10) haben gleiche Konstruktionsmerkmale und werden nur in Aufputzausführung mit Kieselgrauer oder perlweißer Abdeckkappe (Deckel) hergestellt. Der Deckel hat an allen Seiten Einführungsöffnungen für Installationskabel, die dünnwandig verschlossen sind und je nach Bedarf ausgebrochen werden. An der Innenseite des Deckels ist ein Schriftfeld vorhanden, in das Eintragungen über die Adernverteilung mit Bleistift vorgenommen werden können. Das Gehäuse besteht aus Kunststoff, Kontakte und Erdungseinrichtungen sind aus Messing hergestellt und vernickelt. Die Schrauben bestehen aus Flußstahl und sind verkupfert und vernickelt. Wenn Kabel mit mehr als 10 DA aufgeteilt werden sollen, können zwei Dosen übereinander angeordnet werden.

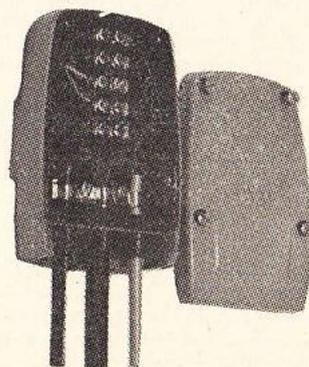
Die VVDi 6 und VVDi 10 haben die Aufteilungsleisten zu 6, 10 und 20 DA ersetzt.

### 1.2.2 Verbindungs- und Verteilungsdosen für Außenbau

Zum Verbinden und Aufteilen der Installationskabel in feuchten Räumen und im Freien werden wetterfeste Verbindungs- und Verteilungsdosen für Außenbau (VVDa) benutzt. Diese VVDa können auch zum Überführen blanker Freileitungen auf Installationskabel verwendet werden. In diesem Fall wird die Verbindung zwischen den Blankdrahtleitungen und den Leitungen der Installationskabel durch wetterfeste Einführungsdrähte hergestellt.

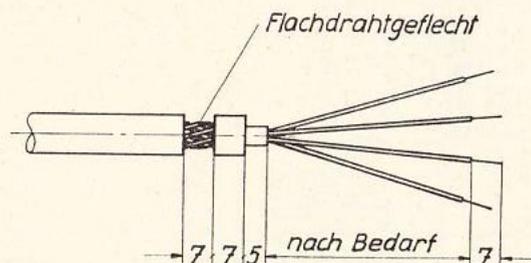
Gehäuseunterteil und Deckel sind aus besonders festem und der Klemmenkörper aus gut isolierendem Kunststoff hergestellt. Nach dem Abnehmen der jeweils mit 4 Schrauben befestigten Deckel sind die Kontaktklemmen sowie die Erdungsschellen zugänglich. In den Erdungsschellen wird das Flachdrahtgeflecht des zugentlasteten Installations-

kabels festgeklemmt. Der Beidraht des Installationskabels mit Zugentlastung aus Glasgarnen wird an die Erdklemme gelegt. Durch besondere Dichtungsmittel soll das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innengehäuse vermieden werden. VVDa werden in verschiedenen Größen für eine Aufnahme bis zu 2,6 oder 10 DA beschafft. Sie lassen sich sowohl an Masten als auch an Wänden befestigen.



VVDa 2

Die Verbindungs- und Verteilungsdose für Außenbau zu 2 DA (VVDa 2) enthält einen Klemmenkörper mit 5 Doppelklemmen (1 Reserveklemme), so daß 2 DA verbunden oder verzweigt werden können. Sie hat 3 Einführungsöffnungen und ist mit 2 Einführungsstopfen (mit Bohrung) und einem Dichtungsstopfen (Vollstopfen) ausgestattet. Im Doseninnenraum liegt ein weiterer Einführungsstopfen, der bei Bedarf gegen den Dichtungsstopfen ausgetauscht werden kann. Der jeweils nicht benötigte Stopfen wird im Doseninnern aufbewahrt, damit er bei einer späteren Neubeschaltung der VVDa zur Verfügung steht. Die Abbildung zeigt eine mit drei Installationskabeln beschaltete VVDa 2.



#### Für den Anschluß in eine VVDa hergerichtetes Installationskabel mit Zugentlastung

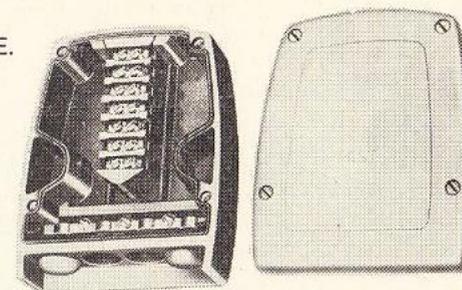
Die Verbindungs- und Verteilungsdose für Außenbau zu 6 DA (VVDa 6) ist ähnlich aufgebaut wie die VVDa 2. Sie enthält jedoch zwei hintereinanderliegende Klemmenkörper, von denen der vordere ohne Lösen der angeschlossenen Adern aus seiner Führung gezogen und nach unten ausgeschwenkt werden kann. Beide Klemmenkörper enthalten eine Reserveklemme. Die VVDa 6 ist im Lieferzustand für eine Verbindungsvorbereitung, d. h., zwei der vier Einführungsöffnungen sind mit Dichtungsstopfen verschlossen. Die Dichtungsstopfen können bei Bedarf durch folgende Einführungsstopfen ersetzt werden:

- Einführungsstopfen Est 6/2 (bis 2 DA),
- Einführungsstopfen Est 6/4 (bis 4 DA) und
- Einführungsstopfen Est 6/6 (bis 6 DA).

#### VVDa 6

Schraubklemmen für 6 DA + E.  
4 Einführungsöffnungen für  
Kabel bis 13,5 mm  $\phi$ .

Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
131	108	60

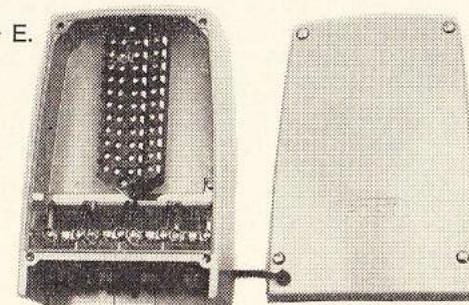


(Werkfoto der Fa. Quante)

#### VVDa 10

Schraubklemmen für 10 DA + E.  
4 Einführungsöffnungen für  
Kabel bis 18 mm  $\phi$  und  
2 Einführungsöffnungen für  
Kabel bis 8 mm  $\phi$ .

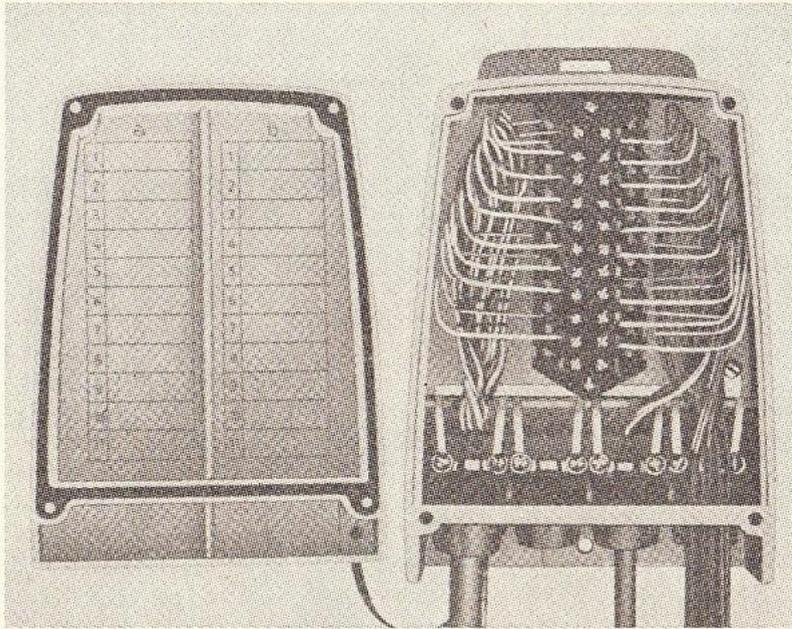
Maße (mm)		
Höhe	Breite	Tiefe
206	135	78



(Werkfoto der Fa. Quante)

Die Verbindungs- und Verteilungsdose für Außenbau zu 10 DA (VVDa 10) hat einen treppenförmigen Klemmenkörper, der am Gehäuseunterteil befestigt und mit 2 Reserveklemmen (11a und 11b) ausgerüstet ist.

Für Installationskabel sind 4 Einführungsöffnungen, für Einführungsdrähte 20 dünnwandig verschlossene Einlässe und für den Erdungsdraht ein besonderer Einlaß vorgesehen. Die Einlässe für die 2YY-Drähte sind bei Bedarf mit einem 3,5-mm-Schraubendreher und der Einlaß für den Erdungsdraht mit einem Nagel oder dgl. aufzustoßen. Zur Ausstattung gehören weiter 4 Einführungs- und 3 Dichtungsstopfen. Die in der Gehäuserückwand angeordneten dünnwandig verschlossenen Kondenswasserabläufe können durch Ausstoßen der Verschlusswände geöffnet werden.



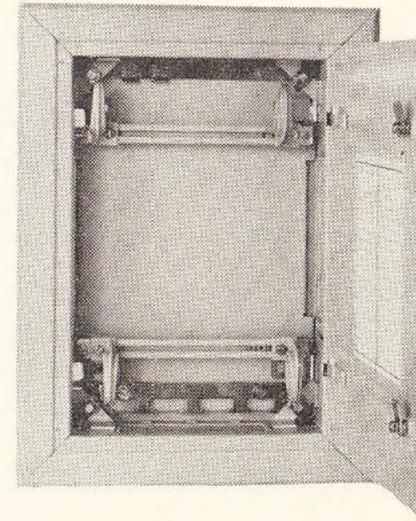
VVda 10 (beschaltet)

Auf der Innenseite des über ein Kunststoffband mit dem Gehäuse verbundenen Deckels befindet sich zur Kennzeichnung der einzelnen Verbindungen ein Beschriftungsfeld. Die z. B. mit Bleistift ausgeführten Beschriftungen können ggf. wieder ausradiert oder feucht abgewischt werden. Obige Abbildung zeigt eine mit Installationskabeln, Einführungsdrähten und einem Erdungsdraht bestückte VVda 10.

### 1.2.3 Verteilerkästen

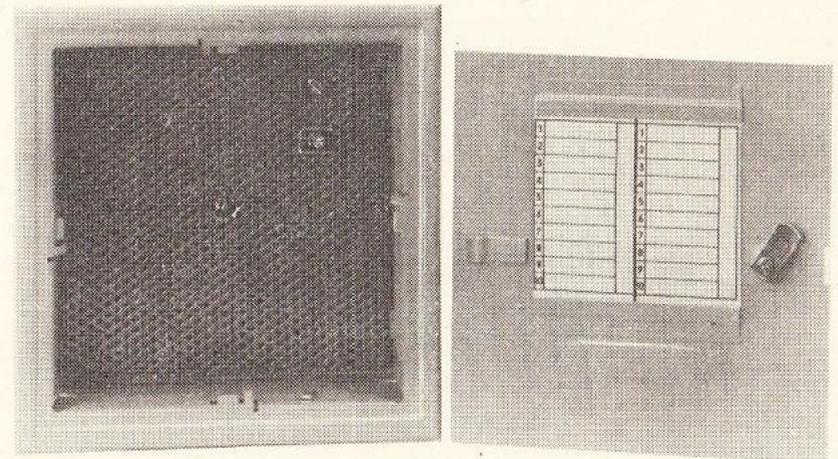
Verteilerkästen können Anschlußeleisten zu 10 oder 20 DA zum Abschließen der ankommenden und abgehenden Adern aufnehmen.

Heute werden kombinierbare Auf- und Unterputzverteilerkästen (VK) in den Größen 1, 2, 4, 8 und 12 verwendet. Sie sind mit Erdanschlußklemmen ausgerüstet. Der **Aufputzverteilerkasten (VKA)** besteht aus einer Bodenplatte, die sämtliche Einbauteile enthält (Profilschienen, Distanzbolzen mit -röhrchen und Führungsringe), und einer Haube. Der **Unterputzverteilerkasten (VKU)** besteht aus dem Aufputzverteilerkasten und einem Putzausgleichrahmen mit Tür.



VKU 2/40 (Einbaumöglichkeit: max. 2 Anschlußeleisten)

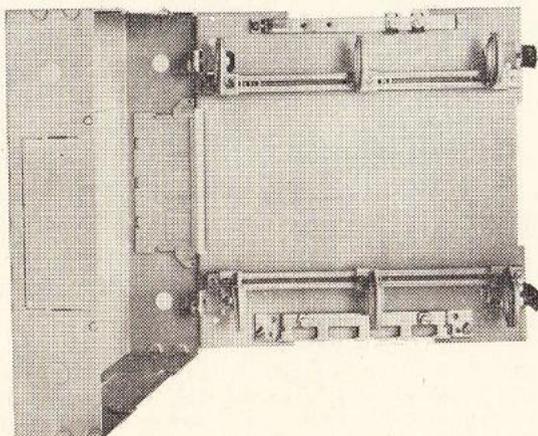
Der Verteilerkasten Größe 1 wird nur in Unterputzausführung als VKU 1 beschafft. Er kann eine Anschlußeiste zu 10 DA oder einen EVzi zu 10 DA aufnehmen und dient auch als Durchzugskasten. Die Anschlußeiste bzw. der EVzi wird auf einer mit dem Boden der VKU 1 verbundenen Lochplatte mittels Schrauben und Befestigungswinkel angebracht. Die Größen 2, 4, 8 und 12 der Verteilerkästen haben gleiche Konstruktionsmerkmale und können als VKA und als VKU verwendet werden. Die Zahlen in den Kurzbezeichnungen 2, 4, 8 und 12 geben die Anzahl der aufzunehmenden Anschlußeleisten zu 20 DA an.



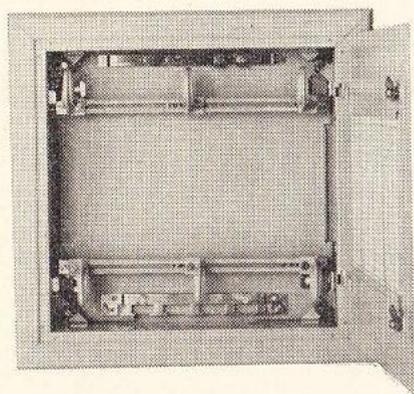
VKU 1

Bei den VKA wird die Bodenplatte als Wandbefestigungsplatte verwendet. Sie hat an der linken und rechten Seite je zwei Rastnocken, die in entsprechende Öffnungen der Haube eingreifen, wenn der VKA geschlossen wird.

Bei den VKU wird die Aufputz-Haube als Unterputzkasten in die Wandaussparung eingelassen und eingeputzt. Anschließend setzt man die Bodenplatte mit den Profilschienen als zweiten Boden ein, wobei die seitlichen Nocken der Bodenplatte in die entsprechenden Öffnungen des Kastens einrasten. Die Befestigung des Putzausgleichsrahmens im VKU – oder bei zu tief eingeputztem Unterputz-Kasten im Putz – erfolgt durch breite stabile Krallen. Die Stecktür des VKU wird durch zwei Vorreiber zugehalten, die durch Schraubendreher oder Geldstücke betätigt werden können.



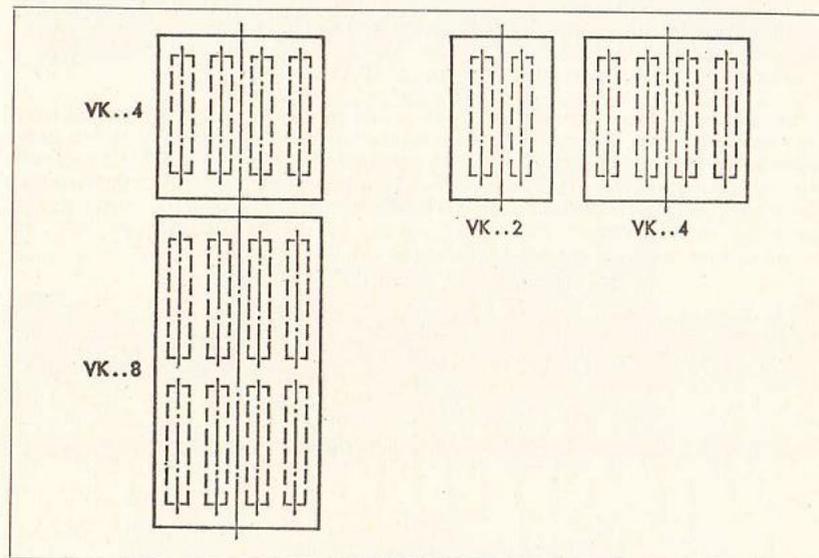
VKA 4



(Werkfoto der Fa. Quante)

Unterputzverteilerkasten Größe 4 (VKU 4)

Für die Kabeleinführung sind in der Aufputz-Haube (= Unterputz-Kasten) an allen Seiten vorgeprägte Kunststoffeinsätze vorhanden, die nach Bedarf auszuschneiden sind. Auf der Innenseite der Aufputz-Haube bzw. des Unterputz-Deckels befinden sich Vorrichtungen für Beschriftungsschilder.



Zusammenstellung verschiedener Kastengrößen

Die Abmessungen der VK sowie die Maße für die gegebenenfalls erforderlichen Mauerausbrüche sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Größe des VK	Außenmaße (mm)						Mauerausbruch (mm)		
	VKA			VKU			Breite	Höhe	Tiefe
	Breite	Höhe	Tiefe	Breite	Höhe	Tiefe			
1	—	—	—	182	182	60	200	200	65
2	202	302	70	272	372	70	250	350	65
4	302	302	70	372	372	70	350	350	65
8	302	502	70	372	572	70	350	550	65
12	502	502	70	572	572	70	550	550	65

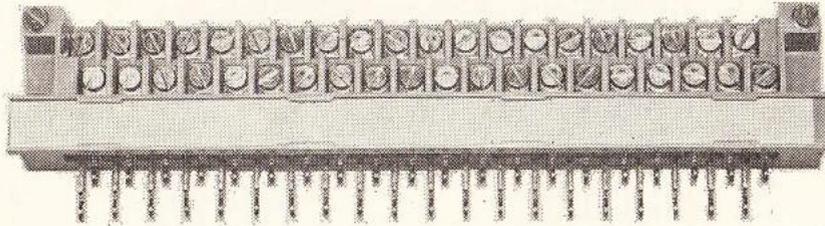
Die Abmessungen der VK sowie die Aussparungen in den Hauben und Up-Kästen sind so gewählt, daß VK 2, 4, 8 und 12 im Bedarfsfall zu größeren Einheiten zusammengestellt werden können.

### 1.2.4 Anschlußleisten

Für den Einbau in Verteilerkästen und in Wandverteilergestelle werden von der DBP folgende Anschlußleisten (AsLe) beschafft:

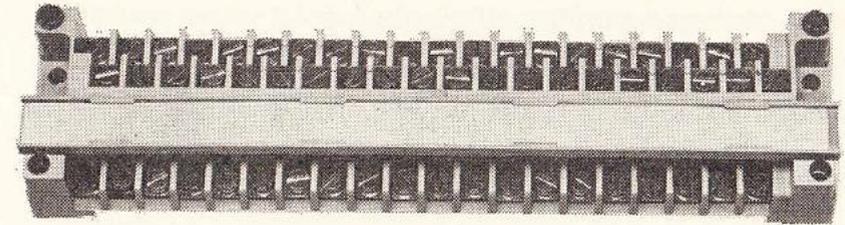
- Anschlußleisten Schraub-Löt zu 20 DA,
- Anschlußleisten Schraub-Schraub zu 20 DA und
- Anschlußleisten Schraub-Schraub zu 10 DA.

Die 106 mm lange Anschlußleiste zu 10 DA ist vor allem für den VKU 1 vorgesehen. Zum Anschließen von Erdungsleitungen können auf die Anschlußleisten besondere **Erdungsschienen** aufgesetzt werden. Zur Erleichterung der Montage und zur übersichtlichen Anordnung der Leitungen kann man an Anschlußleisten zu 20 DA **Drahtführungskämme** anbringen. Auf der Kabelseite (ankommend) der Anschlußleiste ist die ebene Ausführung der Drahtführungskämme und auf der Schaltseite (weiterführend) die abgewinkelte Ausführung einzusetzen.

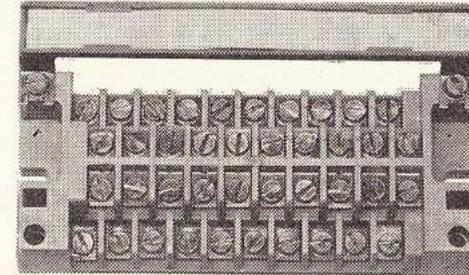


20 DA Schraub-Löt-Anschluß

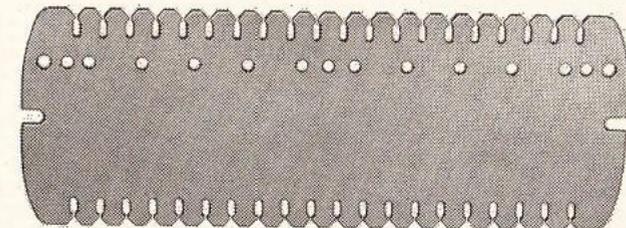
(Werkfoto der Fa. Quante)



20 DA Schraub-Schraub-Anschluß

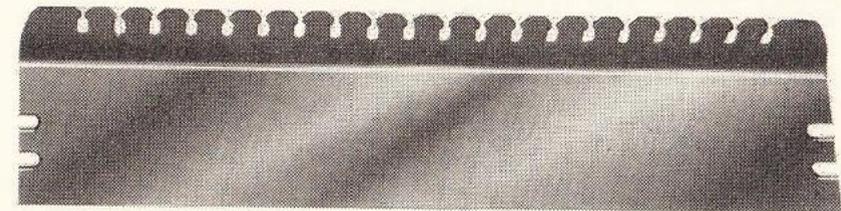


10 DA Schraub-Schraub-Anschluß



Drahtführungskamm beidseitig offen, für Anschlußleisten Form B

Werkstoff: Kunststoff PVC, grau



Drahtführungskamm einseitig offen, 90° abgewinkelt, für Anschlußleisten Form B

Werkstoff: Kunststoff PVC, grau

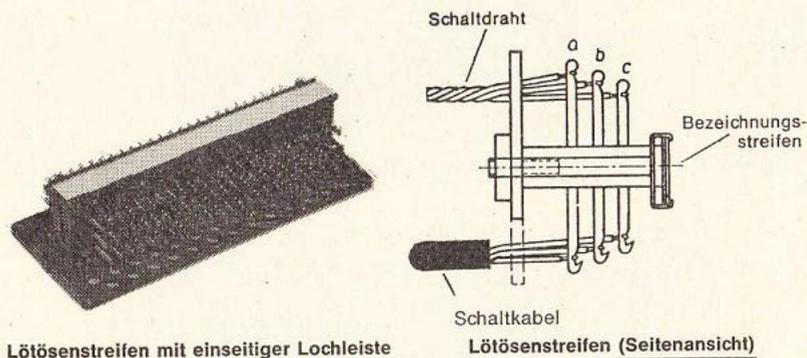
(Werkfotos der Fa. Quante)

## 1.3 Anlegen von Schaltkabeln

### 1.3.1 Anlegen an Lötösenstreifen

**Lötösenstreifen** sind die einfachsten Kabelabschlußbauteile. Sie bestehen aus doppelseitig belegbaren **Lötösen**, die durch einen Isoliersteg getrennt die Kabel- und die Rangierseite bilden. An die Lötösenstreifen werden z. B. Schaltkabel (S-Y[St]Y) oder Rangierdrähte angelegt.

Die Anzahl der Lötflächenreihen je Streifen ist unterschiedlich. Es gibt Lötösenstreifen mit 2, 3, 4, 5, 6 oder 8 Lötflächen je Reihe, die entsprechend der Adernbezeichnung von der Rückwand aus gesehen mit a, b, c, d usw. bezeichnet werden. Die Lötösenstreifen werden in senkrechter oder waagerechter Anordnung an die entsprechenden Verteilergestelle geschraubt. Vor den Lötflächenreihen ist auf der Frontseite des Lötösenstreifens ein Bezeichnungstreifen in eine Halteschiene geschoben. Man unterscheidet Lötösenstreifen mit ein- und doppelseitiger Lochleiste zur Führung von Schaltdrähten.



Lötösenstreifen mit einseitiger Lochleiste

Lötösenstreifen (Seitenansicht)

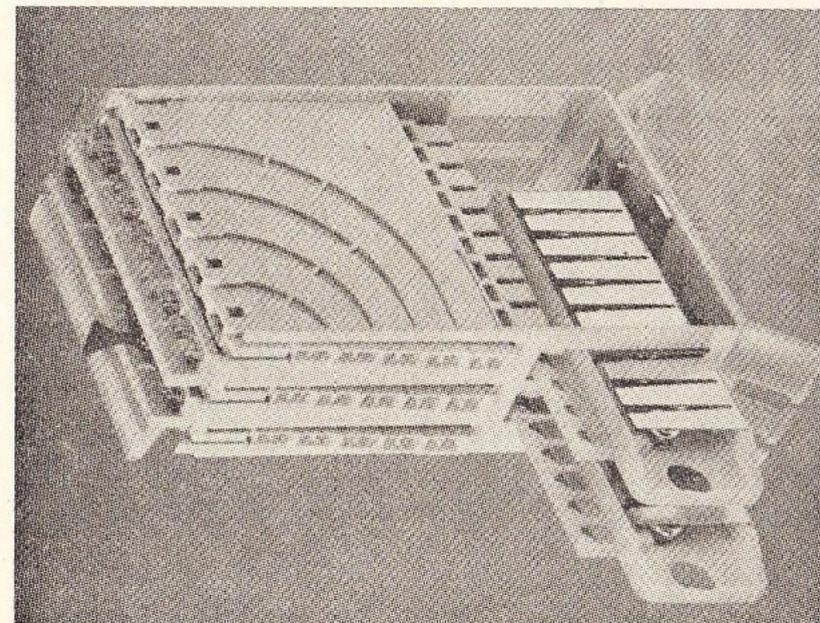
### 1.3.2 Anlegen an Anschalteinheiten des HVt 71

In Anlehnung an die Entwicklung eines elektronischen Ortsvermittlungssystems wurde ein neuer Hauptverteiler, der **Hauptverteiler 71**, entwickelt. Hauptmerkmale des Hauptverteilers 71 sind die neuen **Anschalteinheiten** (Trennleisten und Schaltstreifen 71) mit ihrer neuartigen Konstruktion und der vergrößerten Aufnahmefähigkeit. **Trennleisten 71** und **Schaltstreifen 71** haben die gleichen Aufgaben zu erfüllen wie die Trennleisten und Schaltstreifen der Baureihe 55. Da die derzeitigen elektromechanischen Vermittlungssysteme und das elektronisch gesteuerte Ortswählsystem (EWSO) in einer Übergangszeit nebeneinander betrieben werden, erfüllen die Anschalteinheiten der Baureihe 71 alle Anforderungen beider Systeme. So können die **Anschalteinheiten 71** sowohl in Vermittlungsstellen mit **EMD-Wählsystemen** als auch in Vermittlungsstellen mit **elektronischen Wählsystemen** eingesetzt werden. Typische Merkmale der Trennleisten und Schaltstreifen 71 sind ihre

hohe Adernaufnahmefähigkeit und ihr **baukastenförmiger Aufbau**. Sie bestehen aus

- kastenförmigen **Grundelementen**,
- **Drahtführungseinsätzen** und
- **Kontakteinsätzen**.

### 1.3.2.1 Verwendung, Aufbau und Spezialwerkzeug



(Werkbild der Firma Siemens AG)

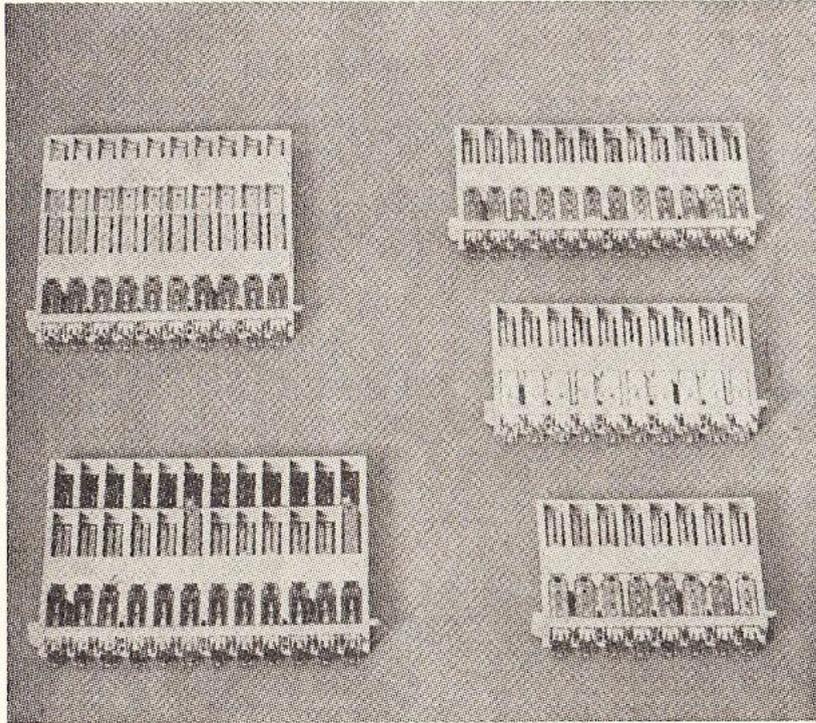
#### Blick auf den Drahtführungseinsatz einer Trennleiste

Die **Grundelemente** der Trennleisten 71 und der Schaltstreifen 71 sind kastenförmige Blechkonstruktionen, die die jeweiligen Anschlußelemente in Form von Drahtführungseinsätzen und Kontakteinsätzen aufnehmen.

Die **Drahtführungseinsätze** haben viertelkreisförmige Drahtführungskanäle, die gegenläufig in zwei Ebenen angeordnet sind. Die Drähte werden von beiden Seiten eingeführt und durch die Führungskanäle zur Vorderseite der jeweiligen Anschalteinheit geführt, wo sie an den Doppelklemmen der Kontakteinsätze angeschlossen werden. Für jeden Adernsatz (Trennleiste zweiadrige, Schaltstreifen dreiadrige Leitungsführung) stehen in den Drahtführungseinsätzen zwei voneinander getrennte Drahtführungskanäle zur Verfügung. Dadurch können zusätzliche Drähte ohne Behinderung durch die bereits vorhandenen Drähte eingeführt werden. Auf der Abbildung ist eine Seite eines Drahtführungseinsatzes einer Trennleiste zu erkennen.

Die **Kontakteinsätze** enthalten alle Teile zum Anschließen der Drähte und zum Einstecken der Prüf-, Trenn- und Schaltstecker. Je nach der Art der Anschalteinheit – ob Trennleiste oder Schaltstreifen – gibt es unterschiedliche Ausführungen der Kontakteinsätze:

- **Kontakteinsatz mit Trennelementen** (für Trennleisten und Schaltstreifen 71) und
- **Kontakteinsatz mit Schallelementen** (nur für Schaltstreifen 71).



(Werkbild der Firma Siemens AG)

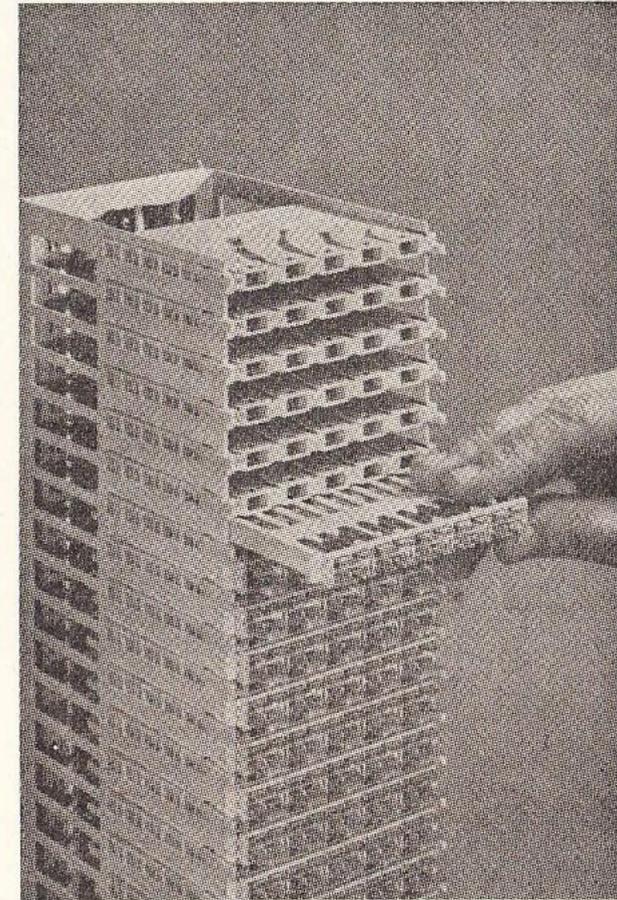
#### Kontakteinsätze für Anschalteinheiten der Baureihe 71

Drahtführungssätze und Kontaktsätze werden in abwechselnder Folge in das Grundelement gesteckt und können bei Bedarf ausgetauscht werden (z. B. im Störfall).

Als **Drahtanschlußtechnik** an den Trennleisten und Schaltstreifen 71 wird die sogenannte **LSAI-Technik** eingesetzt (lötfrei, schraubfrei, abisolierfrei für Innenräume). Diese „**Drahtklemmtechnik**“ entspricht in ihren Grundzügen der LSA-Technik.

Die Besonderheiten im konstruktiven Aufbau der Anschalteinheiten 71 führten zur Entwicklung von **Spezialwerkzeugen** für das Arbeiten an den Trennleisten und Schaltstreifen 71:

- **Anlegewerkzeug** zum Abisolieren, Anlegen und Abschneiden der Drähte,
- **Ziehzange** zum Lösen der Drahtverbindungen an den Doppelklemmen der Kontakteinsätze,
- **Entriegelungswerkzeug** zur Herausnahme von Kontakteinsätzen aus einer Anschalteinheit.



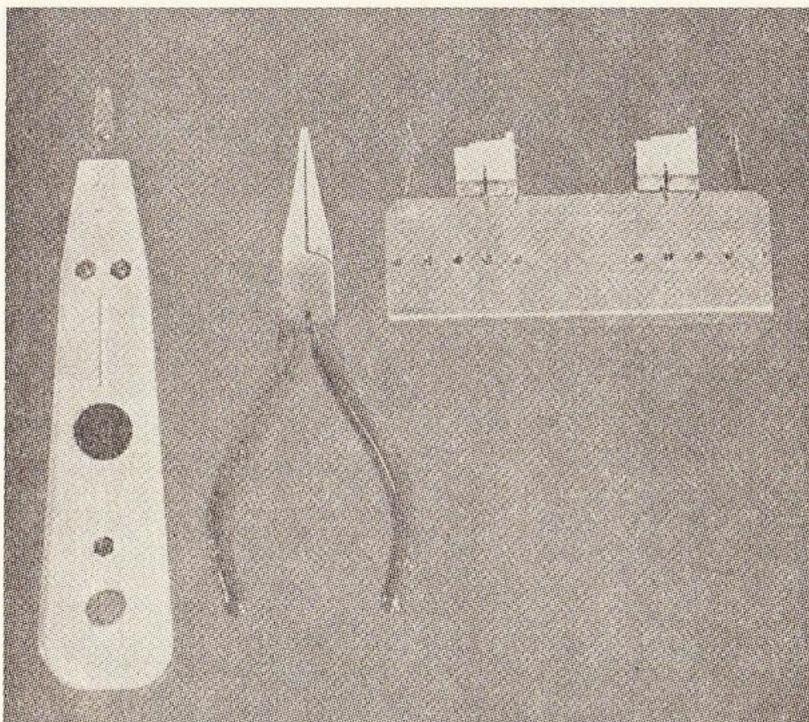
(Werkbild der Firma Siemens AG)

#### Einsetzen eines Kontakteinsatzes in die Trennleiste 71

### 1.3.2.2 Trennleisten 71

Die Trennleiste 71 ist die **Regel-Anschalteinheit** für die **senkrechte Seite** des **Hauptverteilers 71**. Entsprechend dem bereits erläuterten **Baukastensystem** besteht die **Trennleiste 71** aus folgenden Teilen:

- **Grundelement,**
- **Drahtführungseinsätze** und
- **Kontakteinsätze mit Trennelementen.**



a) Anlegewerkzeug

b) Ziehzange

c) Entriegelungswerkzeug

(Werkbild der Firma Siemens AG)

#### Werkzeug für Anschalteinheiten 71

Wie die Trennleiste 55, so ermöglicht auch die Trennleiste 71 das **Auftrennen der Leitungen** (Außen- und Innenleitung) und im Bedarfsfall das **Anbringen von Spannungssicherungen** (ÜsAg, Bauform H). Die ÜsAg werden dabei jeweils in Magazinen (10 Sicherungen) für die Absicherung von 5 Doppeladern seitlich auf die Trennleiste aufgesteckt. Dadurch werden die Kontakteinsätze an der Vorderseite der Trennleiste

freigehalten und der Sicherungsschutz bleibt bei Prüfarbeiten bzw. bei Betätigung der Trennkontakte erhalten.

#### Zubehör zur Trennleiste 71:

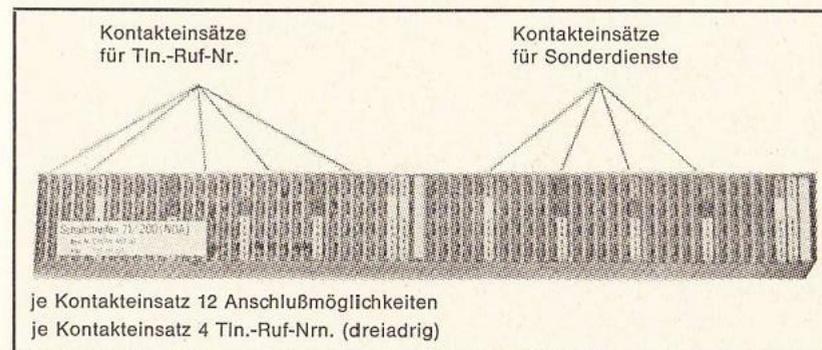
- **Trennstecker** (braun),
- **Markierstecker** (rot), soll ein unbeabsichtigtes Auftrennen der Leitungen verhindern,
- **Sicherungsmagazine.**

#### Ausführungen der Trennleiste 71:

- **Trennleiste 71/100**, Aufnahmevermögen 100 DA,
- **Trennleiste 71/10**, Aufnahmevermögen 10 DA.

### 1.3.2.3 Schaltstreifen 71

Der Schaltstreifen 71/200 ist die **Regel-Anschalteinheit** für die **waagrechte Seite** des **Hauptverteilers 71**.



(Werkbild der Firma Siemens AG)

#### Schaltstreifen 71

Der Schaltstreifen 71/200 ist aus folgenden Teilen zusammengesetzt:

- **Grundelement,**
- **Drahtführungseinsätze,**
- **50 Kontakteinsätze mit Trennelementen** (Regeltyp) und
- **13 Kontakteinsätze mit Schaltelementen** (Regeltyp).

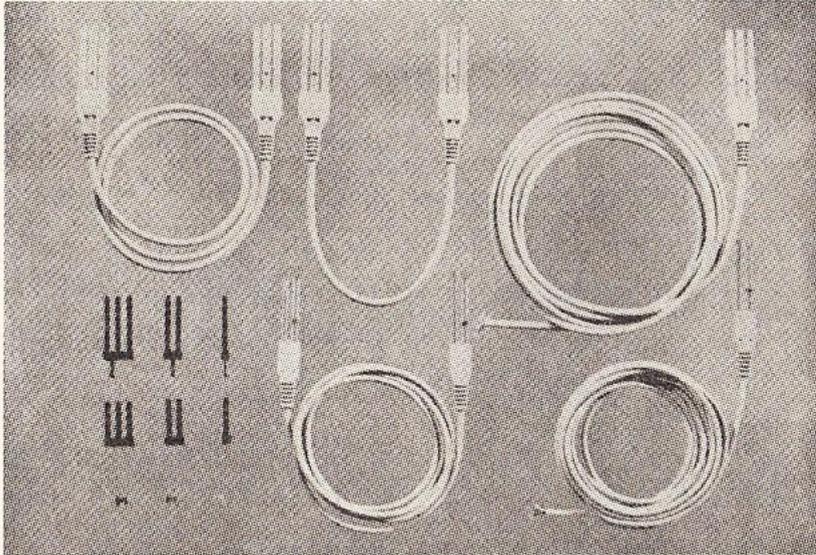
Nach jeweils fünf Kontakteinsätzen mit Trennelementen folgt ein Kontakteinsatz mit Schaltelementen. Den Abschluß des Schaltstreifens bilden drei Kontakteinsätze mit Schaltelementen.

Jeder der 50 **Kontakteinsätze mit Trennelementen** nimmt auf seinen 12 Plätzen 4 dreidrigige Leitungssätze (a-, b-, c-Leitung) auf. Dadurch ergibt sich das Fassungsvermögen von  $50 \times 4 = 200$  Leitungssätzen für den Schaltstreifen 71/200.

Die 13 **Kontakteinsätze mit Schaltelementen** sind für **Sonderdienstschaltungen** vorgesehen. Da jeder dieser 13 Kontakteinsätze 4 dreidrigige Schaltmöglichkeiten zuläßt, sind 52 Verbindungsleitungen zu den Sonderdiensten möglich. Im Bedarfsfall wird dann die **Verbindung** zwischen der **Teilnehmerrufnummer** (Kontakteinsatz mit Trennelement) und dem **Sonderdienst** (Kontakteinsatz mit Schaltelement) durch eine Verbindungsschnur hergestellt.

#### Zubehör zum Schaltstreifen 71:

- **Trennstecker** (braun),
- **Markierstecker** (rot), soll ein unbeabsichtigtes Auftrennen der Leitungen verhindern,
- **Stecker und Schnüre** für Prüf- und Sonderdienstschaltungen.



(Werkbild der Firma Siemens AG)

Schnüre und Stecker zum Schaltstreifen 71

Neben den hier beschriebenen Trennleisten 71 und Schaltstreifen 71 sind im Zusammenhang mit dem Hauptverteiler 71 und den daran auszuführenden Schalt-, Prüf- und Verbindungsarbeiten noch eine Reihe anderer Anschaltelemente entwickelt worden:

- **Prüfleiße 71,**
- **Schaltfeldstreifen 71,**
- **Anschaltstreifen 71,**
- **Anschlußstreifen 71.**

Der grundsätzliche Aufbau dieser Anschalteinheiten entspricht dem der Trennleiße und des Schaltstreifens 71.

Alle in dem vorstehenden Abschnitt 1.3 enthaltenen Erläuterungen über das Arbeiten an Schaltkabeln und den zugehörigen Abschlußgeräten gelten sinngemäß auch für alle Arbeiten mit Installations- und Rangierdrähten an den gleichen Geräten.

## Zur Lernerfolgssicherung

- Woraus besteht das Leitungsmaterial von Fernmeldeleitungen?
- Aus welchen Gründen werden Kabeladern miteinander verseilt?
- Wo werden Installationsleitungen verwendet?
- Nennen Sie die Farbreihenfolge von Installationskabeln!
- Wozu werden Schaltkabel verwendet?
- Nennen Sie die Farbreihenfolge von Schaltkabeln!
- Wie ist der 17. Dreier in einem Schaltkabel S-YY 25×3×0,6 gekennzeichnet?
- In welchen Fällen werden VVDi und in welchen VVDa verwendet?
- Wie kann man I-Kabel mit mehr als 10 DA miteinander verbinden?
- Welche Größen von VVDa finden in der Linientechnik Verwendung?
- Womit läßt sich ein VKU 1 bestücken?
- Welche Größen von Verteilerkästen werden verwendet?
- Wie läßt sich ein VKA als VKU einsetzen?
- Welche Anschlußleisten (AsLe) werden von der DBP beschafft?
- Nennen Sie die drei wichtigsten Verteiler in Vermittlungsstellen!
- In welchen Fällen werden Verteiler eingebaut?
- Was besagen die Begriffe HVt waagrecht und senkrecht?
- Wo liegt jeweils die Kabelseite bei waagrecht und senkrecht angebrachten Schalt- oder Lötösenstreifen?
- Welches sind die besonderen Merkmale der Anschalteinheiten 71?
- Nennen Sie die Spezialwerkzeuge für Arbeiten am HVt 71!

## 2 Elektrische Messungen und Prüfungen

Messen ist ein Vergleichen. Bei jeder Messung wird der durch die Messungen festgestellte Wert einer physikalischen Größe mit einer bekannten, international festgelegten Einheit verglichen. Die bei Messungen in der Fernmeldetechnik vorkommenden Meßgrößen sind außerordentlich vielfältig. Am meisten werden die elektrischen Größen Spannung, Strom und Widerstand gemessen; es kommen aber auch häufig Leistungs-, Pegel-, Dämpfungs- und Frequenzmessungen vor. Bei allen Messungen kann der Größenbereich, das ist der Bereich, der zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert der zu messenden Größe liegt, sehr ausgedehnt sein. Die Ausdehnung des Größenbereichs eines Meßinstruments wird durch den Meßbereich berücksichtigt.

### 2.1 Anwenden von Durchgangs- und Leitungsprüfern

Fabrikationsmängel, Fehler bei der Kabelauslegung und Beschädigungen in Betrieb befindlicher Fernmeldekabel verursachen Störungen des Fernmeldebetriebs. Die häufigsten Kabelfehler sind

- Unterbrechung,
- Berührung,
- Vertauschung und
- Erdschluß von Kabeladern.

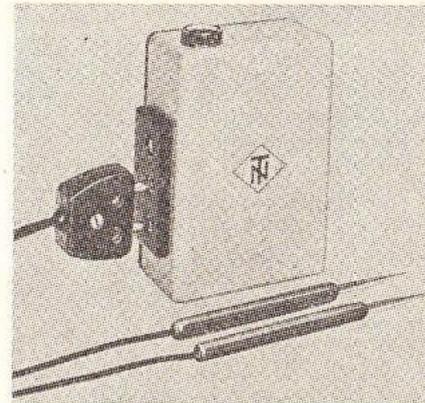
Diese Fehler werden mit Durchgangs- und Leitungsprüfern festgestellt und eingegrenzt, damit sie wieder behoben werden können. Hierzu verwendet man verschiedene Durchgangs- und Leitungsprüfer mit Hör- und Sichtmeldern. Die am häufigsten verwendeten Durchgangs- und Leitungsprüfer sind

- der **Prüfsummer mit Schauzeichen** und
- das **Kabeladerprüfgerät 72**.

#### Prüfsummer mit Schauzeichen

Der Prüfsummer mit Schauzeichen wird hauptsächlich zur Feststellung von Adernvertauschungen bei Innenkabeln und Verdrahtungen benutzt.

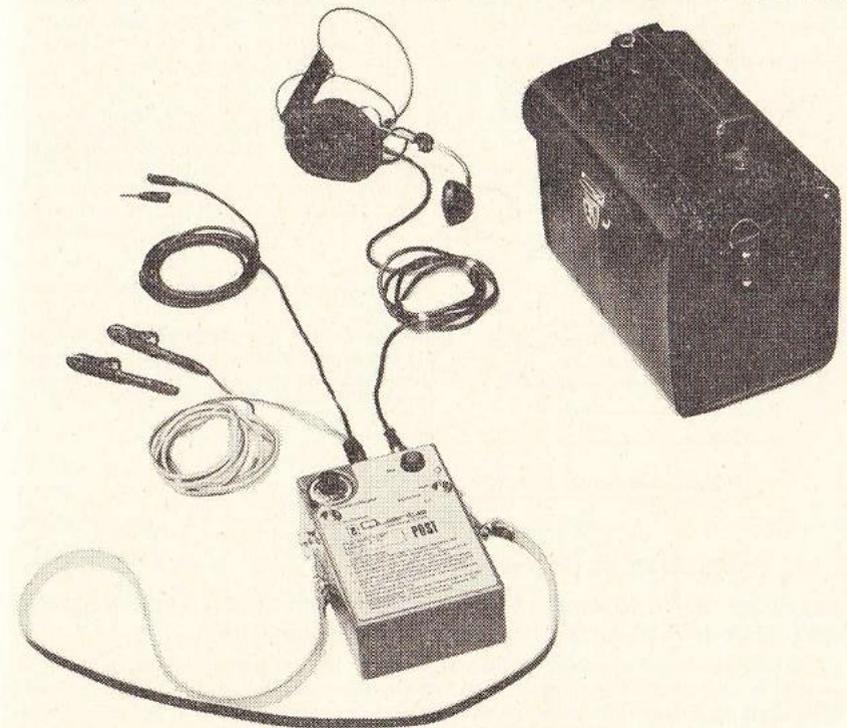
Mit den Prüfspitzen werden nacheinander an beiden Enden des Kabels jeweils die gleichen Adern verbunden. Bei richtiger Schaltung der Kabeladern erzeugt der Summer nach dem Selbstunterbrecherprinzip einen Prüftön. Sollten die Adern vertauscht sein, spricht der Summer nicht an. Die dritte Buchse am Gerät kann zur Umschaltung auf ein Schauzeichen verwendet werden.



Prüfsummer mit Schauzeichen

#### Kabeladerprüfgerät 72

Mit dem Kabeladerprüfgerät 72 können unbeschaltete und beschaltete Kabeladern geprüft werden. Während des Prüfvorgangs ermöglicht das Prüfgerät 72 eine Sprechverbindung zwischen den beiden Prüfenden.

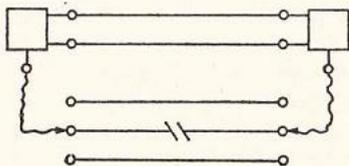


KAPG 72

### 2.1.1 Prüfen auf Durchgang und richtige Reihenfolge

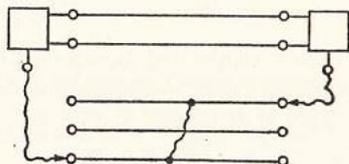
An beiden Enden des zu untersuchenden Kabelabschnitts werden die **roten Prüfadern** in einer verabredeten Zählweise nacheinander an die Adern angelegt. Die Summer ertönen, wenn die Ader ordnungsgemäß durchverbunden ist. Erst jetzt darf die nächste Ader geprüft werden. Bei fehlerhaften Adern ergeben sich folgende Abweichungen:

#### a) Prüfen der Adern auf Unterbrechung



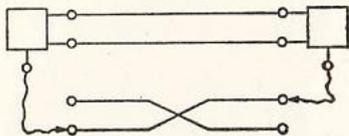
Die Summer sprechen nicht an.

#### b) Prüfen der Adern auf Berührung



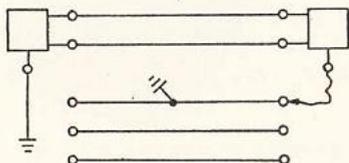
Der Summer spricht nicht nur beim Berühren derselben, sondern auch beim Berühren anderer Adern an.

#### c) Prüfen der Adern auf Vertauschung



Bei Vertauschung spricht der Summer erst dann an, wenn die durchgehende Ader gefunden ist.

#### d) Prüfen der Adern auf Erdschluß



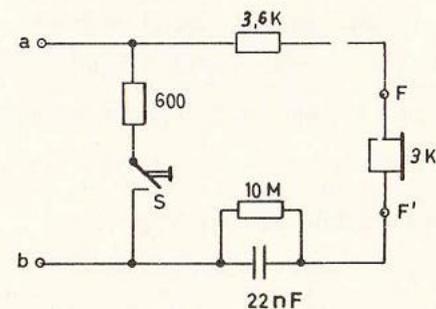
Erdschluß liegt vor, wenn beim Berühren mit nur einer Prüfspitze – die Prüfadern der Gegenseite ist geerdet – der Summer anspricht.

Prüfschaltungen für KAPG 72

### 2.1.2 Prüfgerät Nr. 1a (Prüfkopfhörer)

Das Prüfgerät Nr. 1a wird in VSt und NStAnI zum Prüfen, Fehlereingrenzen und Verfolgen von Signalen auf Leitungen verwendet.

Der Scheinwiderstand des Geräts ist umschaltbar, er hat bei geschlossenem Schalter S für Gleich- und Wechselstrom einen Wert von 600 Ohm. Bei geöffnetem Schalter ist der Widerstand für Gleichstrom etwa 10 MOhm und im Frequenzbereich von 300 bis 4000 Hz  $> 10$  kOhm.



Schaltung des Prüfgeräts Nr. 1a

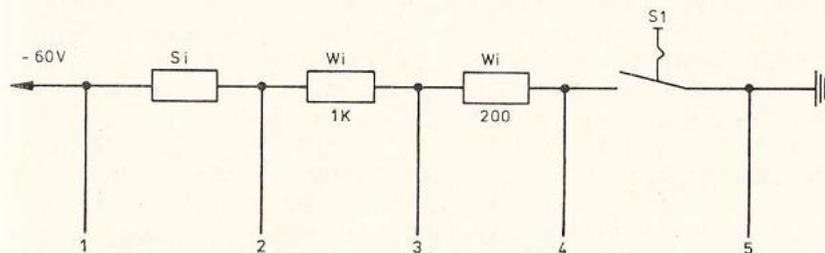
Sämtliche Bauelemente sind auf einer Leiterplatte aufgesetzt. Ferner befinden sich dort zwei Schraubklemmen a-b bzw. zwei Lötösen F-F' zum Anschluß der Schnur bzw. des Hörsystems. Eine drehbare Rändelscheibe an der Rückseite des Geräts betätigt den Schalter S. Sie hat eine als Fenster ausgebildete Aussparung, in der entsprechend der Schalterstellung ein rotes mit 600 Ohm oder ein grünes mit 10 kOhm bezeichnetes Feld erscheint.

Das Gerät verträgt eine Dauerbelastung von max. 2 Watt. Dieser Wert wird bei Schaltstellung „10 kOhm“ im gesamten Anwendungsbereich des Prüfgeräts bei weitem nicht erreicht. Soll das Gerät in der Schaltstellung „600 Ohm“ unbegrenzt lange Zeit an die Spannung  $< 60$  V angelegt werden, darf der Strom nicht größer als 57 mA sein (bei 60 V: 500 Ohm vorschalten, bei 34 V: kein Widerstand notwendig). Ist der Strom größer als 57 mA, muß die Anschaltung zeitlich begrenzt werden. Mit 220 V kann das Gerät etwa 2 sec lang verbunden werden. Danach ist eine Auskühlungszeit von mindestens 3 min erforderlich.

Die Schaltstellung „10 kOhm“ (grün) dient zur Potentialprüfung (Knackprüfung) in hoch- und niederohmigen Gleichstromkreisen sowie zur Leitungsverfolgung durch Abhören eines Tonsignals; die Schaltstellung „600 Ohm“ (rot) wird bei Funktionsprüfungen in Relaisstromkreisen verwendet.

### 2.1.3 Potentialprüfung mit PrGt Nr. 1a

Mit dem PrGt Nr. 1a lassen sich bei der Anschaltung an Stromwege Potentialunterschiede in Form von Knackgeräuschen hörbar machen (Anschaltpunkte vgl. Abbildung).



Beispiele für das Anschalten zur Potentialprüfung

**Anschaltung einer Prüfschnur an Minus; S1 geöffnet:**

- 60 V gegen P5 = Knackgeräusch (Potentialunterschied 60 V)
- 60 V gegen P4 bis 1 = kein Knacken (durch geöffneten S1 kein Pluspotential)

**Anschaltung einer Prüfschnur an Plus; S1 geöffnet:**

- Plus gegen P1 bis 4 = Knacken (Potentialunterschied 60 V)
- Plus gegen P5 = kein Knacken (kein Potentialunterschied)

**Prüfen bei geschlossenem S1:**

- 60 V gegen P5 und 4 = Knacken (Potentialunterschied 60 V)
- 60 V gegen P3 = Knacken (Potentialunterschied 50 V)
- 60 V gegen P2 und 1 = kein Knacken (kein Potentialunterschied)
- Plus gegen P1 und 2 = Knacken (60 V)
- Plus gegen P3 = Knacken, leiser (20 V)
- Plus gegen P4 und 5 = kein Knacken (0 V)

Eine Abweichung von diesen Prüfergebnissen kann nur durch einen Fehler (z. B. Unterbrechung oder Berührung) hervorgerufen werden. Vor jeder Prüfung mit PrGt 1a muß eine kurze Funktionskontrolle mit Gegenpotential durchgeführt werden.

**2.2 Behandeln und Bedienen von Meßinstrumenten****2.2.1 Vorschriften für das Arbeiten mit Meßinstrumenten**

Bei der Auswahl des zu verwendenden Meßinstruments ist darauf zu achten, daß es für die bei der Messung benutzten Stromart geeignet und daß der Meßbereich ausreichend ausgedehnt ist. Man unterscheidet deshalb Meßinstrumente für Gleichstrom, Wechselstrom, tonfrequenten und hochfrequenten Wechselstrom mit verschiedenen großen Meßbereichen. In der Fernmeldetechnik werden überwiegend **Vielfachinstrumente** verwendet, mit denen verschiedene elektrische Größen von unterschiedlicher Meßbereichsausdehnung gemessen werden können. Die Einstellung des Meßwerks auf die zu messende Größe und den erforderlichen Meßbereich wird mit einem Meßbereichsumschalter vorgenommen.

**Jedes Meßinstrument muß pfleglich behandelt und nach seiner Gebrauchsanwendung richtig verwendet und behandelt werden.** Deshalb sind beim Umgang mit Vielfachinstrumenten folgende Bedienungsanleitungen unbedingt zu beachten:

1. Bevor Sie ein Meßinstrument verwenden, prüfen Sie, ob es **betriebsbereit** ist (Batterie des Meßinstruments prüfen und ggf. auswechseln!).
2. Benutzen Sie für jede Messung nur das **richtige Meßinstrument**: Gleichstrommessungen sind nur mit Gleichstrommeßinstrumenten und Wechselstrommessungen nur mit Wechselstrommeßinstrumenten durchzuführen; bei Wechselstrommessungen ist darauf zu achten, daß das Meßinstrument für die Frequenz der zu messenden Größe geeignet ist.
3. Der bei der Messung zu erwartende Meßwert muß stets **kleiner sein als der größte Wert des Meßbereichs** des verwendeten Meßinstruments.
4. Schalten Sie die Meßinstrumente grundsätzlich nur in **stromlosem Zustand** in oder an den Stromkreis. Nur in Ausnahmefällen kann es für Prüfzwecke erforderlich sein, daß ein Meßinstrument an spannungsführende Teile geschaltet werden muß. Bei Spannungswerten von über 65 V sind dabei die **Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen** zu beachten.  
  
Ist die Anschaltung eines Meßinstruments an spannungsführende Teile zu Prüfzwecken unumgänglich, dann ist diese Messung so **kurzzeitig** wie möglich durchzuführen. Nach der Messung ist der Meßstromkreis sofort wieder spannungsfrei zu schalten und der Meßbereichsumschalter auf den höchsten Spannungsmeßbereich einzustellen.
5. Schalten Sie einen Meßstromkreis, der in stromlosem Zustand aufgebaut worden ist, erst dann an Spannung, wenn Sie sich von der **Richtigkeit der Schaltung und der richtigen Einstellung der Meßbereiche** überzeugt haben.
6. Vor dem Einschalten des Meßstromkreises stehen alle Meßbereichsumschalter auf dem **höchsten Meßbereich**. Erst bei betriebsfähigem Meßstromkreis werden die Meßbereichsumschalter auf den **Gebrauchsmeßbereich** (Ablesemeßbereich) heruntergeschaltet, der die **beste Ablesegenauigkeit** ermöglicht.
7. Wird während des Meßvorgangs der Meßstromkreis wieder ausgeschaltet, dann schalten Sie auch alle Meßinstrumente wieder auf den **höchsten Meßbereich** zurück.

8. Verwenden Sie die Meßinstrumente nur in der **vorgeschriebenen Gebrauchslage** und stellen Sie sie **erschütterungsfrei** nach dem angegebenen **Lagezeichen** auf!
9. Achten Sie darauf, daß das Meßinstrument vor der Messung auf die richtige **Nullstellung** geeicht ist.
10. Nach beendeter Messung werden die Meßinstrumente sorgfältig wieder zurückgestellt. Hierbei ist der Meßbereichsschalter auf den **höchsten Spannungsmessbereich** einzustellen, damit sie bei einem späteren unbedachten Anschluß nicht zerstört werden können. Unbenutzte Meßinstrumente sind stets **hochohmig** zu schalten.

### 2.2.2 Meßinstrumente und Meßwerte

Für die Wahl des Meßinstruments ist es wichtig, welcher Wert einer elektrischen Größe gemessen werden soll. Bei Gleichstrommessungen werden die tatsächlichen Gleichstrom- oder Gleichspannungswerte angezeigt. Bei welligem Gleichstrom zeigt das Meßinstrument den linearen Mittelwert an. Wird ein sinusförmiger Wechselstrom bzw. eine sinusförmige Wechselspannung gemessen, dann wird von den Zeiger-Meßinstrumenten der Effektivwert angezeigt. Der Augenblickswert einer Wechselstromgröße kann mit Meßwerken mit mechanischer Anzeige nicht gemessen werden; hierzu werden im allgemeinen Oszilloskope verwendet.

Vor jeder Messung ist zu überlegen, wie genau die Angabe des Meßergebnisses sein muß. Es hat keinen Sinn, Meßwerte nur deswegen auf mehrere Kommastellen anzugeben, weil die Skala des Meßinstruments eine solche Ablesung ermöglicht. Die Genauigkeit des angegebenen Meßwerts muß vielmehr dem Genauigkeitsgrad der gesamten Meßanordnung entsprechen.

**Meßwerte werden nur mit dem Genauigkeitsgrad angegeben, der der gesamten Meßanordnung entspricht.**

#### Beispiel:

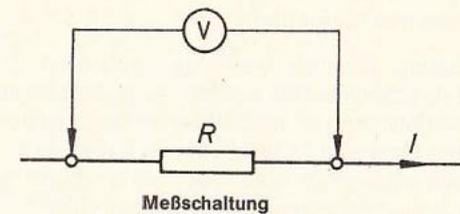
Ein in einer elektronischen Schaltung befindlicher Widerstand hat die Farbkennzeichnung: Weiß-Braun-Braun-Silber. Das bedeutet, daß der Widerstand  $910 \Omega$  bei einer Toleranz von  $\pm 10$  v. H. beträgt. Durch eine indirekte Messung soll der durch den Widerstand hindurchfließende Strom ermittelt werden. Der angezeigte Spannungswert beträgt  $23,8 \text{ V}$ . Hierbei wurde ein Spannungsmesser verwendet, der eine Güteklasse von 2,5 aufweist und auf einen Meßbereich von  $25 \text{ V}$  eingestellt worden ist.

- a) Wie groß ist der Nennstrom?
- b) Zwischen welchen Werten kann der Stromwert liegen, wenn subjektive Ablesungenauigkeiten sowie die Verfälschung durch die Meßinstrumentenschaltung vernachlässigt werden?

**Gegeben:**  $R = 910 \Omega \pm 10$  v. H.,  $U_{\text{Mess}} = 23,8 \text{ V}$  bei Gk 2,5 und Endwert  $25 \text{ V}$

**Gesucht:**  $I_N, I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$

**Lösung:** ?



$$\text{Der Nennstrom beträgt: } I_N = \frac{U_{\text{Mess}}}{R_N} = \frac{23,8 \text{ V}}{910 \Omega} = 26,2 \text{ mA}$$

Hierfür den genauen mit einem Elektronenrechner ermittelten Zahlenwert von  $26,153846 \text{ mA}$  anzugeben, wäre völlig unsinnig, weil diese Genauigkeitsangabe der Genauigkeitsschaltung der gesamten Meßschaltung nicht entspricht.

Die Stromwertgrenzen ergeben sich aus der Spannungs- und der Widerstandstoleranz:

#### – Spannungsgenauigkeit

Der tatsächliche Spannungswert kann liegen zwischen

$$U_{\text{max}} = U_{\text{Mess}} + U_{\text{End}} \cdot Gk = 23,8 \text{ V} + 25 \text{ V} \cdot 0,025 = 24,425 \text{ V}$$

$$U_{\text{min}} = U_{\text{Mess}} - U_{\text{End}} \cdot Gk = 23,8 \text{ V} - 25 \text{ V} \cdot 0,025 = 23,175 \text{ V}$$

#### – Widerstandsgenauigkeit

Der tatsächliche Widerstandswert kann liegen zwischen

$$R_{\text{max}} = R_N + R_N \cdot To = 910 \Omega + 910 \Omega \cdot 0,1 = 1001 \Omega$$

$$R_{\text{min}} = R_N - R_N \cdot To = 910 \Omega - 910 \Omega \cdot 0,1 = 819 \Omega$$

Daraus ergeben sich die Stromwertgrenzen:

$$I_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{R_{\text{min}}} = \frac{24,425 \text{ V}}{819 \Omega} = 29,8 \text{ mA}$$

$$I_{\text{min}} = \frac{U_{\text{min}}}{R_{\text{max}}} = \frac{23,175 \text{ V}}{1001 \Omega} = 23,2 \text{ mA}$$

Der Nennstrom beträgt  $I_N = 26,2 \text{ mA}$ ; der tatsächliche Stromwert kann jedoch zwischen  $I_{\text{max}} = 29,8 \text{ mA}$  und  $I_{\text{min}} = 23,2 \text{ mA}$  liegen.

Bei dieser Meßanordnung kann der Stromwert mit ausreichender Genauigkeit zu  $I = 26 \text{ mA}$  angegeben werden. Die Angabe des Wertes mit einem höheren Genauigkeitsgrad wäre nicht nur unsinnig, sondern auch irreführend, weil damit der Eindruck eines Genauigkeitsgrads entsteht, der mit den verwendeten Bauteilen und Instrumenten gar nicht zu erreichen ist. Soll der Stromwert genauer eingestellt und meßtechnisch ermittelt werden, müßten Bauteile mit kleinerer Toleranz und Meßinstrumente von einer besseren Güteklasse verwendet werden.

### 2.2.3 Vermeiden von Meßfehlern

Bei jeder Messung können Meßfehler auftreten. Um die Meßfehler weitestgehend auszuschließen, sollten vor jeder Messung die möglichen Ursachen für vorkommende Meßfehler kritisch geprüft werden. Durch die Auswahl des richtigen Meßinstruments und einer geeigneten Meßschaltung lassen sich viele Meßfehler vermeiden. Der gesamte Meßfehler ergibt sich aus der Summe aller Einzelfehler.

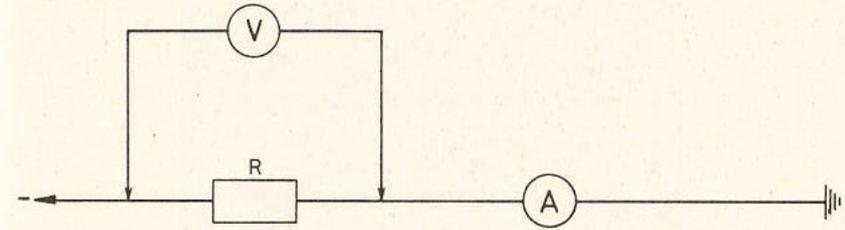
Um die Meßfehler so gering wie möglich zu halten, sollten bei jeder Messung folgende Hinweise beachtet werden:

1. Wählen Sie für die Messung ein Meßinstrument, dessen **Güteklasse** der erforderlichen Anzeigegenauigkeit entspricht.
2. Achten Sie bei jeder Messung auf mögliche **Fremdeinwirkungen**, z. B. durch die Temperatur, elektrische oder magnetische Felder.
3. Wählen Sie für die Messung die **günstigste Meßschaltung**; achten Sie darauf, daß der Einfluß der inneren Widerstände das Meßergebnis nicht unzulässig stark verfälscht.
4. Vermeiden Sie bei der Umrechnung der Skalenwerte in Meßwert-einheiten **Umrechnungsfehler**.
5. Lesen Sie den angezeigten Skalenwert nur **rechtwinklig zur Anzeige-fläche** ab (parallaxefreies Ablesen).
6. Vermeiden Sie **Anzeigefehler durch fehlerhafte Nulleinstellung** des Meßwerkzeigers und durch Verwendung des Meßinstruments in einer **falschen Gebrauchslage**.
7. Stellen Sie immer den Gebrauchsmeßbereich ein, der die **genaueste Skalenablesung** ermöglicht. Der abzulesende Meßwert soll möglichst im **letzten Drittel** der Skalenwertreihe angezeigt werden.
8. Bei der Ermittlung von Meßreihen sollte möglichst nur in **einem Meßbereich** abgelesen werden, weil jede Meßbereichsumschaltung Strom- und Spannungsänderungen im Meßstromkreis verursacht.

## 2.3 Messen von Spannungen und Strömen

Es ist besonders darauf zu achten, daß Strommeßinstrumente **in** den zu messenden Stromkreis zu schalten sind und somit vom Gesamtstrom durchflossen werden (Meßbereich beachten).

Spannungsmessinstrumente dagegen werden parallel angeschaltet und zeigen den jeweiligen Potentialunterschied zwischen den Meßpunkten an. Merke: Je höher der Innenwiderstand des Meßinstruments, desto höher die Meßgenauigkeit!



Beispiele für die Anschaltung eines Strom- und eines Spannungsmessinstruments

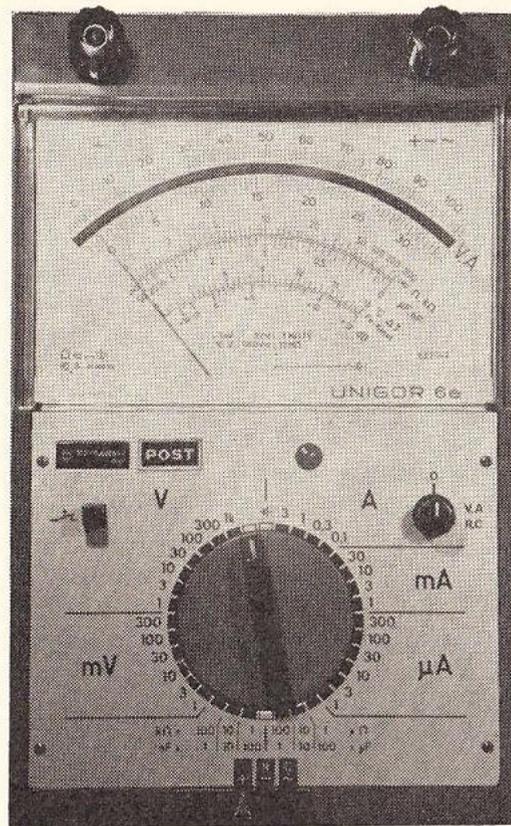
Da die Meßübungen von Auszubildenden ausgeführt werden, ist unbedingt darauf zu achten, daß an den Meßschaltungen keine unzulässig hohen Berührungsspannungen auftreten können. **Wir empfehlen daher dringend, als Spannungsquellen nur Kleinspannungsgeräte gemäß VDE 0100 zu verwenden,**

bei Gleichspannung:  $U_{\max} = 65 \text{ V}$ ,

bei Wechselspannung:  $U_{\text{eff}} = 65 \text{ V}$ .

Sollten ausnahmsweise Messungen in Netzwechselstromkreisen ausgeführt werden, dann sind die **Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung nach VDE 0100** unbedingt zu beachten.

Für Messungen in oder an elektrischen Stromkreisen werden häufig **Vielfachinstrumente** verwendet.



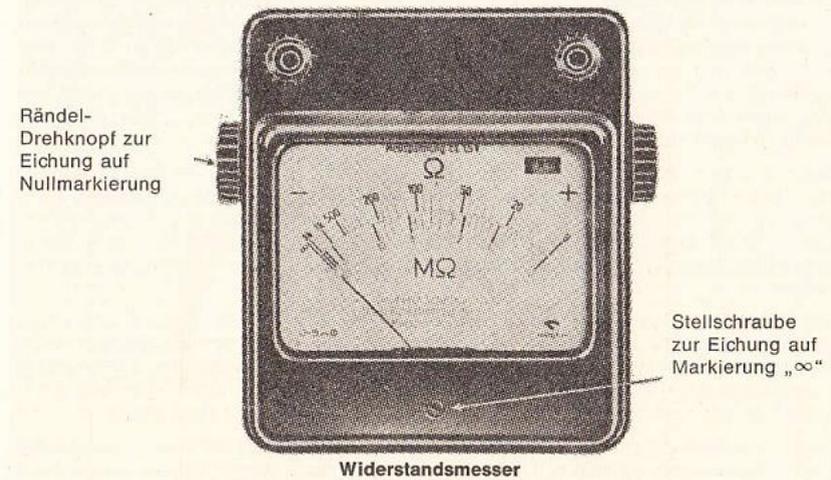
**Vielfachinstrument UNIGOR 6e**

Vor dem Aufbau einer Meßschaltung sollten die zu verwendenden Meßinstrumente auf ihre Betriebsfähigkeit hin geprüft werden. Dies geschieht am besten dadurch, daß jedes Instrument probeweise an die Betriebsspannung geschaltet wird. Hierbei muß der Meßbereichsschalter auf seinem höchsten Spannungsbereich stehen und erst nach der Anschaltung so weit heruntergeschaltet werden, bis der Zeiger den Betriebsspannungswert deutlich anzeigt.

Ist die Betriebsspannung vorhanden und sind die Meßinstrumente betriebsfähig, muß nachgeprüft werden, ob sich die Zeiger der Vielfachinstrumente bei richtiger Gebrauchslage in ihrer Nullstellung befinden. Nur bei Zeigerfehlstellung muß die Zeigerstellung berichtigt werden. Die Eichung von Spannungs- und Strommessern geschieht mit einer Stellschraube, die bei Verstellung so lange vorsichtig gedreht wird, bis der Zeiger genau in der Nullstellung steht.

## 2.4 Messen von ohmschen Widerständen

Für die Ermittlung von Widerstandswerten verwendet man häufig **Widerstandsmesser**, auch **Ohmmeter** genannt.



**Widerstandsmesser** werden abhängig von ihrem Meßbereich in verschiedener Weise geeicht:

### a) Eichung von Ohmmetern für die Messung kleiner Widerstände

Diese Widerstandsmesser werden auf den Nullpunkt geeicht. Dazu werden die Anschlußklemmen mit den Anschlußschnüren des Meßinstrumentes kurzgeschlossen. Zur Eichung sind diese Ohmmeter mit einem veränderbaren Widerstand oder einem im Meßwerk eingebauten magnetischen Nebenschluß ausgestattet. Der Eichknopf wird so lange vorsichtig gedreht, bis der Zeiger über der Nullmarkierung steht.

Kann bei der Eichung kein Vollausschlag (= Nullstellung) erzielt werden, so ist die eingebaute Batterie gegen eine neue auszuwechseln.

### b) Eichung von Ohmmetern für die Messung großer Widerstände

Diese Widerstandsmesser werden auf die Markierung „Unendlich“ ( $\infty$ ) geeicht. Sie haben im allgemeinen keinen Drehknopf für die Eichung. Die Zeigerstellung wird mit einer Stellschraube korrigiert, die über oder unter der Skala angeordnet ist.

Das dargestellte Meßinstrument ist für die Messung kleiner und großer Widerstände geeignet. Die verschiedenen Meßbereiche sind mit dem Rändel-Drehknopf auf der rechten Seite einstellbar. Werden kleine Widerstände gemessen (obere Skala), so ist das Verfahren unter a) zur Eichung anzuwenden. Dabei wird der Zeiger mit Hilfe des Rändel-Drehknopfs auf der linken Seite über die Nullpunktmarkierung gestellt. Sollen große Widerstände gemessen werden (untere Skala), so wird nach Verfahren b) geeicht. Nach der Prüfung und Eichung der Meßinstrumente wird die Meßschaltung nach einem Arbeitsauftrag aufgebaut. Für jede Meßschaltung wird ein Stromlaufplan oder eine Schaltzeichnung auf einem Arbeitsblatt gezeichnet. Bei schwierigen Meßschaltungen muß auch die Leitungsführung in einem Bauschaltplan festgelegt werden. Erst bei endgültiger Klarheit über den Verlauf der Messung wird mit dem Aufbau der Meßschaltung begonnen.

Bevor mit dem Aufbau der Meßschaltung begonnen wird, müssen die benötigten Instrumente, Bauteile, Schnüre und Stecker bereitstehen. Bei dem Aufbau der Meßschaltung werden alle Bauteile, Instrumente und Verbindungsstellen so angeordnet, daß die gesamte Meßschaltung übersichtlich und leicht nachprüfbar ist. Jeder Schaltungsaufbau und jede Schaltungserweiterung wird nur in stromlosem Zustand ausgeführt.

Jeder Meßversuch wird stufenweise durchgeführt. Nach dem Aufbau eines Schaltungsteils bzw. eines Teilstromkreises wird dieser Teil auf seine Betriebsfähigkeit nachgeprüft. Erst wenn die bereits aufgebauten Teilstromkreise einwandfrei betriebsfähig sind, werden die weiteren Schaltungsteile nacheinander hinzugefügt und jeweils nachgeprüft, bis die gesamte Meßschaltung vollständig aufgebaut und betriebsfähig ist.

Liegt die vollständige Meßschaltung betriebsfähig an der Meßspannung, dann werden die Meßinstrumente einzeln auf den Ablesebereich heruntergeschaltet und die Meßwerte ermittelt und auf dem Arbeitsblatt vermerkt. Die Ablesebereiche für Spannungsmesser und Strommesser sollen dabei möglichst im letzten Skalendrittel liegen. Durch Überschlagsrechnung werden die eingetragenen Meßwerte auf ihre Richtigkeit hin nachgeprüft, ob sie den zugrunde liegenden Sachverhalten entsprechen können. Ist dies nicht der Fall, dann muß die Messung wiederholt werden.

Nötigenfalls werden aus den ermittelten Meßergebnissen weitere elektrische Werte errechnet und tabellarisch niedergeschrieben. Häufig kommt es vor, daß aus Meß- oder Rechenergebnissen Diagramme angefertigt werden müssen. Alle zeichnerischen Darstellungen müssen unter Berücksichtigung der gültigen DIN-Normen übersichtlich angefertigt werden.

Name, Vorname	Meßversuch	Ort, Datum
Ausbildungsabschnitt	Widerstandsbestimmung	

**Meßaufgabe**

Von einem Drahtwiderstand mit unleserlicher Aufschrift soll der Widerstandswert mit indirekter Messung ermittelt werden.

**Verwendete Geräte**

Einstellbare Gleichspannungsquelle 0–25 V  
 Spannungsmesser 0–25 V/ $R_i = 2,5 \text{ M}\Omega$   
 Strommesser 0–25 mA/ $R_i = 9,6 \Omega$   
 Drahtwiderstand von unbekanntem Wert

**Ausführung der Messung**

Der Widerstand von unbekannter Größe wird in den nachstehenden Stromkreis geschaltet. Hierfür wird die Meßschaltung für große Widerstände gewählt. Die Spannungsquelle wird auf einen Gleichspannungswert von  $U = 20 \text{ V}$  eingestellt und der dabei fließende Strom gemessen. Aus diesen Spannungs- und Stromwerten wird der Widerstandswert des Widerstands errechnet.

Zuerst werden die Betriebsspannung und die Meßinstrumente auf ihre Betriebsfähigkeit hin geprüft. Dann wird die Reihenschaltung des Strommessers auf den höchsten Meßbereich eingestellt und der Stromkreis an die Spannung geschaltet. Ist dieser Teilstromkreis betriebsfähig, wird die Spannung abgeschaltet und der auf den höchsten Meßbereich eingestellte Spannungsmesser angeschaltet. Nun wird der gesamte Stromkreis an die Betriebsspannung gelegt, die Meßinstrumente nacheinander auf den Ablesebereich heruntergeschaltet und die angezeigten Meßwerte vermerkt.

Die angezeigten Meßwerte betragen: Spannungsmesser  $U = 20 \text{ V}$ ,  
 Strommesser  $I = 20 \text{ mA}$ .

Der gesuchte Widerstandswert beträgt:  $R = \frac{U}{I} = \frac{20,0 \text{ V}}{20,0 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega$

Das Ablesen der Spannungs- und Stromwerte wurde bei einer Zeigerstellung vorgenommen, bei der der Instrumentenzeiger im letzten Skalendrittel steht. Die Genauigkeit der gewählten Meßschaltung ist ausreichend, weil das Widerstandsverhältnis des ermittelten Widerstandswerts zum Innenwiderstand des Strommessers größer als 100 : 1 ist.

**Meßergebnis**

Bei der meßtechnischen Ermittlung von Widerstandswerten mit indirekter Messung ist die Genauigkeit des Meßergebnisses immer dann ausreichend, wenn die richtige Meßschaltung gewählt wird und die Meßwerte im günstigsten Ablesebereich der Skala abgelesen werden. Der gesuchte Widerstandswert des Drahtwiderstands mit unleserlicher Aufschrift beträgt  $1 \text{ k}\Omega$ .

#### Meßbericht über eine Widerstandsbestimmung

Name, Vorname	Meßversuch Linearer Widerstand	Ort, Datum
Ausbildungsabschnitt		Blatt 1

**Meßaufgabe**

Von einem Drahtwiderstand mit der Aufschrift  $1000 \Omega/2 \text{ W}$  soll die Widerstandskennlinie meßtechnisch ermittelt werden.

**Verwendete Geräte**

Einstellbare Gleichspannungsquelle  $0-25 \text{ V}$   
 Spannungsteiler  
 Spannungsmesser  $0-25 \text{ V}/R_i = 2,5 \text{ M}\Omega$   
 Strommesser  $0-25 \text{ mA}/R_i = 9,6 \Omega$   
 Widerstand  $1000 \Omega/2 \text{ W}$

**Ausführung der Messung**

Die einstellbare Spannungsquelle wird auf einen Spannungswert von  $U_B = 24 \text{ V}$  fest eingestellt. An die Spannungsquelle wird ein Spannungsteiler angeschaltet, mit dem die erforderlichen Meßspannungswerte eingestellt werden. Bei jedem Meßspannungswert wird der dazugehörige Stromwert abgelesen. Meßspannungswerte und Meßstromwerte ergeben die Kennwertpunkte für die Widerstandskennlinie des Drahtwiderstands.

Vor dem Aufbau der Meßschaltung stehen die Meßinstrumente auf ihrem höchsten Meßbereich. Zuerst werden die Stromkreise für den Spannungsteiler und die Reihenschaltung des Strommessers mit dem Widerstand in stromlosem Zustand aufgebaut. Jetzt wird nachgeprüft, ob diese Stromkreise betriebsfähig sind und die Spannungsregelung mit dem Spannungsteiler funktioniert. Nach Abschalten der Betriebsspannung wird der Spannungsmesser angeschaltet. Hierfür wählen wir die Meßschaltung für große Widerstände. Nach dem Anschalten der Betriebsspannung wird geprüft, ob die Spannungs- und Strommesser die vom Spannungsteiler eingestellten Werte richtig anzeigen. Danach werden die Meßinstrumente auf ihren Ablesemeßbereich heruntergeschaltet. Die Meßspannungswerte, die in der nachstehenden Tabelle angegeben sind, werden nacheinander eingestellt und die dazugehörigen Stromwerte abgelesen und in die Tabelle eingetragen. Aus diesen Meßwerten werden die jeweiligen Widerstandswerte des Drahtwiderstands errechnet. Sämtliche Meßwerte einer Meßreihe werden in denselben Meßbereichen abgelesen.

Meßbericht über das Messen von linearen Widerständen (Teil 1)

Name, Vorname	Meßversuch Linearer Widerstand	Ort, Datum
Ausbildungsabschnitt		Blatt 2

**Meßwerttabelle**

$U/\text{V}$ eingestellt	0	4	8	12	16	20	24
$I/\text{mA}$ abgelesen	0	4	8	12	16	20	24
$R/\text{k}\Omega$ errechnet	1	1	1	1	1	1	1

Aus diesen Meßwerten ergibt sich die Widerstandskennlinie des Drahtwiderstands im Spannungs-Strom-Diagramm. Beim Spannungs-Strom-Diagramm wird die elektrische Spannung (Ursache) waagrecht und der Strom (Wirkung) senkrecht aufgetragen. Für die Diagrammachsen wählen wir einen Zeichenmaßstab, der der verfügbaren Zeichenfläche und der Ables- und Zeichengenauigkeit entspricht.

**Spannungs-Strom-Diagramm**

**Meßergebnis**

Wird der Drahtwiderstand an verschiedene Spannungswerte geschaltet und werden dabei die dazugehörigen Stromwerte gemessen, dann ist das Verhältnis der anliegenden Spannung zu dem fließenden Strom stets gleich groß; im vorstehenden Meßversuch beträgt das Spannungs-Strom-Verhältnis immer  $1 \text{ V}/1 \text{ mA}$ . Der Widerstandswert des Drahtwiderstands ist daher  $1 \text{ k}\Omega$ . Werden die ermittelten Spannungs- und Stromwerte in einem Diagramm aufgezeichnet, dann ergibt die Verbindungslinie der einzelnen Kennwertpunkte eine gerade Linie. Da der Drahtwiderstand den Strom in beiden Richtungen gleich gut leiten würde, ist es ein richtungsunabhängiger, linearer Widerstand. Diese Widerstände werden auch als ohmsche Widerstände bezeichnet.

Meßbericht über das Messen von linearen Widerständen (Teil 2)

## 2.5 Konstruktive und mechanische Einflüsse auf Relaiserrugungen

Einflüsse auf die Ansprech- und Abfallerregung von Relais sind durch schaltungstechnische Maßnahmen oder die Konstruktion bzw. die mechanische Einstellung erreichbar.

Konstruktive Maßnahmen sind z. B. zusätzliche Dämpfungswicklungen und die Gestaltung des Ankers, seiner Lagerung, der Kontakte sowie des gesamten Eisenkreises (Kern, Joch, Flußführungsseite).

**Konstruktiv-mechanische** Maßnahmen zur Schaltzeitbeeinflussung sind: Veränderungen des Kontaktdrucks, der Trennblechdicke und des Arbeitsluftspalts (Abstand zwischen Anker und Kern). Diese Maßnahmen dürfen jedoch lediglich in dem Rahmen getroffen werden, den die Toleranzwerte der Einstellvorschriften zulassen.

### 2.5.1 Verlängern der Abfallerregung durch konstruktiv-elektrische Maßnahmen

Die am häufigsten angewendete konstruktive Maßnahme für Abfallverzögerungen ist die **Dämpfungswicklung**. Sie ist eine in sich geschlossene Wicklung mit möglichst wenigen Windungen und einem geringen ohmschen Widerstand. Durch jede Stromveränderung in der Erregerwicklung wird eine Spannung in der Dämpfungswicklung erzeugt. Der sich daraus ergebende Stromfluß versucht das Magnetfeld der Erregerwicklung zu erhalten. Dadurch kommt es zum verzögerten Abfall des Relaisankers. Abhängig von der Anzahl der Lagen, aus der die Kurzschlußwicklung besteht, kann die Abfallverzögerung **100 bis 500 ms** betragen. Die Verlängerung der normalen Anzugsverzögerung von 5 bis 10 ms kann im allgemeinen unberücksichtigt bleiben.

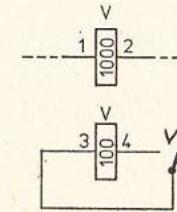
Bei **Rundrelais** verwendet man anstelle der Dämpfungswicklung ein **über den Kern des Relais geschobenes Kupferrohr** von 1 bis 4 mm Wandstärke, das die gleiche Wirkung hat wie die Dämpfungswicklung beim Flachrelais. Die Art der Verzögerungsmaßnahme ist auf dem Relais wie folgt gekennzeichnet:

- bei **Dämpfungswicklungen** auf dem Spulenzettel, z. B. **2 Lg 0,5 Cu**,
- bei **Kupferrohren** ist der Kern gekennzeichnet, z. B. **K 1**.

Kupferrohr	=	Dämpfungswicklung
1 mm (K 1)	=	2 Lg Cu 0,5 $\phi$
2 mm (K 2)	=	4 Lg Cu 0,5 $\phi$
3 mm (K 3)	=	6 Lg Cu 0,5 $\phi$
4 mm (K 4)	=	8 Lg Cu 0,5 $\phi$

(je größer der Cu-Querschnitt, um so länger die Verzögerungszeit)

Die gleiche Wirkung wie bei einer Dämpfungswicklung erreicht man durch den **Kurzschluß einer Zweitwicklung des gleichen Relais**. Wird zum Kurzschluß der Wicklung ein eigener Kontakt des Relais verwandt, entsteht keine zusätzliche Anzugsverzögerung.



Relais mit Kurzschlußwicklung

**Verzögerungswicklungen** bewirken durch Beeinflussung des Magnetfeldes eine Verlängerung der Ansprech- bzw. der Abfallzeit eines Relais.

**Dämpfungswicklungen** sind in sich kurzgeschlossene Verzögerungswicklungen; sie haben keine Verbindung zu den Lötstiften des Relais.

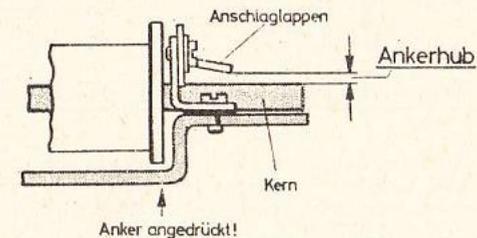
### 2.5.2 Verlängern der Abfallerregung durch mechanische Maßnahmen

Die Abfallerregung und damit die Abfallzeit eines Relais wird verlängert, wenn die Rückstellkraft des auf den Anker wirkenden Kontaktfederdrucks **verringert** wird.

Einen verzögerten Abbau des magnetischen Feldes erreicht man durch Einsetzen eines dünneren Trennblechs. Dadurch verringert sich der für den magnetischen Fluß wirksame Luftspalt, so daß die beim Abbau des Magnetfeldes entstehende Selbstinduktivität größer wird und das länger wirksame Magnetfeld den Ankerabfall zusätzlich verzögert.

### 2.5.3 Verkürzen der Ansprecherregung durch mechanische Maßnahmen

Die Ansprechzeit eines Relais ist abhängig von der Anzugskraft, dem Kontaktfederdruck, der auf den Anker wirkt und dem Weg, den der



Ankerzone eines Flachrelais

Anker zurücklegen muß. Entsprechende Einstellmaßnahmen können die Ansprechzeit verändern. Eine Verkürzung erreicht man durch eine **Verringerung des Kontaktfederdrucks** und eine **Verkleinerung des Ankerhubs**.

#### 2.5.4 Verkürzen der Abfallerregung durch mechanische Maßnahmen

Die Abfallerregung und damit auch die Abfallzeit eines Relais wird verkürzt, wenn die Rückstellkraft des auf den Anker wirkenden Kontaktfederdrucks vergrößert wird. Einen verkürzten Abbau des magnetischen Feldes erreicht man durch Einsetzen eines dickeren Trennblechs. Dadurch vergrößert sich der für den magnetischen Fluß wirksame Luftspalt, so daß die beim Abbau des Magnetfeldes entstehende Selbstinduktivität kleiner wird. Die Dauer der Wirksamkeit des Magnetfeldes wird verkürzt und der Ankerabfall beschleunigt.

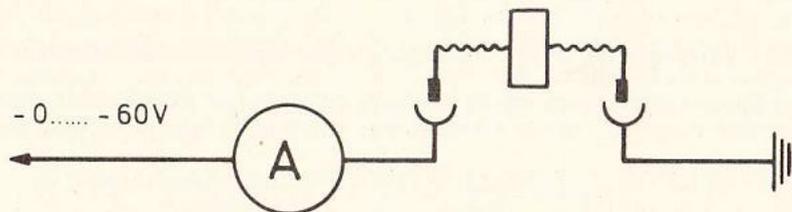
#### 2.5.5 Ermitteln der Ansprech- und Abfallerregung von Relais

##### 2.5.5.1 Versuchsschaltung zum Ermitteln der Unterscheidungsmerkmale

Die Stromstärke, die erforderlich ist, um ein Relais zum Anziehen zu bringen bzw. zu halten, wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- unterschiedliche Kontaktsätze,
- verschiedenartige Trennblechstärken und
- unterschiedliche Windungszahlen.

Um diese Einflüsse praktisch zu ermitteln, benötigt man eine Versuchsschaltung mit regelbarer Spannungsquelle von 0 bis 60 V, ein in Reihe geschaltetes Meßinstrument (Strommeßbereich) und verschiedene Relais (z. B. Flachrelais 48 oder 48 G), die die genannten Unterschiede aufweisen.



Versuchsschaltung zur Messung des Erreger- und Haltestroms bei Relais

Beim ersten Versuch mit einem beliebigen Flachrelais 48 läßt sich deutlich feststellen, daß bei steigender bzw. sinkender Spannung der Erregerstrom (Relais zieht an) erheblich höher liegt als der Abfallstrom (Relais kann nicht mehr halten).

**Begründung:** Bei steigender Spannung (steigendem Erregerstrom) muß der noch vorhandene Luftspalt zwischen Anker und Kern (Ankerhub) vom entstehenden Magnetfeld

überwunden werden. Wenn der Anker angezogen ist, verringert sich der Luftspalt auf Trennblechstärke und auch bei geringerer Stromstärke reicht die magnetische Durchflutung aus, um den Anker zu halten.

#### 2.5.5.2 Vergleich von Relais mit unterschiedlichen Kontaktsätzen

Wenn man die dargestellte Versuchsanordnung mit zwei Relais durchführt, die vom Aufbau her identisch sind, jedoch ein Relais mit nur einem, das andere mit z. B. drei Kontakten bestückt, so läßt sich feststellen, daß bei größerer Kontaktbestückung sowohl der erforderliche Erregerstrom als auch der Haltestrom höhere Werte anzeigen.

**Begründung:** Bei Bestückung mit mehr Kontakten erhöht sich der Kontaktfederdruck, der vom Anker überwunden werden muß. Es ist somit ein stärkeres Magnetfeld, also ein höherer Strom erforderlich.

#### 2.5.5.3 Vergleich von Relais mit unterschiedlichen Trennblechen

Versuchsanordnung wie oben. Bei mehreren Versuchen wird jeweils ein anderes Trennblech eingesetzt. Meßergebnis: Der Erregerstrom erhöht sich bei dickeren Trennblechen nur unwesentlich, der Abfallstrom jedoch ganz erheblich.

**Begründung:** In Ruhelage des Relais hat ein dickeres Trennblech nur einen geringfügigen Einfluß auf den Luftspalt zwischen Anker und Kern, in Arbeitslage jedoch ist Luftspalt = Trennblechstärke. Daraus ergibt sich:

Dickeres Trennblech = größerer Luftspalt = höherer Abfallstrom.

#### 2.5.5.4 Vergleich von Relais mit unterschiedlichen Windungszahlen

Versuchsanordnung: Ein Relais mit zwei gleichen Wicklungen wird verwendet. Durch Reihenschaltung der beiden Wicklungen läßt sich die Windungszahl verdoppeln. Meßergebnis: Bei doppelter Windungszahl halbieren sich sowohl der Erreger- als auch der Abfallstrom.

**Begründung:** Die magnetische Kraft errechnet sich aus Strom  $\times$  Windungszahl. Also ergibt sich:

Doppelter Strom = Halbe Windungszahl

Halber Strom = Doppelte Windungszahl

## Zur Lernerfolgssicherung

- Nennen Sie die 4 häufigsten Kabelfehler!
- Wobei findet das PrGt Nr. 1a Verwendung?
- Erläutern Sie den Zweck der beiden Schalterstellungen am PrGt Nr. 1a!
- Wie lassen sich mit dem PrGt Nr. 1a Potentialunterschiede feststellen?
- Welcher Meßbereich ist vor dem Einschalten einer Meßstrecke sicherheitshalber zu wählen?
- Wie sollen Vielfachmeßgeräte in Ruhelage stets geschaltet sein?
- Was versteht man unter „parallaxefreiem Ablesen“?
- Worauf ist beim Umschalten in einen anderen Meßbereich innerhalb einer Meßreihe zu achten?
- Wie werden Strom- und Spannungsmeßgeräte jeweils angeschlossen?
- Auf welchen Wert werden Meßgeräte geeicht?
- Welchen Wert haben die höchstzulässigen Berührungsspannungen bei Gleich- und Wechselstrom?
- Auf welche Werte werden Ohmmeter für die Messung von großen und kleinen Widerstandswerten jeweils geeicht?
- Woran ist zu erkennen, daß die Batterie eines Ohmmeters ausgetauscht werden muß?
- Welche Schaltzeiten müssen bei Relais berücksichtigt werden?
- Nennen Sie 4 Arten der Schaltzeitbeeinflussung!
- Welche mechanischen Maßnahmen zur Schaltzeitbeeinflussung kennt man?
- Welche konstruktive Maßnahme zur Abfallverzögerung wird am häufigsten verwendet?
- Erklären Sie den Unterschied zwischen einer Verzögerungs- und einer Dämpfungswicklung!

## 3 Schaltungen entwickeln, aufbauen und ändern

In der Fernmeldetechnik bedient man sich elektrischer Anlagen, die zur Erzeugung und Übertragung hörbarer oder sichtbarer Signale sowie der zugehörigen Steuerzeichen dienen. Hierzu gehören alle Anlagen, die Nachrichten oder Vorgänge durch Zeichen, Bilder oder die menschliche Stimme übermitteln. Die Schaltungen für diese Anlagen müssen entwickelt, aufgebaut und evtl. geändert (z. B. erweitert) werden.

### 3.1 Schaltungen entwickeln

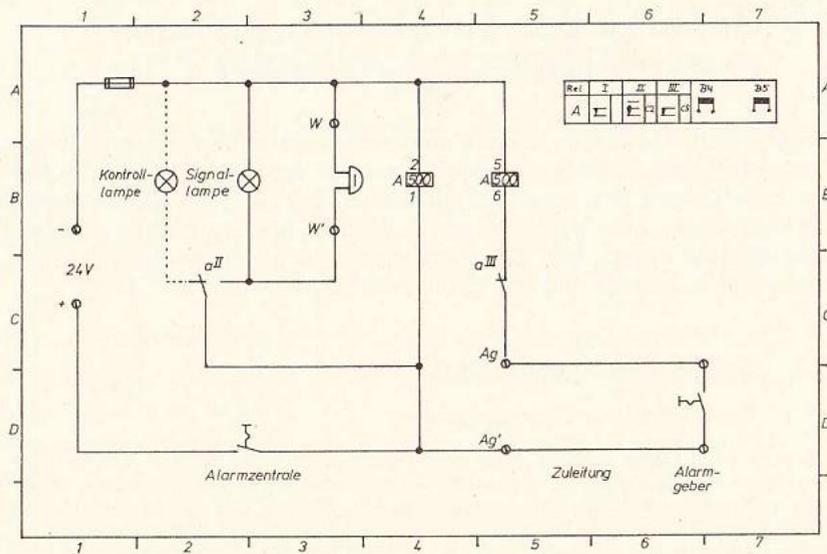
#### 3.1.1 Grundsätzliche Vorbedingungen

Will man eine Anlage errichten, die eine bestimmte Funktion erfüllen soll, so muß zuerst eine Funktionsbeschreibung erstellt werden. Nach dieser Funktionsbeschreibung ist eine Stromlaufzeichnung (Sz) anzufertigen (vgl. Abschn. 7.1). Hierzu bedient man sich der Schaltzeichen, die zur Vereinheitlichung vom Deutschen Normenausschuß als Normblätter oder Norm-Entwürfe mit dem Zeichen DIN herausgegeben werden (vgl. Abschn. 7.1.2). Nach dem Anfertigen der Stromlaufzeichnung wird die Schaltung zuerst ohne Formkabel aufgebaut. Dies geschieht zweckmäßig durch Verwendung von Bausteinen, die auf Aufbauplatten (Schaltbrettern) zu der geforderten Schaltung zusammengefügt werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß die elektrischen Werte der zur Verwendung kommenden Bauelemente und Bauteile beachtet werden. Die Belastbarkeit für Widerstände ist meistens nicht aufgedruckt (vgl. Abschn. 5.4) und darf nicht überschritten werden; für Relais darf die Dauerbelastung maximal 5 Watt betragen. Bei Kondensatoren muß auf deren Prüfspannung geachtet werden, die nicht überschritten werden darf, um ihre Zerstörung zu verhindern; Elektrolytkondensatoren sind unbedingt richtig zu polen (vgl. Abschn. 5.5.2).

#### 3.1.2 Entwickeln einer Alarmschaltung

Es soll die Schaltung einer Alarmanlage entwickelt werden, deren Funktionsbeschreibung lautet:

Wird ein Tür-, Fenster- oder Rolladenkontakt geöffnet, so sollen eine Lampe und ein Wecker eingeschaltet werden. Beide Signalgeräte sind in der Alarmzentrale zu installieren. Ein zweiter Wecker soll außerhalb der Alarmzentrale angeschaltet werden können. Außerdem soll jede Unterbrechung der Leitung zwischen der Alarmzentrale und dem Alarmgeber signalisiert werden. Die hieraus entwickelte Schaltung zeigt die folgende Abbildung.



**Stromlaufzeichnung einer Alarmzentrale**

(gestrichelte Leitungsführung: Erweiterte Schaltung)

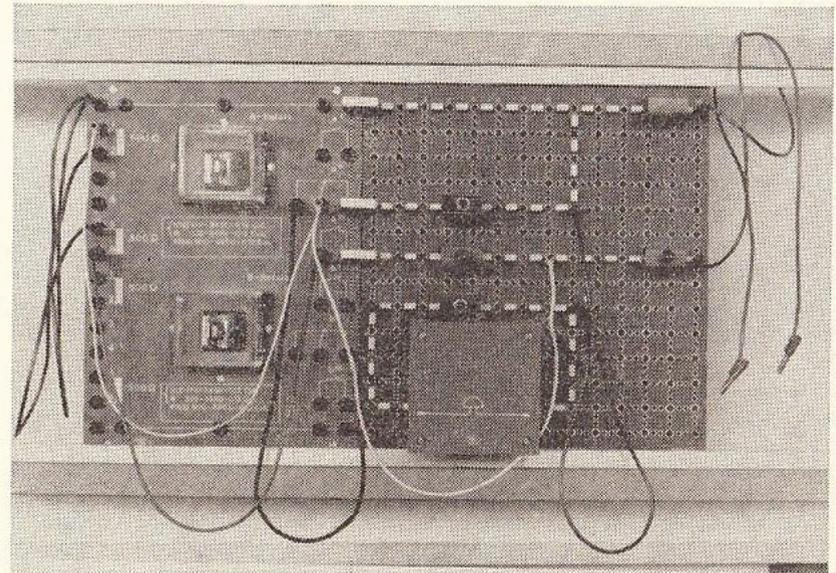
Anschließend wird eine Bauteilliste angefertigt, in die alle für die Schaltung benötigten Bauteile und Bauelemente eingetragen werden.

Anzahl	Bezeichnung	Werte
1	Sicherungshalter	
1	Schraubkappe für Sicherung	
1	Sicherung	
1	Lampenfassung	
1	Fernmeldekleinlampe	24 V / 25 mA
1	Gleichstromwecker	
1	A-Relais	2 × 500 Ω
1	Taste mit Rastung	
1	Türkontakt	
1	Klembrett mit 4 Schraubklemmen	

**Bauteilliste zur Alarmanlage**

#### Aufbauen der Schaltung ohne Formkabel

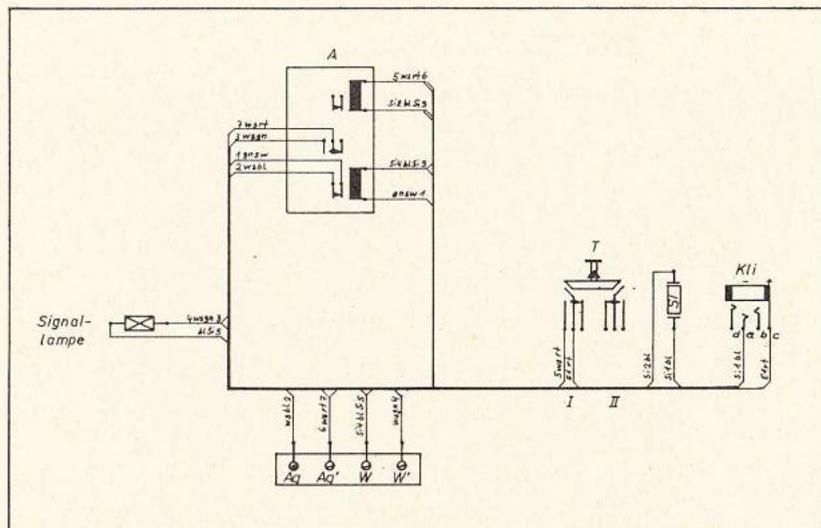
Die Schaltung wird nach der Stromlaufzeichnung auf einer Aufbauplatte mit Bausteinen zusammenschaltet und anschließend deren Funktion überprüft.



**Schaltung der Alarmanlage ohne Formkabel, mit Bausteinen auf einer Aufbauplatte gesteckt**

### 3.2 Aufbauen von Relaisschaltungen mit Formkabel

Ist die entwickelte Schaltung funktionsfähig, kann mit dem Einbau der Bauteile und Bauelemente begonnen werden. Danach ist die günstigste Führung für das Formkabel festzulegen und der Geräteverdrahtungsplan anzufertigen. Es ist zweckmäßig, nach dem Einzeichnen der vereinfachten Darstellung der Bauteile und Bauelemente den Weg des Kabelstammes zunächst als eine dünne Linie zu kennzeichnen. Die Abzweige der Drähte zu den Lötunkten der Bauteile und Bauelemente sind als nächstes, wie im Abschnitt „Schaltungsunterlagen“ beschrieben, einzuzeichnen. Besondere Aufmerksamkeit ist darauf zu legen, daß Verbindungen (Drähte) im Kabelstamm möglichst nicht doppelt zu verlegen sind.



**Geräteverdrahtungsplan zur Alarmanlage**

Ist der Geräteverdrahtungsplan soweit hergestellt (ohne Eintragung der Drahtnummern und -farben), wird eine Drahtliste angefertigt. Sie ist eine Aufstellung aller Verbindungen innerhalb des Montagerahmens und gibt deren Drahtfarben an. Die Drahtfarben werden nicht ausgeschrieben und ohne Bindestrich angegeben. Die hellere Farbe wird immer zuerst bezeichnet.

einfarbige Drähte	mehrfarbige Drähte	
ws = weiß	wsgn = weißgrün	gnge = grüngelb
br = braun	wsgel = weißgelb	gnrt = grünrot
gn = grün	wsbl = weißblau	gnsch = grünschwarz
ge = gelb	wssw = weißschwarz	gert = gelbrot
gr = grau	wsrt = weißrot	gesw = gelbschwarz
rs = rosa	wsbr = weißbraun	blrt = blaurot
bl = blau	brgn = braungrün	rtsw = rotschwarz
rt = rot	brge = braungelb	grrt = graurot
sw = schwarz	brbl = braunblau	grsw = grauschwarz
vi = violett	brsw = braunschwarz	virt = violettrot

**Beispiele für die richtige Schreibweise der gebräuchlichsten Drahtfarben**

Für bestimmte Leitungen sind besondere Farben zu verwenden:

Minuspol = bl

Pluspol = rt

Wechselstromleitung = rt/sw

Schutzerdungsleitung = gegn

a-Ader = ws

b-Ader = br

c-Ader = gn

d-Ader = ge

e-Ader = gr

Wechselstromleitungen und Sprechleitungen sind als zwei miteinander verdrahtete Drähte zu führen.

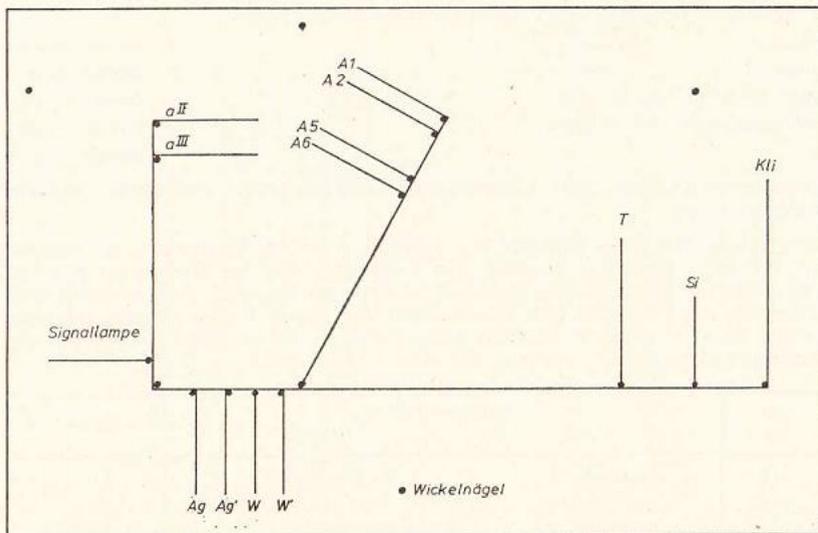
Es ist zweckmäßig, beim Eintragen in die Drahtliste mit der Minusleitung zu beginnen und mit der Plusleitung zu enden. Die Plusleitung wird als Ringleitung (Erdringverdrahtung) geführt; der Ausgangspunkt ist auch der Endpunkt. Alle Minusleitungen bekommen den Zusatz Si, alle Plusleitungen den Zusatz E. Die übrigen Leitungen werden mit einer laufenden Nummer (ohne Zusatz) versehen, daher ist auch bei den Minus- und Plusleitungen jeweils mit der Ziffer 1 zu beginnen.

Lfd. Nr.	von	nach	Farbe
Si 1	Klemme -	- Si, Eingang	bl
Si 2	Si, Ausgang	- A-Relais, 2	bl
Si 3	A-Relais, 2	- A-Relais, 5	bl
Si 4	A-Relais, 5	- Klemme W	bl
Si 5	Klemme W	- Signallampe	bl
1	A-Relais, 6	- a <sup>III</sup> -Kontakt	gnsch
2	a <sup>III</sup> -Kontakt	- Klemme Ag	wsbl
3	a <sup>II</sup> -Kontakt	- Signallampe	wsgn
4	Signallampe	- Klemme W'	wsgn
5	Taste, I-Kontakt	- A-Relais, 1	wsrt
6	A-Relais, 1	- Klemme Ag'	wsrt
7	Klemme Ag'	- a <sup>II</sup> -Kontakt	wsrt
E 1	Klemme +	- Taste, I-Kontakt	rt

**Drahtliste zur Alarmanlage**

Sind alle Verbindungen einschließlich der laufenden Nummern der Drähte und ihrer Farben in die Drahtliste eingetragen, können diese in den Geräteverdrahtungsplan übertragen werden. Die bis dahin nur durch eine dünne Linie gekennzeichnete Führung des Formkabels wird nun überall dort, wo mehr als ein Draht verläuft, zu einer dicken Linie ausgezeichnet. Als nächstes ist der Drahtführungsplan anzufertigen. Er entspricht dem Geräteverdrahtungsplan (Maßstab 1:1); er ist auf einem entsprechend großen Bogen (zweckmäßig Packpapier) zu zeichnen. Es ist sehr wichtig, daß die Lage des Formkabelstammes sowie der einzelnen Bauteile und Bauelemente millimetergenau ausgemessen wird, da sonst die Austritte der einzelnen Drähte aus dem Formkabel nicht mit der Lage der Lötunkte übereinstimmen.

Nach dem Anfertigen des Drahtführungsplanes wird dieser auf ein entsprechend großes Formbrett gelegt und befestigt. Nun werden die Formbrettstifte an den markierten Punkten entlang der Linie für das Formkabel eingeschlagen. Hierbei ist auf genauen Sitz der Stifte zu achten, da sonst die Kabelform nicht paßt. Die Formbrettstifte dienen



**Drahtführungsplan zur Alarmanlage mit Markierung der Einschlagstellen für die Formbrettstifte sowie der Wickelnägel**

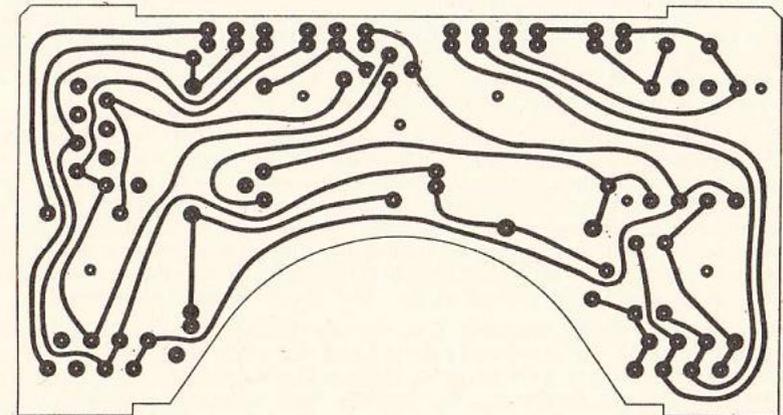
als Halt für die einzelnen Drähte und sind an den Abzweigen des Stammes zu plazieren. Sind mehrere Drähte auf einer Ebene herauszuführen, z. B. bei einem Schalter oder der Kontaktreihe eines Relais, so ist für alle auf dieser Ebene liegenden Drähte nur ein Formbrettstift zu setzen. Kommen alle an diesem Stift abzweigenden Drähte aus einer Richtung, so ist der Stift vor der den Abzweig darstellenden Linie einzuschlagen. Kommen hingegen die Drähte aus verschiedenen Richtungen, so ist der Formbrettstift auf der den Abzweig darstellenden Linie einzuschlagen. In jedem Fall sind die Stifte aber neben der den Kabelstamm darstellenden Linie zu setzen. Bei der seitlichen Versetzung der Formbrettstifte zur Linie des Kabelstammes ist dessen zu erwartende Dicke zu berücksichtigen. Die Formbrettstifte sollen nur so weit links und rechts neben der Linie gesetzt werden, daß die Drähte des Formkabels alle dazwischen passen und zu einem runden Kabelstamm zusammengebunden werden können. Außer den bisher eingeschlagenen Formbrettstiften sind solche als Wickelnägel zu setzen. Diese haben die Aufgabe, die Drahtenden festzuhalten. Es können alle Drähte, die an einem Bauteil oder Bauelement angelötet werden sollen, an einem Wickeldraht befestigt (gewickelt) werden. Da die Drähte in einem Vorratsbogen an die Lötstelle herangeführt werden, müssen die Wickelnägel in angemessenem Abstand zum Kabelstamm sitzen. Ist der Abstand hierzu zwischen zwei Kabelstämmen nicht ausreichend, können diese vom Abzweig aus dem Hauptkabelstamm bis zu ihrem Ende schräg auseinanderlaufen.

Nach diesen Arbeiten kann mit dem Einlegen der Drähte begonnen werden. Als Draht verwendet man YV-Draht. Hierbei benutzt man die Drahtliste. Der Reihe nach werden die Drähte in die auf dem Papier vorgegebene Form gelegt und auf der Drahtliste abgehakt. So geht man sicher, keine Verbindung auszulassen. Nach dem Einlegen aller Drähte in die Form wird sie mit Abbindegarn abgebunden. Dabei wird für jeden Formbrettstift ein Abbinde angelegt. Ist auf einer Länge des Formkabels kein Stift gesetzt, da es zu keinem Adernastritt kommt, werden die Adern ca. alle 2 bis 3 cm abgebunden. Auf einen gleichmäßigen Abstand zwischen den Abbindungen ist zu achten.

### 3.3 Schaltungen auf Leiterplatten

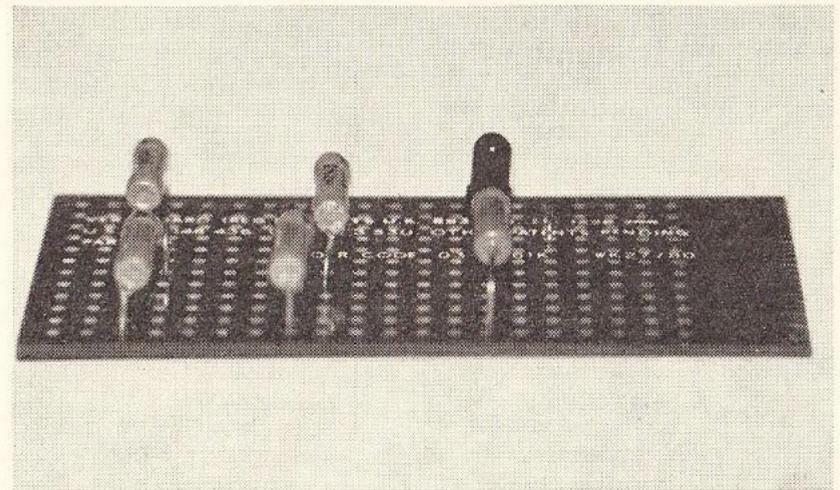
#### Arten und Herstellung von Leiterplatten

Die gesamte nachrichtentechnische Industrie verwendet heute bei der Geräteherstellung sogenannte gedruckte Schaltungen. Diese bestehen aus der Leiterplatte (häufig auch Platine oder Printplatte genannt) und den daraufgelöteten Bauteilen.



**Gedruckte Schaltung, Leiterbahnseite**

(Werkfoto der Fa. SEL)



**Gedruckte Schaltung, Bauteilseite**

Bei der industriellen Fertigung von Leiterplatten werden als Basismaterial Hartpapier- oder Epoxidharzplatten verwendet (Epoxidharzplatten haben bessere Isolationseigenschaften). Das Basismaterial erhält die Leiterbahnen durch zwei verschiedene Verfahrenstechniken.

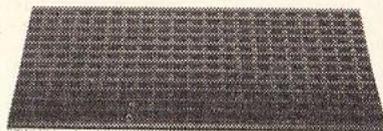
Das **subtraktive Herstellungsverfahren** hat als Ausgangspunkt eine ein- oder beidseitig kupferkaschierte Platte (auf Basismaterial aufgeklebte, meist  $35\ \mu$  starke Kupferfolie). Durch Sieb-, Offset- oder Fotodruck werden die zukünftigen Leiterbahnzüge abgedeckt. In einem chemischen Prozeß wird anschließend alles überflüssige Kupfer abgeätzt, so daß lediglich die Leiterbahnen stehen bleiben.

Für kleinere Versuchsschaltungen läßt sich dies auch zu Hause durchführen. Auf eine kupferkaschierte Platte werden die Leiterbahnen einschließlich der Lötäugen mit einem säurefesten Stift (z. B. Edding 3000) aufgezeichnet. Anschließend wird in einer Plastikschale geätzt. Bewährt hat sich hierbei EisenIII-Chlorid.

Danach werden die Lötäugen für die Bauteilanschlüsse durchbohrt. Das **additive Herstellungsverfahren** setzt sich in letzter Zeit immer stärker durch. Ausgangspunkt ist hierbei eine unbeschichtete Platte, die zunächst mit einer maximal  $1\ \mu$  starken Nickelschicht versehen wird. Diese wird dann mit dem Negativ der zukünftigen Schaltung bedruckt, so daß die Stellen der zukünftigen Leiterbahnen frei bleiben. In einem Galvanobad (z. B. Kupfersulfatlösung) werden die offenen Nickelbahnen mit Kupfer überzogen. Von besonderem Vorteil ist hierbei die Möglichkeit, die unbeschichtete Platte bereits zu bohren und die Innenflächen der Löcher ebenfalls zu verkupfern.

Unabhängig vom Herstellungsverfahren werden die Platinen zum Schluß mit einem Schutzlack versehen, der gleichzeitig beim Löten als Flußmittel dient. Die fertige Leiterplatte wird automatisch mit Bauteilen bestückt, überstehende Anschlußdrähte werden bis auf etwa 2 mm abgeschert. Dann wird die Platte in ein Lötbad getaucht. Dabei werden die Leiterbahnen verzinkt und die Bauteile angelötet. Nach dem kurzen Lötvorgang kühlt man die Bauteile durch ein Gebläse. Sollen die Leiterbahnen nicht verzinkt werden, muß die noch unbestückte Platte in einem weiteren Druckverfahren mit sogenanntem Lötstoplack überzogen werden. Die Lötäugen bleiben frei.

Für Einzelanfertigungen verwendet man vielfach **Veroboardsplatten**. Diese Platten bestehen aus hochwertigem Hartpapier, das einseitig mit parallel verlaufenden, in gleichmäßigen Abständen gelochten Kupferbahnen beschichtet ist. Das Lochraster ist je nach Plattentyp 2,5 mm, 2,54 mm, 3,81 mm oder 5 mm. Neben normalen Leiterplatten sind auch Steckkarten erhältlich, bei denen die Leiterbahnen an einem Plattende in nicht gelochte, vergoldete Steckanschlüsse auslaufen. Der Schutzlack auf den Leiterbahnen dient als Flußmittel.



Leiterplatten ohne Steckkontakte,  
einseitig, Typ Veroboard



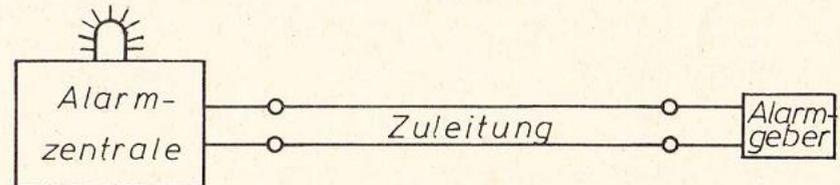
Leiterplatten mit Steckkontakten,  
einseitig, Typ Veroboard

Lötvorgänge an Platinen sollten im allgemeinen 30 Sekunden nicht überschreiten, da sich die Kupferfolie sonst ablöst. Es ist empfehlenswert, einen geregelten LötKolben (z. B. Magnastat) zu verwenden.

### Schaltungen mit Veroboardkarten

Versuchsbeispiel für den Schaltungsaufbau einer Alarmanlage auf einer Veroboardkarte:

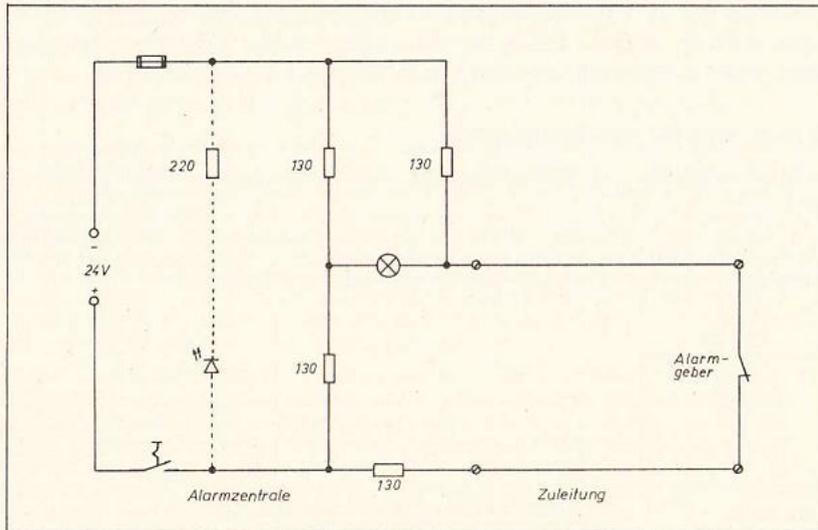
Eine Lampe soll aufleuchten, wenn ein Kontakt (Fenster-, Tür-, Rolladenkontakt) geöffnet wird. Außerdem soll alarmiert werden, wenn die Leitung zwischen der Alarmzentrale und dem Alarmgeber unterbrochen oder kurzgeschlossen wird.



Blockschaltbild einer Alarmanlage

Anzahl	Bezeichnung	Werte	Abmessungen mm
4	Widerstände	130/2 W	4 × 21
1	Glühlampe	12 V / 40 mA	
1	Schalter		
1	Kontakt		

Bauteilliste für eine Alarmanlage



**Stromlaufzeichnung einer Alarmanlage**

(gestrichelte Leitungsführung: Erweiterte Schaltung)

Anhand der Stromlaufzeichnung trägt man die zur Schaltung benötigten Bauteile in eine angefertigte Bauteilliste ein.

### 3.3.1 Bestückungsplan skizzieren

Für einen raumsparenden Aufbau der Alarmzentrale ordnet man die Widerstände quer zu den Leiterbahnen. Der längste Widerstand erfordert daher eine Plattenbreite von größer als 75 mm; gewählt wird eine Karte mit folgenden Daten:

Länge:	94 mm
Breite:	86,2 mm
Anzahl der Bahnen:	16
Lochdurchmesser:	1,3 mm
Raster:	5 mm × 5 mm

Von dem vorgegebenen Raster beansprucht jedes Bauteil zwei Bohrungen. Außerdem müssen für den Netzteilanschluss, die Glühlampe und für den Leitungsanschluß je zwei Bohrungen vorgesehen werden. Die Bauteile dürfen nicht zu dicht nebeneinander liegen, da sonst die Wärmeabfuhr nicht mehr gewährleistet ist. Um diese Bedingungen zu erfüllen, ist es zweckmäßig, die Bauteile in ihrer Größe und Lage in einen Rasterplan einzuzichnen. Hierbei ist zu beachten, daß die Anschlußdrähte nicht unmittelbar am Bauteil abgewinkelt werden dürfen (zu große mechanische Belastung). Muß ein Leiterbahnzug unterbrochen werden, bohrt man die Leiterbahn mit einem Spezialbohrer durch, wobei eine Rasterbohrung als Zentrierung dient.

Ist ein solcher Bohrer nicht vorhanden, kann dies auch vorsichtig mit einem gut geschliffenen Spiralbohrer geschehen. Hierbei ist keine Hand- oder elektrische Bohrmaschine zu verwenden.

Obwohl ein einfacher Aufbau denkbar ist, wurden die Bauteile im nachfolgenden Rasterplan so angeordnet, daß eine Leiterbahnunterbrechung erforderlich wird. Bei größeren Schaltungen ist es zuweilen unvermeidlich, einen Wechsel des Leiterbahnzuges durchzuführen. Dies geschieht mit einer Drahtbrücke. Auch das ist zur Anschauung im Rasterplan enthalten.

Nach dem Entwurf des Rasterplans wird die Veroboardkarte bearbeitet (Leiterbahnunterbrechungen).

Die Anschlußdrähte der Bauteile werden im richtigen Maß abgewinkelt, eingesteckt und danach angelötet.

× = Lötunkt

⊙ = Leiterbahnunterbrechung

A 1 und T 1 Netzanschluß

J 1 und L 1 Glühlampenanschluß

P 1 und S 1 Leitungsanschluß zum Alarmgeber

A 5 nach M 5

S 2 nach T 2

L 13 nach T 13

P 14 nach T 14

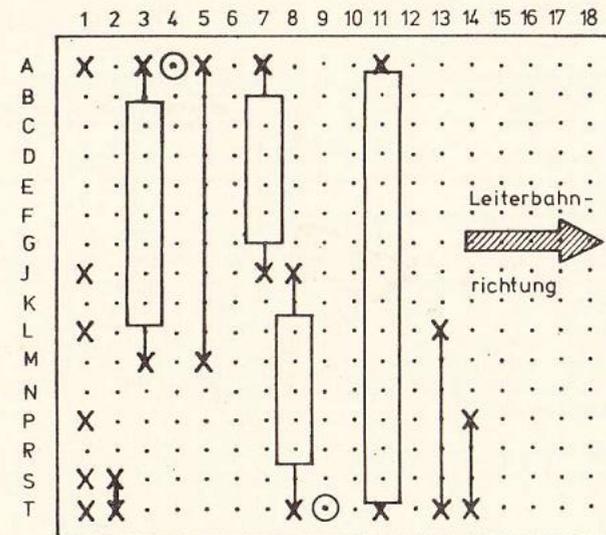
Drahtbrücken

A 3 nach M 3 2,7 Ohm

A 7 nach J 7 10 Ohm

J 8 nach T 8 10 Ohm

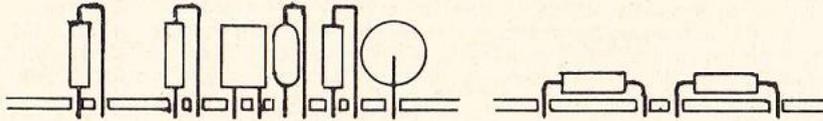
A 11 nach T 11 4,7 Ohm



**Bestückungs- oder Rasterplan**

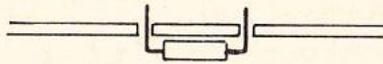
### 3.3.2 Bestücken der Leiterplatte mit Bauelementen

Im allgemeinen werden die Bauteile liegend angeordnet. Die Vorteile sind: Übersichtlichkeit, hohe mechanische Festigkeit sowie geringe induktive und kapazitive Beeinflussung. Die stehende Anordnung der Bauteile wird dort verwendet, wo eine hohe Packungsdichte erwünscht ist, um die Platine möglichst klein zu halten.

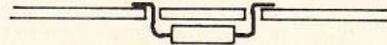


Stehende bzw. liegende Einbauweise der Bauelemente

Die Bauteile sind bei der Bestückung zweckmäßig so zu legen, daß die Beschriftung lesbar ist. Die Anschlußdrähte dürfen beim Vorrichten nicht scharfkantig abgeknickt werden, sondern sind in einem Radius von 1 bis 2 mm zu formen. Steht ein Bestückungsrahmen mit einer Schaumstoffeinlage im Deckel zum Festlegen der Bauteile zur Verfügung, so werden die Anschlußdrähte etwa einen bis eineinhalb Millimeter über der Platine abgeschnitten. Besteht keine Möglichkeit, die Bauteile festzulegen, werden die Anschlußdrähte umgebogen. Dadurch wird das Herausfallen und das Entstehen von kalten Lötstellen weitgehend verhindert. Der Nachteil des Umbiegens zeigt sich, wenn das Bauteil ausgelötet werden soll.



Einbau mit Hilfe eines Bestückungsrahmens

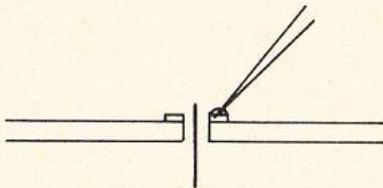


Einbau ohne Bestückungsrahmen, Drahtenden werden umgeknickt

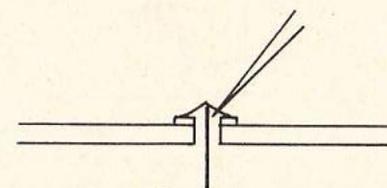
### 3.3.3 Verbindungsstellen verlöten

Zweckmäßig beginnt man mit dem Einlöten von Widerständen und Kondensatoren, denn Halbleiter sind temperaturempfindlich und müssen gegen starke Erwärmung geschützt werden.

Zunächst legt man die Spitze des LötKolbens auf die Leiterbahn, ohne den Anschlußdraht zu berühren, und gibt etwas Lötzinn an die Spitze. Ist das Lötzinn verlaufen, wird neues in ausreichender Menge hinzugegeben und der Wärmekontakt zum Anschlußdraht hergestellt.

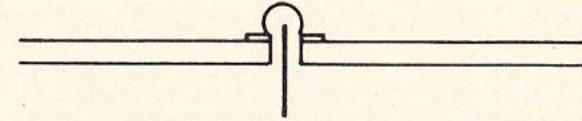


1. Wärmekontakt zur Leiterbahn herstellen.



2. Nur so viel Lötzinn hinzugeben, daß es sich nicht anhäuft.

Richtige Arbeitsweise zum Erzielen einer guten Lötstelle

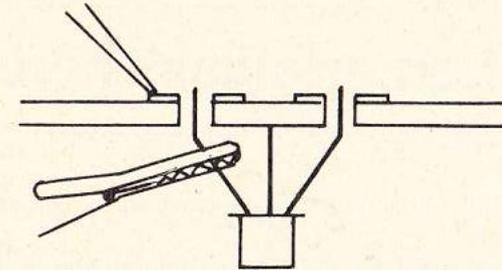


Schlechte Lötstelle, Leiterplatte wurde nicht ausreichend erwärmt  
Falsche Arbeitsweise beim Löten an Leiterbahnen

### 3.3.4 Einlöten von Halbleiterbauteilen

Die Temperatur der Lötspitze eines LötKolbens liegt weit über den Temperaturen, mit denen Halbleiter maximal belastet werden dürfen, ohne sie zu zerstören. So regelt z. B. der Magnastat-LötKolben eine Temperatur von 360° C, die maximale Temperatur für Halbleiter beträgt aber bei Germanium nur 110° C und bei Silizium nur 200° C.

Bei allen Halbleitern muß für eine ausreichende Wärmeableitung und kürzeste Lötzeit gesorgt werden. Zu diesem Zweck wird ein guter Wärmeleiter (Zange, Krokodilklemme oder ähnliches) an den Anschlußdraht angebracht. Es ist zweckmäßig, nicht alle Anschlußdrähte unmittelbar nacheinander zu löten, damit das System zwischenzeitlich auskühlen kann. Bei nicht ausreichender Erwärmung der Leiterbahn entstehen schlechte Lötstellen.



Anbringen einer Wärmeableitung (Krokodilklemme)  
Einlöten von Halbleiterbauteilen

Genauere Lötzeiten müssen den Herstellerdaten entnommen werden. Sie sind auch von der jeweiligen Einbauweise (Länge der Anschlußdrähte, Kühlkörpermontage) abhängig.

## 3.4 Schaltungen ändern

In den Abschnitten 3.1 und 3.2 wurde das Entwickeln und Aufbauen einer Schaltung beschrieben. Diese Schaltung soll nun erweitert werden. Es wird gefordert, daß nach der Änderung die Betriebsbereitschaft der Alarmanlage durch eine zusätzliche Kontrolllampe angezeigt werden soll.

### 3.4.1 Drähte in Montagerahmen beibinden

Die vorhandene Stromlaufzeichnung ist um die geforderte Schaltungsergänzung zu erweitern. Es ist zweckmäßig, die Erweiterung der Schaltung in der Sz gestrichelt dar-

zustellen. Danach sind die zusätzlich benötigten Bauteile und Bauelemente in die Bauteilliste einzutragen sowie alle Pläne zu vervollständigen.

Für die Schaltungserweiterung ist ein separates Formkabel anzufertigen. Dieses wird zu dem bereits vorhandenen Formkabel beigebunden. Bei der Herstellung des neuen Formkabels ist besonders darauf zu achten, daß die Plusleitung auch hier als Erdring zu führen ist. Um beide Erdringverdrahtungen miteinander zu verbinden, wird an dem günstigsten Punkt die alte Erdringverdrahtung aufgetrennt und mit der neuen verbunden. Hierzu wird ein Draht der alten Erdringverdrahtung ausgelötet und mit einem Draht der neuen spitzverbunden. Der zweite Draht der neuen Erdringverdrahtung wird anstelle des ausgelöteten Drahtes eingelötet. Die Spitzverbindung sollte nicht verwürgt, sondern nur gelötet werden, da sonst, z. B. bei einer Trennung der neuen Schaltung, das Verwürgen der Leitung eine Schwierigkeit verursacht.

Ist die Änderung der Schaltung eingebaut, muß eine erneute Funktionsprüfung durchgeführt werden.

#### 3.4.2 Schaltungen auf Leiterplatten ändern

Hierbei ist ebenso, wie im Abschnitt 3.4.1 beschrieben, zuerst die Stromlaufzeichnung um die gewünschte Erweiterung zu ändern und die Bauteilliste zu vervollständigen. Nach diesen vorbereitenden Arbeiten ist, wie im Abschnitt 3.3 beschrieben, zu verfahren.

## Zur Lernerfolgssicherung

- Welche Arbeit geht beim Entwickeln von Schaltungen dem Anfertigen einer Sz voraus?
- Wie heißen die Symbole, die beim Skizzieren einer Stromlaufzeichnung für die Bauelemente und Bauteile verwendet werden?
- Welche Aufgabe haben die beim Herstellen eines Formkabels verwendeten Formbrettstifte?
- Wie werden Bauteile und Bauelemente im Geräteverdrahtungsplan dargestellt?
- Welche Angaben sind der Drahtliste zu entnehmen?
- In welchem Maßstab ist der Drahtführungsplan anzufertigen?
- Wie ist der Wechsel eines Leiterbahnzuges durchzuführen?

## 4 Ausführen von Elektroinstallationen

Gemäß Verordnung über die Berufsausbildung zum Fernmeldehandwerker vom 09. 10. 72 sind im 1. und 2. Ausbildungsjahr die Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten über Starkstrominstallationsarbeiten und die einschlägigen Bestimmungen (z. B. VDE 0100) sowie Übungen an Starkstromanlagen (gemäß z. B. VDE 0105 und 0800) vorgeschrieben. Da bis auf weiteres im 3. Ausbildungsjahr der Berufsausbildung zum Fernmeldehandwerker das Seminar Elektroinstallation durchgeführt wird, sind auch die entsprechenden, im 1. und 2. Ausbildungsjahr zu vermittelnden Kenntnisse und Fertigkeiten in den Band „**Elektroinstallation**“ des Handbuchs für Fernmeldehandwerker übernommen worden. In diesem Band werden somit alle in der Berufsausbildung zum Fernmeldehandwerker im Zusammenhang mit Elektroinstallation zu vermittelnden Kenntnisse und Fertigkeiten zusammengefaßt dargestellt.

## 5 Bauelemente und Bauteile der Fernsprengerätetechnik

Die wichtigsten **Bauelemente** für die Fernmeldetechnik sind Widerstände, Spulen, Kondensatoren und Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren usw.). Sie haben die Eigenschaft, die elektrischen Werte in Fernmeldestromkreisen zu beeinflussen. Diese Beeinflussungen können erwünscht, z. B. Nachrichtenübertragung, oder unerwünscht sein, z. B. Nebensprechen.

Mit **Bauteil** werden einzelne technische Baueinheiten bezeichnet, die in den technischen Einrichtungen und Apparaten

- **schaltungstechnische Funktionen** ausüben (Schalter, Tasten, Relais),
- der **optischen oder akustischen Anzeige** dienen (Lampen, Schaulampen bzw. Wecker, Schnarren) oder
- **Sicherheitsfunktionen** übernehmen (Sicherungen und Schutzschalter).

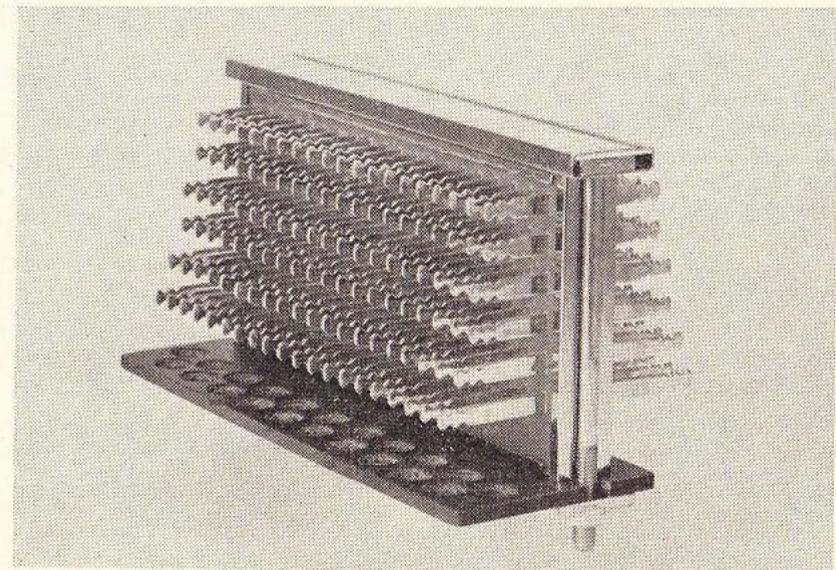
Bauteile und Bauelemente werden in Fernmeldeanlagen durch die Schaltung zu **Baugruppen** bzw. **Baueinheiten** zusammengesetzt. Die Zusammenschaltung der einzelnen Teile zu funktionsfähigen Geräten ergibt sich durch die Schaltungstechnik. Die zeichnerische Darstellung der Bauelemente, Bauteile und aller sonstigen Schaltungsteile in Schaltplänen sowie die Darstellung ihres schaltungstechnischen Zusammenwirkens sind weitere Aufgaben der Schaltungstechnik.

### 5.1 Trennleisten, Schaltstreifen und Lötösenstreifen

#### 5.1.1 Aufgaben und Einsatzmöglichkeiten

In den fernmeldetechnischen Anlagen müssen zahlreiche Verbindungen und Übergänge zwischen den Gestellen der technischen Einrichtungen oder zwischen Kabeln und technischen Einrichtungen hergestellt werden. Dürfen diese Verbindungen aus betriebstechnischen Gründen nicht starr verkabelt werden, dann sind an den Verbindungsstellen Verteiler einzubauen. Die wichtigsten Verteilerarten sind in den Vermittlungsstellen (VSt) die **Hauptverteiler (HVt)**, die **Zwischenverteiler (ZVt)** und die **Schaltverteiler (SchVt)**; in der Übertragungstechnik werden außer den ZVt auch **Kabelendgestelle (KE)** verwendet. Je nach der Aufgabe der Verteiler sind für den Abschluß der ankommenden und abgehenden Kabel **Lötösenstreifen, Trennleisten** oder/und **Schaltstreifen** vorgesehen.

Der **Hauptverteiler** nimmt an der **senkrechten Seite** die Ortskabel (Ok) aus dem Ortsanschlußliniennetz und aus dem Ortsverbindungsleitungsnetz der Vermittlungsstelle auf. Die Innenkabel zu den technischen Einrichtungen der Vermittlungsstelle (Vorwähler oder Anrufer und Übertragungen) enden an der **waagerechten Seite** des HVt.



Lötösenstreifen mit doppelseitiger Lochleiste

An der senkrechten Seite des HVt sind die Kabeladern der Ortskabel angelötet. Die Bezeichnung „senkrechte Seite“ weist auf die Anbringungsart und Zählweise der Trennleisten und Lötösenstreifen hin. Die inneren Verbindungskabel enden an der „waagerechten Seite“ des HVt und werden dort an Schaltstreifen oder Lötösenstreifen angelötet. Die Bezeichnung „waagerechte Seite“ besagt, daß die Schalt- oder Lötösenstreifen dort waagerecht angebracht sind (Zählweise von links nach rechts).

Der **Zwischenverteiler** ist ein Verteiler zwischen den Wahlstufen und technischen Einrichtungen innerhalb der Vermittlungsstellen oder großer Nebenstellenanlagen. Auch zwischen den technischen Einrichtungen der Übertragungs-, Telegraf- und Datenübertragungstechnik sind ZVt eingefügt. An Lötösenstreifen enden die Leitungen von den Eingängen und Ausgängen der einzelnen Schaltglieder oder sonstigen technischen Einrichtungen.

Alle Verteiler sind mit Lötösenstreifen, Trennleisten bzw. Schaltstreifen ausgerüstet. An ihren Lötflächen sind die Kabel mit ankommenden bzw. abgehenden Leitungen angeschaltet, damit sie über Schaltdrähte mit anderen Verbindungsleitungen zusammengeschaltet werden können. Die Lötflächen bilden das Verbindungselement zwischen ankommenden bzw. abgehenden Kabeln und dem Schaltdraht. Durch den Aufbau der Streifen und Leisten und die jeweilige Anordnung der Lötflächen ergibt sich eine **Kabelseite** und eine **Rangierseite**, an die die Schaltdrähte angeschaltet werden. Bei waagerechter Lage der Streifen ist die Kabelseite unten; senkrecht angebrachte Streifen haben die Kabelseite links.

**Trennleisten** können auch **Sicherungselemente** für abzusichernde Leitungen aufnehmen. An **Schaltstreifen** können mit Hilfe von **Schaltsteckern** bestimmte Betriebsumschaltungen (z. B. Anschaltung auf Sonderdienste oder Hinweisschaltungen) ausgeführt werden.

Bei Lötösenstreifen, Trennleisten und Schaltstreifen werden von der gelochten Rückwand her die Drähte an die Lötflächen herangeführt. Dabei ist darauf zu achten, daß die einzelnen Adern gerade und glatt zur Lötfläche verlaufen. Adernkreuzungen im Bereich der Lötflächen sind zu vermeiden. Die isolierten Schaltdrahtadern sollen die Lötflächen nicht berühren, damit die Isolation während des Lötvorgangs nicht abschmilzt. Die abisolierten Drähte werden in die Einkerbungen der Lötflächen gelegt und angelötet.

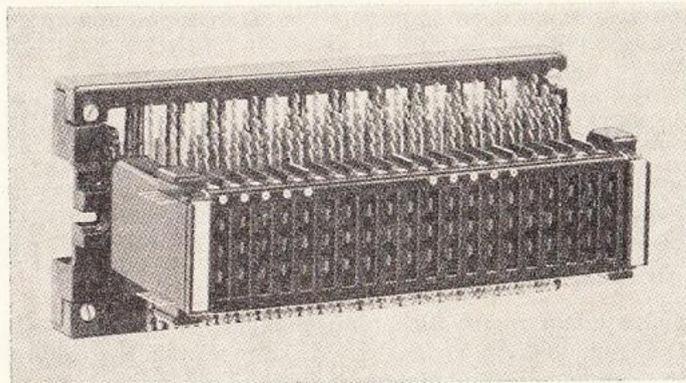
Damit die **Gemeinsamkeiten** der **Trennleisten** und **Schaltstreifen** im Hinblick auf ihren Aufbau und ihren Einsatz eindeutig herausgestellt werden können, werden sie im Zusammenhang mit der jeweiligen Baureihe (55 und 71) beschrieben.

### 5.1.2 Schaltstreifen

Die Schaltstreifen sind am Schaltverteiler oder an der waagerechten Seite des HVt eingebaut und bieten vielseitige Schalt- und Betriebsmöglichkeiten. An die beidseitigen Lötflächen werden die Leitungen angeschaltet, die dann über Kontakte im inneren des Schaltstreifens verbunden sind. Diese **Kontakte** sind gleichzeitig **Durchschalte-, Trenn- und Anschaltepunkte**. Jeder Schaltstreifen hat zusätzliche Seitenbahnen, an denen Leitungen zum Schaltfeld angeschlossen sind. Durch besondere Schaltstecker können die Lötflächen der Kabel- und Rangierseite mit den Seitenbahnen verbunden werden. Über Schaltstecker mit Prüfschnur und Verbundstecker können auch Verbindungen zu den Leitungen auf den Verbundsockeln am HVt-Gestell hergestellt werden, die ebenfalls zum Schaltfeld führen.

#### Schaltstreifen 55

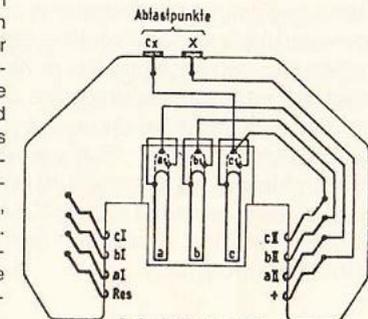
Ein Schaltstreifen 55 hat **20 Lötflächenreihen**, er wird in sieben verschiedenen Ausführungen hergestellt. Sie unterscheiden sich durch die Zahl der Seitenbahnen und die Anzahl der Lötflächen je Reihe.



Schaltstreifen 55

#### Schaltstecker 55

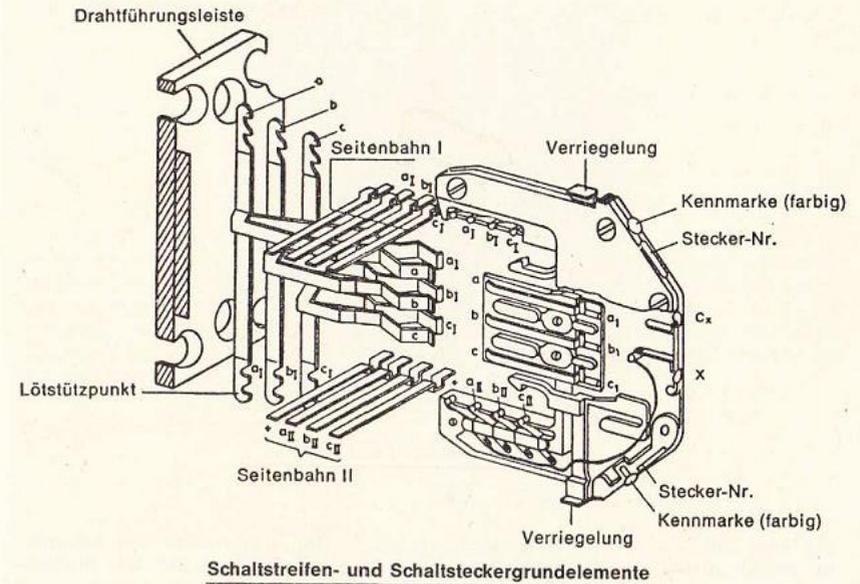
Die **Seitenbahnen** bestehen aus durchgehenden **Kontaktbändern**, die in Längsrichtung vor den Lötflächenreihen liegen. Die Anschlüsse dieser Kontaktbänder sind als Lötflächen an den Stirnseiten des Schaltstreifens herausgeführt. Diese Seitenbahnen ermöglichen Hinweisdienst- und Sonderdienstschaltungen, die auf Wunsch des Teilnehmers aus betrieblichen oder gebührenrechtlichen Gründen durchgeführt werden müssen (z. B. Sperre mit oder ohne Hinweisansage, Schalten auf Fernsprechauftragsdienst usw.). Das verbindende Schaltungsteil für diese Betriebschaltungen ist der **Schaltstecker**, der eine Verbindung der Seitenbahnen des Schaltstreifens mit den Lötflächenkontakten herstellt.



Schaltstecker 55

Die Schaltstecker sind entsprechend ihrem Verwendungszweck und der sich daraus ergebenden unterschiedlichen Verdrahtung mit dreistelligen Zahlen numeriert.

Mit **Trennsteckern** können die Kontakte des Schaltstreifens aufgetrennt werden, mit denen die Lötflächen beider Leitungen verbunden sind. Der Lötstützpunkt der Schaltstreifen, der nicht über Kontakte geführt ist, ist für Umschaltungen vorgesehen, die längere Zeit bestehen bleiben müssen. Die Seitenbahnen werden dadurch für kurzzeitige Betriebsumschaltungen freigehalten.



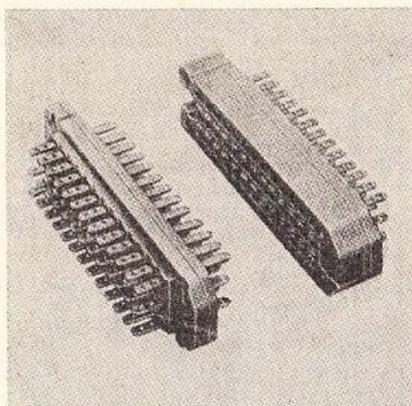
Schaltstreifen- und Schaltsteckergrundelemente

## 5.2 Steckverbindungsteile

Eine elektrische Steckverbindung ist eine Vereinigung von elektrischen Steckverbindern. Sie stellt eine oder mehrere Kontaktverbindungen zwischen elektrischen Leitern her (DIN 41 630). Dabei entsteht die elektrische Verbindung durch das Zusammenstecken zweier Kontaktteile. An diesen Kontaktteilen wird beim Vereinigen oder Trennen die Stromführung geschlossen oder geöffnet. Steckverbindungen werden in der Fernmeldetechnik überall dort eingesetzt, wo aus betrieblichen Gründen eine einfach auszuführende Trennung der Verbindung erforderlich ist. Bei den meisten dieser Steckverbindungsarten wird das **Stift-Buchse-Prinzip** angewendet.

### 5.2.1 Messerleiste und Federleiste

Das Steckverbinderpaar **Messerleiste** und **Federleiste** besteht aus Kunststoffgrundelementen, in die als Kontaktteile flache Stifte (Messerkontakte) und als Gegenkontakt Federbuchsen eingesetzt sind. Die Rückseiten dieser Kontaktteile sind zum Anschluß der Drähte als Lötflächen ausgebildet. Messerleisten und Federleisten gibt es in unterschiedlichen Größen mit bis zu 30 Verbindungen. Die besondere Konstruktion der Grundelemente sichert ein seitenrichtiges Zusammensetzen von Messer- und Federleiste.

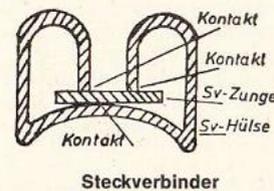


Messerleiste und Federleiste

(Werkbild der Firma T u. N)

Bei der Stift-Buchse-Verbindung wird ein als runder oder flacher Stift geformter Kontaktteil in eine als Gegenstück genau passende Buchse eingeführt. Der Buchsenkontakt besteht normalerweise aus geschlitztem Material mit großer Elastizität, um Doppelkontaktstellen mit hoher Kontaktgüte zu gewährleisten. Der zusätzliche Federdruck des Buchsenkontakts sichert dabei die gute Kontaktgabe. Vielfach haben Steckverbinderkombinationen noch eine zusätzliche mechanische Verriegelung, die ein unbeabsichtigtes Herausziehen des Steckers verhindert.

### 5.2.2 Steckverbinder



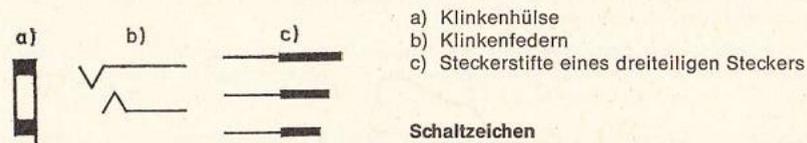
Steckverbinder

Steckverbinder dienen z. B. zur Verbindung der Baugruppen des FeAp 61 und zur Ansteuerung von Handapparaten und Anschlußschnur. Diese Steckverbinder (Sv) bestehen aus Steckverbinderzungen (**Sv-Zunge**) und Steckverbinderhülsen (**Sv-Hülse**). Die Sv ergeben mit ihren drei Kontaktstellen eine gute

Kontaktgabe, die durch einen Verbindungsdruck von 5 N (etwa 500 p) noch erhöht wird.

### 5.2.3 Steckerstift und Klinke

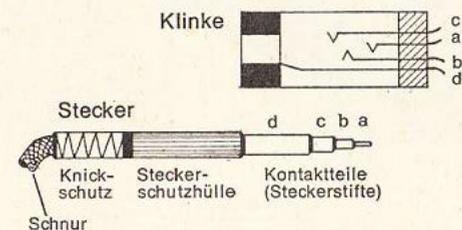
Stecker (DIN 40717) und Klinke sind Steckverbindungsteile, die in der Regel als Verbindungsmittel für handbediente Vermittlungseinrichtungen (Fernschränke und handbediente Nebenstellenanlagen, sogenannte Glühlampenschränke) verwendet werden. Auch Handapparate und Sprechgarnituren von Abfrageplätzen werden vielfach über Stecker und Klinke angeschlossen. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Stecker mit seinen Steckerstiften auch als „Stöpsel“ bezeichnet.



- a) Klinkehülse
- b) Klinkefedern
- c) Steckerstifte eines dreiteiligen Steckers

Schaltzeichen

Die zusammenschaltenden Leitungen oder Verbindungssätze werden jeweils an Steckerstifte bzw. Klinke angeschlossen und durch Einführung des Steckerstifts in die Klinke miteinander verbunden. In Zweischnurssystemen (Schnurpaar) liegen alle Leitungen auf Klinke. Zur Verbindung zweier Leitungen werden die Abfrage- und Verbindungsschnüre (eines Schnurpaares) mit ihren Steckerstiften in die Klinke der beiden Leitungen gesteckt. In Einschnurssystemen sind die Anruforgane mit Steckerstiften und die Verbindungsorgane mit Klinke ausgestattet.



Stecker (Stöpsel) und Klinke

### 5.2.3.1 Stecker

Der Stecker ist ein Steckverbindungsteil; seine Kontaktstellen bestehen aus konzentrisch hintereinander angeordneten Messingringen, den Steckerstiften. In der Vermittlungstechnik sind je nach Bedarf drei-, vier- oder sechspolige Stecker gebräuchlich. Die Anschlußklemmen für die Adern der Steckerschnur befinden sich innerhalb des Steckergriffs unter der abschiebbarer farbigen Steckerstiftschutzhülse. Um die Schnur an der Steckereinführung gegen Beschädigung zu schützen, ist an der Stelle ihrer stärksten Beanspruchung eine Knickschutzspirale angebracht.

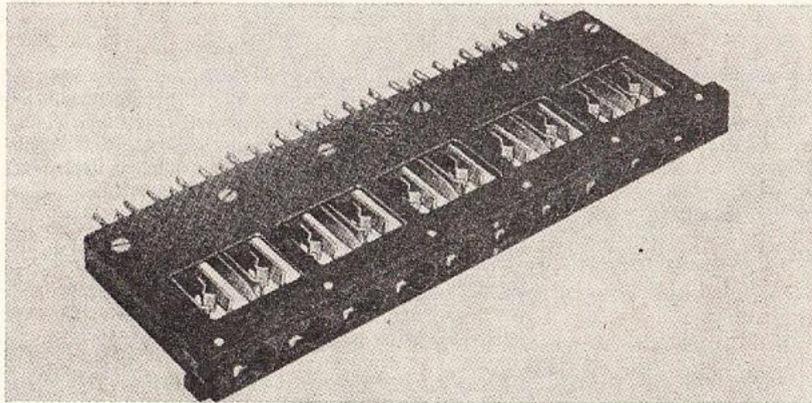
Die Stecker für die Anschaltung von Sprechgarnituren und Handapparaten sind vierpolig, haben eine griffgerechte, breite Isolierhülse und zum Teil seitliche Schnureinführungen. Wegen der Form ihrer breiten Kontaktteile werden sie auch Walzenstecker genannt.

### 5.2.3.2 Klinke

Die Klinke ist das **Gegenstück** des zur Steckverbindung gehörenden **Steckers**.

Durch Stecken des Steckers in die Klinke wird eine Verbindung zwischen den Steckerstiftringen und den Klinkenfedern bzw. der Klinkenhülse hergestellt. Dabei wird eine Kontaktstelle zwischen dem Führungsring in der Klinkeneinführung (Klinkenhülse) und dem Steckerstiftring gebildet. Die anderen Kontaktstellen (Kontaktfedern) sind so ausgeformt und eingestellt, daß sie einen leichten Druck auf jeweils einen Steckerstiftring ausüben. Durch die beim Betrieb ständig durchzuführenden Steck- und Ziehvorgänge zwischen Stecker und Klinke werden die Steckerstiftringe und Klinkenfedern selbsttätig gereinigt. Neben der normalen Kontaktgabe über die Klinkenfedern können die Klinken auch noch zusätzlich mit Kontaktfedersätzen ausgerüstet sein, die dann beim Stecken des Steckers betätigt werden.

Klinken gibt es als **Einzelklinke** und als **Klinkenstreifen** (10- oder 20teilig). Über diese Klinken ist eine Anschaltung von Sprech- und Prüfeinrichtungen im Fernmeldebetrieb möglich.



(Werkbild der Firma T u. N)

Klinkenstreifen

### 5.2.3.3 Steckerstiftschnur

Die am Steckerstift angeschlossene Schnur ist die Steckerstiftschnur, auch Leitungsschnur genannt. Ihre starke betriebliche Beanspruchung durch die ständige Bewegung beim Stecken und Ziehen des Steckerstifts setzt einen besonderen Schnuraufbau voraus. Die geforderte Beweglichkeit und Elastizität wird durch Verwendung von **Litzenleitern** erreicht. Litzenleiter bestehen aus einzelnen Litzenfäden, dies sind Kupferbänder von etwa 0,3 mm × 0,2 mm, die auf einen Kunststoffträgerfaden aufgewickelt sind. Daraus ergibt sich der sogenannte **Lahnfaden**. Die aus mehreren Lahnfäden bestehenden Litzenleiter werden Lahnlitzenleiter genannt. Als Außenhülle der Steckerstiftschnur dient ein Perlongewebe, das durch entsprechende Abbindung die Zugentlastung an den Anschlußstellen der Schnur gewährleistet.

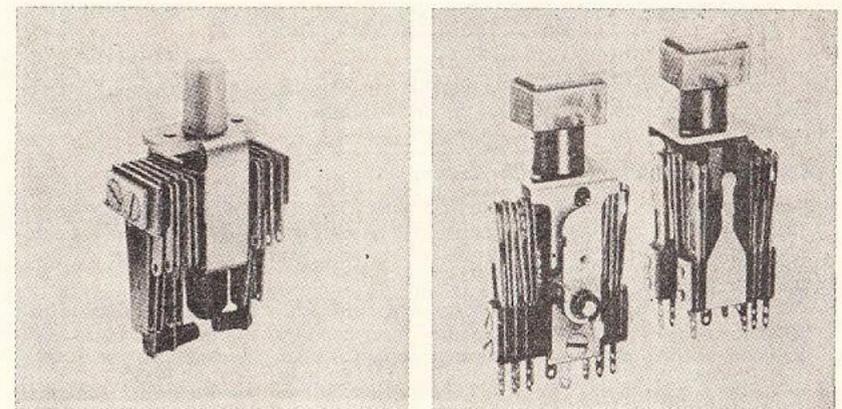
## 5.3 Tasten und Schalter

### Aufgaben und Verwendungsmöglichkeiten

Für Schaltvorgänge, die von Hand (manuell) einzuleiten und zu steuern sind, werden Tasten und Schalter als **Bedienungselemente** eingesetzt. Sie werden hauptsächlich in Abfrage- und Vermittlungsplätzen, Bedienungsfeldern von Prüfeinrichtungen und dgl. verwendet. Die Kontaktfedersätze der Tasten und Schalter entsprechen weitgehend denen der Relais; sie sind lediglich der manuellen Betätigungsweise angepaßt. Tasten und Schalter **ohne Rastung** gehen nach dem Betätigen selbsttätig in die Ausgangsstellung zurück. Tasten und Schalter **mit Rastung** gehen nach dem Betätigen nicht selbsttätig in die Ausgangsstellung zurück.

### 5.3.1 Ausführungsarten der Tasten und ihre Merkmale

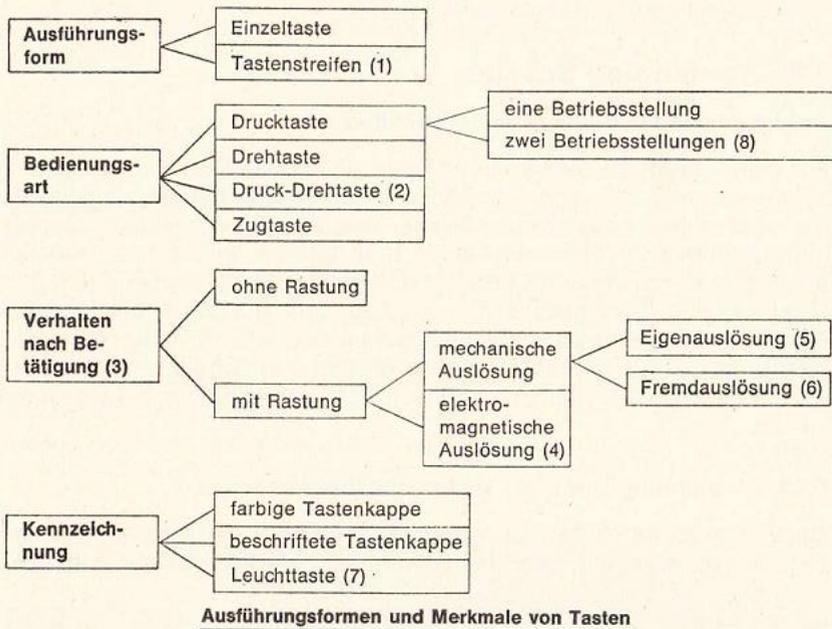
Nach den betrieblichen Erfordernissen unterscheidet man folgende Tastenbezeichnungen: **Drucktaste, Drehtaste, Druck-Drehtaste, Zugtaste,**



Tasten

## Leuchtdrucktaste, Leuchtdrehtaste, Leuchtdruckdrehtaste, Magnettaste und Leuchtmagnettaste.

Das Arbeitselement zur Kontaktbetätigung ist bei der Taste ein Kegel, der als Verlängerung des Bedienungselements zwischen die Betätigungsfedern der Kontaktfedersätze gedrückt wird und so die Kontakte betätigt. Tasten werden in sehr vielfältigen Ausführungsarten hergestellt; deshalb sind die Tasten nachstehend anhand der wichtigsten Grundmerkmale erklärt.



Soweit zu den nachstehend aufgeführten Einzelmerkmalen von Tasten noch Erläuterungen notwendig sind, verweist die eingeklammerte Ziffer auf die anschließenden Hinweise.

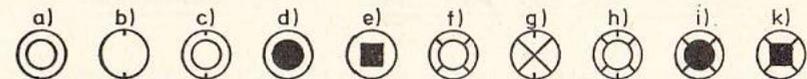
### Erläuterungen zu den Merkmalen der Tasten:

- (1) **Tastenstreifen:** Bis zu 10 Tasten sind auf einem Streifen vereinigt. Die Tasten eines Tastenstreifens können als Einzeltasten betätigt werden, sie können aber auch durch eine entsprechende Mechanik über eine gemeinsame Auslösung verfügen.
- (2) **Druck-Drehtaste:** Bei dieser Taste erfolgt die Kontaktbetätigung durch Druck der Taste. Durch die anschließende Drehbewegung der Taste wird die Taste festgestellt (eingerastet bzw. verriegelt). Eine solche Taste kann also als federnde Taste (ohne Drehung) oder als rastende Taste (mit Drehung) verwendet werden.
- (3) **Verhalten der Taste nach ihrer Betätigung:** Hier ist zwischen Tasten zu unterscheiden, bei denen die Kontakte nach Betätigung durch den Federdruck wieder in ihre Ruhelage zurückgehen, und einrastenden Tasten, bei denen die Kontakte erst durch

einen weiteren Bedienungsvorgang (z. B. Ausschaltung) wieder in die Ruhelage gestellt werden (vgl. auch Erläuterung 2).

- (4) **Elektromagnetische Auslösung:** Diese Tasten verfügen über ein elektromagnetisches Rast- und Auslösesystem; sie werden deshalb **Magnettasten** genannt. Bei Kontaktbetätigung wird eine Haltespule eingeschaltet, die das Auslösen der Taste und der Kontakte verhindert. Ein anderer Kontakt (Relaiskontakt, andere Taste oder dgl.) unterbricht den Stromkreis der Haltespule und die Taste löst aus.
- (5) **Eigenauslösung:** Hier handelt es sich um eine einzelne Taste, die nach Betätigung einrastet und deren Kontakte betätigt bleiben. Erst bei nochmaligem Tastendruck (Eigenauslösung) wird der Rückstellungsmechanismus freigegeben und die Taste löst aus.
- (6) **Fremdauslösung:** Diese Tasten rasten bei Betätigung ein. Sie werden durch das Drücken einer anderen Taste oder von einem zentralen Bedienungsplatz ausgelöst. Tasten in Fernsprechapparaten sind vielfach solche Rasttasten mit Fremdauslösung. Die Rückstellung der Tasten wird dabei dann durch das Auflegen des Handapparats bewirkt. Die Fremdauslösung findet man auch in Form einer gemeinsamen Auslösung bei Tastenstreifen.
- (7) **Leuchttaste:** Die Leuchttaste bildet zusammen mit einer Lampenfassung ein gemeinsames Bauteil. Die in die Lampenfassung eingesetzte Fernmeldekleinlampe kennzeichnet durch gleichbleibendes, flackerndes oder flimmerndes Leuchten einen bestimmten Betriebszustand, der für die Tastenbedienung von Bedeutung ist.
- (8) **Drucktasten mit zwei Betriebsstellungen:** Dies sind Tasten, die nach dem normalen Tiedruck nur zum Teil in die Ruhelage zurückgehen und in einer Zwischenstellung einrasten. Beim Tiedruck und bei der Zwischenstellung können dann verschiedene Schalfunktionen ausgelöst werden (z. B. beim Einsatz der Tasten in Reihenanlagen: Tiedruck = Rufen; Zwischenstellung = Belegung des Sprechweges). Die vollständige Auslösung der Taste erfolgt durch Fremdauslösung (vgl. [6]).

In den Übersichten und Belegungsplänen für Tastenfelder werden die verschiedenen Tasten durch Symbole gekennzeichnet.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| a) Drucktaste, nicht einrastend | f) Leucht-Drucktaste, nicht einrastend |
| b) Drehtaste                    | g) Leucht-Drehtaste                    |
| c) Druck-Drehtaste              | h) Leucht-Druck-Drehtaste              |
| d) Drucktaste, einrastend       | i) Leucht-Drucktaste, einrastend       |
| e) Magnettaste                  | k) Leucht-Magnettaste                  |

### Schaltzeichen für Tasten

## 5.3.2 Ausführungsarten der Schalter und ihre Merkmale

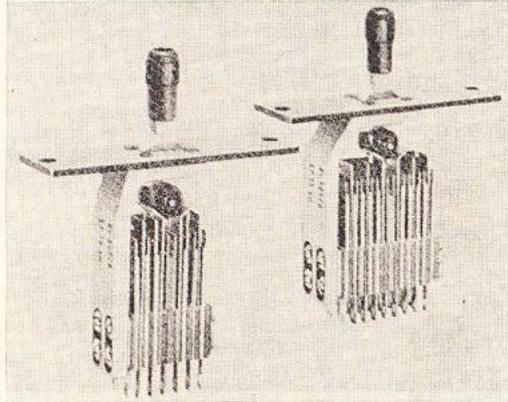
Schalter erfüllen im wesentlichen die gleichen Aufgaben wie Tasten. Hier werden die Kontakte jedoch nicht durch Druck auf ein Bedienungselement, sondern durch Drehen oder Kippen eines Schalthebels betätigt. Es werden grundsätzlich unterschieden:

- **Kippschalter** und
- **Drehschalter.**

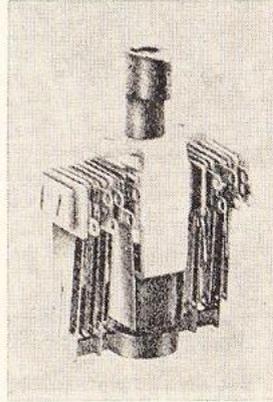
### 5.3.2.1 Kippschalter

In der Fernsprengerätetechnik werden Kippschalter als Abfrage-, Ruf-, Mithör-, Verbindungs- und Trennschalter eingesetzt. Zur Unterscheidung bestimmter Aufgabenstellungen der Schalter werden die Bedienungshebel mit farbigen Hülsen ausgestattet, die bei Bedarf auswechselbar sind.

Das Grundelement eines Kippschalters ist ein Metallwinkel, an dessen Schenkel die Kontaktfedersätze befestigt sind. Aus dem kurzen Winkelstück ragt der drehbar gelagerte Betätigungshebel heraus, der an der den Kontakten zugewendeten Seite zwei Gleitrollen hat. Diese Gleitrollen bewirken beim Kippen des Hebels die Kontakt-



Kippschalter (Seitenansicht auf Federsatz)



(Werkbilder der Firma T u. N)

Drehschalter

betätigung. Dieser Grundaufbau eines Kippschalters ermöglicht drei Schalterstellungen und ebenso viele Bedienungsmöglichkeiten. Je nach Aufgabenstellung wird der Schalter entsprechend ausgeführt.

Werden Schalter mit mechanisch verriegelter Raststellung verwendet, so muß die federnd gelagerte Hülse des Betätigungshebels leicht angezogen und je nach gewünschter Stellung in ein zahnkranzförmiges Rastsegment eingerastet werden.

### 5.3.2.2 Drehschalter

Drehschalter werden durch die **Drehbewegung** eines **Hebels** oder **Drehknopfs** in eine rastende Arbeitsstellung gebracht. Sie sind vielfach als Sperrschalter eingesetzt.

Es gibt auch Drehschalter in der Ausführung als **Paketschalter**. Bei diesem Schalter sind die Kontaktsätze auf verschiedenen scheibenförmigen Ebenen untereinander angebracht. Mit Schleifarmen werden die einzelnen Ebenen bei Schalterdrehung abgeführt und so verschiedenartige Kontaktkombinationen hergestellt. Die gewünschte Hebelstellung ist auf einer unter dem Bedienungshebel liegenden Skala ablesbar. Paketschalter finden hauptsächlich Anwendung in Meß- und Prüfgeräten, wo sie zum Ein- und Ausschalten der einzelnen Meßkreise bzw. Prüffunktionen dienen.

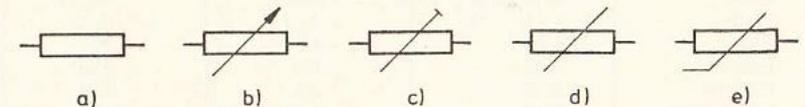
## 5.4 Aufbau und Anwendung von Widerständen

Alle Bauelemente, die die Strom- und Spannungswerte in Stromkreisen beeinflussen, heißen Widerstand. Widerstände, die neben den Auswirkungen auf Strom- und Spannungswerte zusätzlich lediglich Wärmewirkungen hervorbringen, ohne induktiv oder kapazitiv (Blindwiderstand) auf den Stromkreis einzuwirken, heißen ohmsche Widerstände. Hierbei hat das Wort „Widerstand“ eine doppelte Bedeutung. Einmal wird damit das Bauelement „Widerstand“ im Sinne des Widerstandskörpers bezeichnet, zum anderen bezeichnet man damit den elektrischen Widerstandswert dieses Bauelements und meint damit die Größe der Auswirkungen, die der Widerstand im Stromkreis ausübt.

Elektrische Widerstände, die in Gleich- und Wechselstromkreisen die gleichen Wirkungen ausüben, heißen **ohmsche Widerstände** oder **Gleichstromwiderstände**; dies sind z. B. alle Drahtwiderstände, Glühlampen, Heizgeräte usw. Elektrische Widerstände, die in Gleich- und Wechselstromkreisen verschiedene große Wirkungen ausüben, heißen **Wechselstromwiderstände**. Dies sind die Spulen, die außer ihrem ohmschen Widerstand, dem sogenannten **Wirkwiderstand**, einen **induktiven Blindwiderstand** haben, und die Kondensatoren, die außer ihrem Isolationswiderstand einen **kapazitiven Blindwiderstand** aufweisen.

Inwieweit ohmsche Widerstände aufgrund ihrer Bauform auch als Induktivität und als Kapazität, d. h. frequenzabhängig mit Blindwiderstandswerten, in Wechselstromkreisen wirksam werden, soll hier zunächst unberücksichtigt bleiben.

Für die zeichnerische Darstellung von elektrischen Widerständen werden die nachfolgenden **Schaltzeichen** benutzt:



Möglichkeiten  
zu Abb. a)

$\frac{1}{4} W$

$\frac{1}{2} W$

$2 W$

- a) Widerstand, allgemein  
b) veränderbarer Widerstand  
c) einstellbarer Widerstand

- d) linear veränderbarer Widerstand  
e) nichtlinear veränderbarer Widerstand

#### Schaltzeichen für Widerstände nach DIN 40 712

Unter einem **veränderbaren Widerstand** versteht man Widerstände, deren Werte von Hand verändert werden können, z. B. Regelwiderstände. Ein **einstellbarer Widerstand** läßt sich von Hand in seinem Widerstandswert fest einstellen, z. B. Trimmwiderstände.

Außerdem kann der Widerstandswert auch durch den Einfluß einer physikalischen Größe (Temperatur, Licht usw.) verändert werden, z. B. Heißleiter, Fotowiderstände usw. Bei diesen Widerständen ist der Widerstandswert stromrichtungsunabhängig.

Die Größe des Widerstandswerts eines Widerstands ist von dem verwendeten **Widerstandswerkstoff**, seiner **Bauart** (Drahtlänge, -querschnitt) und von der **Temperatur** abhängig. Die elektrische Eigenschaft von Widerstandswerkstoffen wird durch den spezifischen Widerstand angegeben.

**Der spezifische Widerstand gibt den Widerstandswert eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt bei 20° C an.**

Aus fertigungstechnischen Gründen ist in der Massenherstellung der gewünschte Widerstandswert nicht ganz genau erreichbar und für die normalen schaltungstechnischen Belange auch nicht notwendig. Deshalb gibt man die jeweils vorliegenden **Toleranzen** mit dem Widerstandswert zusammen an: z. B.  $\pm 20\%$ ;  $\pm 10\%$ ;  $\pm 5\%$ ;  $\pm 2\%$ ;  $\pm 1\%$ ;  $\pm 0,5\%$ . Die beiden letztgenannten Toleranzen kennzeichnen den Bereich der möglichst genau herzustellenden Meßwiderstände.

Leiterwerkstoff	Spezifischer Widerstand $\rho$ $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	Leitfähigkeit $\kappa$ $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$	Temperaturbeiwert $\alpha$ $\frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 10^{-3}$
Silber	0,016	62,5	3,8
Kupfer	0,01786	56	3,93
Bronze	0,018...0,056	55...18	4,0
Gold	0,023	44	4,0
Aluminium	0,02857	35	3,77
Messing	0,07...0,09	14...11	1,5
Nickel	0,08...0,11	13...9	3,7...6
Eisen	0,10...0,15	10...7	4,5...6
Platin	0,11...0,14	9...7	2...3
Blei	0,21	4,8	4,2
Neusilber	0,30	3,3	0,25
Nickelin	0,43	2,3	0,23
Quecksilber	0,96	1,04	0,92
Wismut	1,1	0,91	0,1
Chromnickel	1,2	0,83	4,2

Widerstandsverhalten verschiedener Materialien

#### 5.4.1 Strombegrenzung und Spannungsteilung durch Widerstände

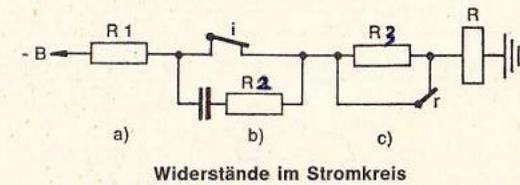
Elektrische Widerstände werden für folgende Anwendungsbereiche verwendet:

- **Begrenzung der Stromstärke** auf den im Stromkreis erforderlichen Wert,

- **Widerstand als Spannungsteiler**; ggf. mit veränderbaren Widerständen oder mit Festwiderständen, die verschiedene Lötunktgrabgriffe haben,
- **Schutzwiderstände** werden als Vorwiderstände zwischen Stromquelle und Verbraucher eingeschaltet, um Kurzschlüsse zu vermeiden.
- **Frittwiderstände** als Vorwiderstände, die einen sehr geringen Stromfluß zur Verbesserung der Kontaktgabe in den Sprechadern zulassen,
- Widerstände in **Funkenlöschschaltungen** zum Schutz von stark-belasteten Kontakten.

Das nachfolgende Schaltungsbeispiel zeigt einige Anwendungsformen für Widerstände in Fernmeldeanlagen.

- Der Widerstand 1 (R1) dient als Schutzwiderstand. Er verhindert einen möglichen Kurzschluß, der z. B. bei Prüfarbeiten am i-Kontakt entstehen könnte.
- Der Widerstand 2 (R2) erfüllt im Zusammenhang mit dem Kondensator eine Aufgabe als Funkenlöschwiderstand für den Impulskontakt „i“.
- Der durch den Kontakt des Relais (r) eingeschaltete Widerstand 3 (R3) verringert nach Ansprechen des Relais den Stromfluß (der Ansprechstrom des Relais wird auf den niedrigeren Haltestrom umgeschaltet).



#### 5.4.2 Festwiderstände

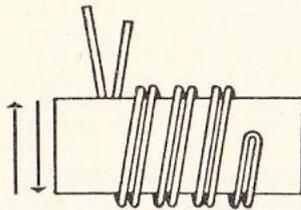
**Festwiderstände haben einen festen, unveränderbaren Widerstandswert.** Der Widerstandswert der meisten Festwiderstände ist nahezu temperaturunabhängig. Nach ihrer Bauform und den verwendeten Werkstoffen unterscheidet man **Draht-, Schicht- und Massewiderstände**.

##### 5.4.2.1 Drahtwiderstände

Der leitende Teil eines **Drahtwiderstands** ist ein Widerstandsdraht aus einem der in der Tabelle aufgeführten Werkstoffe, der auf einen hitzebeständigen Isolierkörper aufgebracht ist. Die gebräuchlichsten Widerstandswerkstoffe für Drahtwiderstände sind Konstantan, Manganin und bestimmte Silberlegierungen.

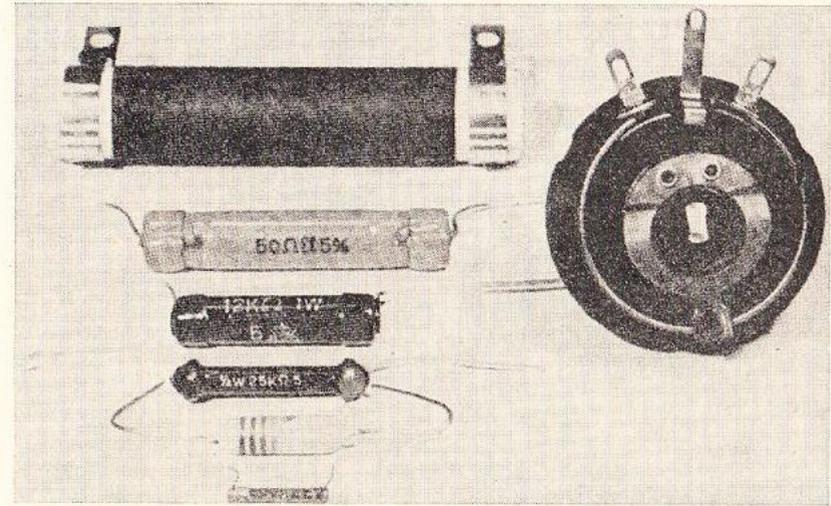
Material	Zusammensetzung	spezifischer Widerstand ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )
Neusilber	60 % Cu, 22 % Zn, 18 % Ni	0,35
Nickelin	60 % Cu, 15 % Zn, 25 % Sn	0,40
Manganin	86 % Cu, 2 % Ni, 12 % Mn	0,43
Silberlegierung	82 % Ag, 10 % Mn, 8 % Sn	0,44
Resistin		0,475
Konstantan	60 % Cu, 40 % Ni	0,50
Isabellin	84 % Cu, 13 % Mn, 3 % Al	0,50
Novokanstant	82,5 % Cu, 12 % Mn, 4 % Al, 1,5 % Fe	0,50
Rheotan		0,72
CN	20–25 % Cr, 20–22 % Ni, Rest Fe	0,95
SC 30	28–32 % Cr, 2–3 % Si, Rest Fe	0,95
Quecksilber		0,958
CN 30	18–22 % Cr, 28–35 % Ni, Rest Fe	1,04
SC 20	17–20 % Cr, 3–4 % Si, Rest Fe	1,05
CN 80	18–20 % Cr, 76–80 % Ni, Rest Fe	1,09
CN 60	15–20 % Cr, 58–63 % Ni, Rest Fe	1,11
AC 20	18–22 % Cr, 3–4 % Al, Rest Fe	1,20
Wismut		1,20
AC 22	20–24 % Cr, 4,5–5,5 % Al, Rest Fe	1,37
AC 30	28–32 % Cr, 4,5–5,5 % Al, Rest Fe	1,40
Kohle		40
Graphit		50 bis 100
Silit		1000

Spezifische Widerstandswerte und Zusammensetzung von Widerstandsmaterialien



Bifilar gewickelter Widerstand

In den Schaltungen der Fernmeldeanlagen werden solche Drahtwiderstände vielfach als **zusätzliche Wicklungen** auf den Spulenkörper **eines Relais** aufgebracht. Um dabei die Induktivität aufzuheben, folgt unmittelbar auf jede Rechtswindung einer solchen Widerstandswicklung eine Linkswindung. Die magnetischen Felder der Links- und Rechtswindungen sind dann gegeneinander gerichtet, und ihre Wirkungen heben sich im Spuleninnern auf. Eine solche Wicklungsausführung nennt man **bifilare Wicklung**.



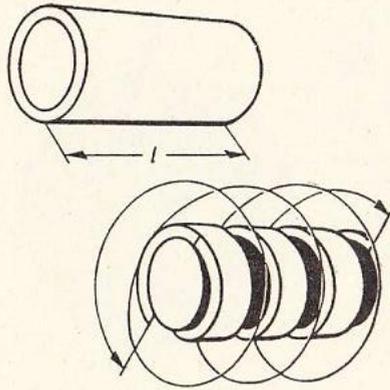
Bauformen der Widerstände

#### 5.4.2.2 Schichtwiderstände

**Schichtwiderstände** sind wirtschaftlicher herstellbar als Drahtwiderstände und werden besonders für hohe Widerstandswerte eingesetzt. Sie bestehen aus einem zylinder- oder röhrenförmigen Keramik- oder Porzellankörper, auf den in einer dünnen Schicht das Widerstandsmaterial aufgespritzt ist. Widerstandswerkstoffe für Schichtwiderstände sind: Kristallkohle oder Kolloidkohle<sup>1</sup>, Graphit, Selit und Dispersionsmittel<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> **Kolloid** (griech.): Stoff in feinsten (kolloidalen) Verteilung; Teilchen mit einer Größe von  $10^{-4}$  bis  $10^{-7}$  cm in einem anderen Medium (Dispersionsmittel).

<sup>2</sup> **Dispersionsmittel**: Mittel, das in einer durchgehenden, zusammenhängenden Phase eines kolloidalen Zweistoffsystems den 2. Stoff in äußerst feiner Verteilung aufnimmt und hält.



Um bei Schichtwiderständen den gewünschten Widerstandswert zu erreichen, kann die Widerstandsschicht durch Einschleifen einer Wendel zu einem schraubenförmigen Band geformt werden. Als mechanischen Schutz und Isolierschicht erhält der Widerstandskörper des Schichtwiderstands abschließend einen Lacküberzug.

#### Schichtwiderstand

(Werkbild der Firma Siemens AG)

### 5.4.2.3 Massewiderstände

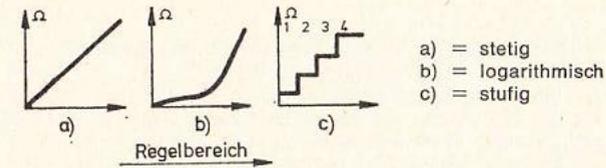
**Massewiderstände** haben keinen besonderen Tragkörper. Hier besteht der gesamte Widerstand aus einem Gemisch von leitenden Widerstandswerkstoffen und nichtleitenden Füllstoffen. Werkstoffe für Massewiderstände sind: Kohlenstoff, Siliziumoxid, Metalloxide und Ferrite. Bei der Herstellung von Massewiderständen werden die Drahtanschlüsse unmittelbar mit eingepreßt.

Weil die Widerstandswerte der Massewiderstände verhältnismäßig hohe Toleranzen aufweisen, werden sie nur noch selten verwendet und weitgehend durch Schichtwiderstände ersetzt.

### 5.4.3 Veränderbare Widerstände

#### 5.4.3.1 Mechanisch einstellbare Widerstände

Mechanisch einstellbare Widerstände sind **veränderbare Widerstände**. Sie werden in Draht- oder Schichtbauform ausgeführt und sind durch einen Einstellmechanismus stufenweise oder stetig in ihrem Widerstandswert zu verändern. Der Einstellmechanismus besteht bei zylindrischen Widerständen aus einem Schieber, der an einer Spindel befestigt ist und den Abgriff an jeder Stelle der Widerstandskörpers ermöglicht. Bei der Kreisform besteht die Regelmöglichkeit aus einem zeigerartigen Abgriff mit Achse und Drehknopf. Einstellbare Widerstände dieser Bauformen werden auch als **Potentiometer** bezeichnet.



Widerstandsverlauf einstellbarer Widerstände

### 5.4.3.2 Temperaturabhängige Widerstände

Temperaturabhängige Widerstände sind Widerstände, deren Widerstandswert durch den Einfluß der Temperatur selbsttätig verändert werden kann. In der Fernmeldetechnik benutzt man Heißleiter als „Anlaßheißleiter“ in Relaischaltungen, um Anzugs- oder Abfallverzögerungen zu erreichen. Außerdem werden Heißleiter verwendet, um die technischen Einrichtungen vor hohen Einschaltstromstößen zu schützen.

### 5.4.3.3 Spannungsabhängige Widerstände

Spannungsabhängige Widerstände sind Widerstände, deren Widerstandswert durch die Höhe der angeschalteten Spannung selbsttätig verändert werden kann. Man nennt die spannungsabhängigen Widerstände auch **Varistoren**<sup>1</sup>.

### 5.4.3.4 Lichtabhängige Widerstände

Lichtabhängige Widerstände sind Widerstände, deren Widerstandswert durch Lichteinfall selbsttätig verändert werden kann. Die lichtabhängigen Widerstände heißen auch **Fotowiderstände**.

### 5.4.4 Widerstandskennzeichnung

Die Widerstandswerte werden unterschieden nach

- **Nennwert**,
- **Istwert** und
- **Toleranzen** (+ oder -).

<sup>1</sup> Varistor = **variable resistor** = veränderbarer Widerstand

**Beispiel:**

Die Toleranzangabe eines Widerstands von  $100 \Omega \pm 10\%$  besagt, daß der Istwert von dem Nennwert in den Wertgrenzen von  $90 \Omega$  bis  $110 \Omega$  abweichen darf.

Welche Toleranzgrenze für einen Widerstand gewählt wird, hängt von der erforderlichen Genauigkeit ab, mit der die Strom- und Spannungswerte für die Schaltfunktionen eingehalten werden müssen. Widerstände mit großen Toleranzwerten sind allgemein billiger als Widerstände mit engen Toleranzgrenzen. Genauigkeit und Kostenaufwand sind also bei der Auswahl von einzubauenden Widerständen mitbestimmend.

Jeder elektrische Widerstand ist u. a. mit seinem **Nennwert** gekennzeichnet. Hierbei sind **verschiedene Kennzeichnungsarten** gebräuchlich.

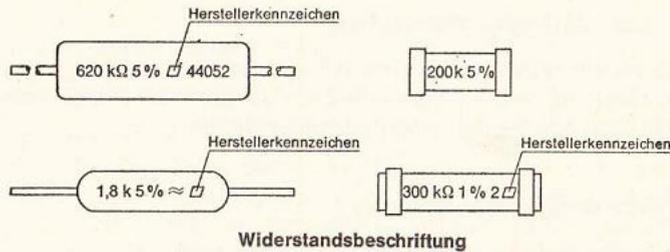
**5.4.4.1 Beschriftung des Widerstandskörpers**

– **Drahtwiderstände** nach DIN 44 185 sind im allgemeinen auf der den Anschlüssen abgewandten Seite mit folgenden Angaben beschriftet:

- Nennwiderstand in  $\Omega$  oder k $\Omega$
- Zulässige Abweichung des Widerstandswertes bei Anlieferung in %
- W oder  $\sim$  bzw. GW oder  $\approx$ , das heißt, daß der Widerstand für Wechselspannung oder für Gleich- und Wechselspannung verwendbar sein soll.
- Hersteller- oder Firmenzeichen
- DIN-Nummer oder Norm über die entsprechende Bauform
- Herstelldatum (auch verschlüsselt)

– **Schichtwiderstände** mit den technischen Werten nach DIN 44 050 sind, soweit Platz vorhanden, mit folgender Beschriftung versehen:

- Nennwiderstandswert in  $\Omega$  bzw. k $\Omega$  oder M $\Omega$
- Zulässige Abweichung des Widerstandswertes bei Anlieferung in %
- Hersteller- oder Firmenzeichen
- DIN-Nummer der Norm über die entsprechende Bauform
- Herstelldatum (auch verschlüsselt)



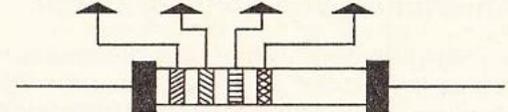
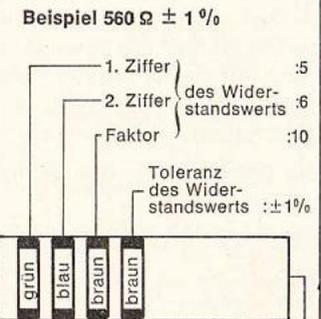
**5.4.4.2 Farb Kennzeichnung**

Elektrische Widerstände werden heute überwiegend durch **Farbringe auf dem Widerstandskörper** gekennzeichnet. Ein **international festgelegter Farbcode** ermöglicht auch die Beschriftung sehr kleiner Widerstandskörper und ist auch in Ländern einsetzbar, die keine arabischen Ziffern benutzen (Japan, China usw.).

Das erste Farbkennzeichen ist deutlich erkennbar näher an einem Ende des Widerstandes angebracht als das letzte am anderen Ende

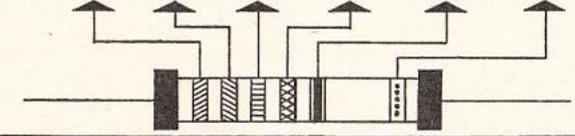
**1. Widerstände der Reihen E 6; E 12; E 24**

Farbe	Widerstandswert in $\Omega$				Toleranz
	1. Ziffer 1. Ring	2. Ziffer 2. Ring	Multiplikator 3. Ring	4. Ring	
ohne	–	–	–	–	$\pm 20\%$
silber	–	–	$\times 10^{-2}$	–	$\pm 10\%$
gold	–	–	$\times 10^{-1}$	–	$\pm 5\%$
schwarz	–	0	$\times 10^0$	–	–
braun	1	1	$\times 10^1$	–	$\pm 1\%$
rot	2	2	$\times 10^2$	–	$\pm 2\%$
orange	3	3	$\times 10^3$	–	–
gelb	4	4	$\times 10^4$	–	–
grün	5	5	$\times 10^5$	–	$\pm 0,5\%$
blau	6	6	$\times 10^6$	–	–
violett	7	7	$\times 10^7$	–	–
grau	8	8	$\times 10^8$	–	–
weiß	9	9	$\times 10^9$	–	–



**2. Widerstände der Reihen E 48; E 96**

Farbe	Widerstandswert in $\Omega$				Toleranz	Temperaturkoeffizient ... $10^{-6}/^\circ\text{C}$
	1. Ziffer 1. Ring	2. Ziffer 2. Ring	3. Ziffer 3. Ring	Multiplikator 4. Ring		
silber	–	–	–	$\times 10^{-2}$	–	–
gold	–	–	–	$\times 10^{-1}$	–	–
schwarz	–	0	0	$\times 10^0$	–	$\pm 200$
braun	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$	$\pm 100$
rot	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	$\pm 50$
orange	3	3	3	$\times 10^3$	–	–
gelb	4	4	4	$\times 10^4$	–	$\pm 25$
grün	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$	$\pm 15$
blau	6	6	6	$\times 10^6$	–	–
violett	7	7	7	$\times 10^7$	–	–
grau	8	8	8	$\times 10^8$	–	–
weiß	9	9	9	$\times 10^9$	–	–



**Farbkennzeichnung für Widerstände**

### 5.4.5 Belastbarkeit von Widerständen

Außer den Widerstandsnennwerten und den Toleranzen ist auch die Belastbarkeit der Widerstände von großer Bedeutung. Widerstände, die größere elektrische Leistungen aufnehmen sollen, müssen größer und stärker gebaut sein als Widerstände, deren Leistungsaufnahme nur gering ist. Für die Auswahl eines einzubauenden Widerstands ist daher nicht nur der Widerstandswert, sondern auch die Belastbarkeit in Watt maßgebend. Widerstände mit großer Belastbarkeit sind teurer als Widerstände mit geringerer Belastbarkeit.

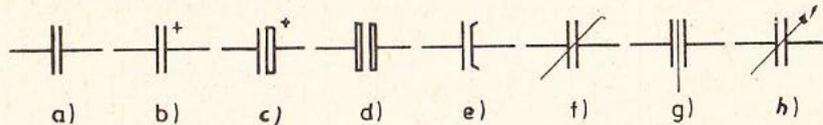
Die Belastbarkeit von Widerständen ist nach **DIN 41 410** wie folgt festgelegt:

**0,5 W, 1,0 W, 2,0 W, 4,0 W und 6,0 W.**

Die Belastbarkeit in Watt eines Widerstands ist auf dem Widerstandskörper meistens nicht angegeben. Zur Bestimmung der Widerstandsbelastbarkeit dient nur das geübte Auge des Fachmanns, der an der Größe des Widerstandskörpers auch die Belastbarkeit abschätzen kann.

## 5.5 Aufbau und Anwendung von Kondensatoren

Der Kondensator ist ein Bauelement, dessen Wechselstromwiderstand **frequenzabhängig** ist. Mit zunehmender Frequenz wird sein Scheinwiderstandswert kleiner. Ein Kondensator hat im Gleichstromkreis praktisch einen unendlich großen Widerstand. Kondensatoren werden z. B. zum Trennen von Gleichstromkreisen oder als Speicher elektrischer Energie verwendet.



- |  |  |
|--|--|
| a) Kondensator (Kapazität) allgemein             | f) Kondensator mit einstellbarer Kapazität |
| b) gepolter Kondensator                          | g) Kondensator mit Anzapfung               |
| c) gepolter Elektrolytkondensator                | h) Kondensator mit veränderbarer Kapazität |
| d) ungepolter Elektrolytkondensator              |  |
| e) Kondensator mit Kennzeichnung des Außenbelags |  |

Nach der neuesten Ausgabe des DIN-Blatts 40 712 kann der Kondensator mit veränderbarer Kapazität auch „mit Angabe des bewegbaren Teils“ dargestellt werden:



In seiner Grundform besteht ein Kondensator aus zwei voneinander isolierten metallischen Leitern (Platten, Beläge), zwischen denen sich ein **Dielektrikum** befindet. Beim Anlegen einer Spannung entsteht zwischen den beiden Platten ein elektrisches Feld, und der Kondensator lädt sich auf. Er hat also die Eigenschaft, elektrische Ladungen aufzunehmen und zu speichern. Die Ladungsfähigkeit eines Kondensators wird als **Kapazität** bezeichnet. Die Einheit für die Kapazität ist das **Farad**.

In der Fernmeldetechnik werden überwiegend Kondensatoren mit einer Kapazität von  $0,1 \mu\text{F}$  bis  $4 \mu\text{F}$  (teilweise auch bedeutend größere Kapazitäten) verwendet. Die Kondensatoren erfüllen in den Fernmeldeanlagen folgende Aufgaben:

- |  |   |
|--|---|
| – Gleichstromsperre,                   | – Siebung in Netzspeisegeräten,             |
| – Funkenlöschung,                      | – Ausgleich der Leitungssymmetrie,          |
| – Beeinflussung von Relaischaltzeiten, | – Kapazitive Kopplung von Schaltkreisen und |
| – Impulsgabe,                          | – Erzeugung von Phasenverschiebung.         |

In den Schwing-, Sieb- und Sperrkreisen der Übertragungs- und Funktechnik sind auch Kondensatoren mit Kapazitäten in den Größenordnungen von Nano- und Picofarad-Werten ( $10^{-9}$  bzw.  $10^{-12}$  Farad) eingesetzt.

### 5.5.1 Der Kondensator im Stromkreis

Durch eine Gleichspannung werden die Elektronen im Dielektrikum so weit verschoben, bis die Kondensatorgegenspannung gleich der angelegten Gleichspannung ist. Der Kondensator lädt sich dabei auf und **sperrt den Gleichstrom**. Die Größe der aufgenommenen Elektrizitätsmenge ist abhängig von der Höhe der angeschalteten Gleichspannung und der Kapazität des Kondensators.

Material	Dielektrizitätszahl
Luft	1
Polystyrol	2...2,8
Hartgummi	3
Quarz	3,8...5
Hartpapier	4...8
Glas	4...8
Phenolharz	5
Glimmer	6...8
Aluminiumoxid	9
Keramik	40...100

Dielektrizitätszahlen

Da sich die Art des verwendeten Dielektrikums auf die Kapazität des Kondensators auswirkt, hat man für die als Dielektrikum verwendeten Isolierstoffe Vergleichswerte aufgestellt, die als **Dielektrizitätszahl** bezeichnet werden. Bezugswert ist dabei die Luft als Dielektrikum mit der Dielektrizitätszahl von 1. Die Dielektrizitätskonstante gibt an, um wieviel sich die Kapazität eines Kondensators vergrößert, wenn anstelle der Luft ein anderes Dielektrikum verwendet wird.

Schaltet man einen Kondensator in einen Wechselstromkreis, so kommt es zu einer frequenzabhängigen Umpolung an den Platten des Kondensators. Der Kondensator wird abwechselnd auf- und entladen. Die dadurch entstehenden Elektronenbewegungen in den Platten bzw. Belägen und den Zuführungen des Kondensators lassen den Eindruck eines Stromflusses durch den Kondensator entstehen. **Der Kondensator läßt den Wechselstrom im Stromkreis fließen.**

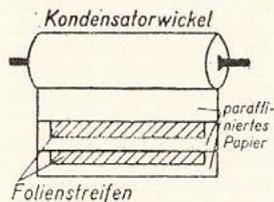
## 5.5.2 Bauformen der Kondensatoren

Nach ihrer Bauform, Herstellungsart und Wirkungsweise werden Wickelkondensatoren, Elektrolytkondensatoren und Drehkondensatoren unterschieden.

### 5.5.2.1 Wickelkondensatoren

Bei einem Wickelkondensator sind die beiden Beläge in Form von Folien mit einem dazwischenliegenden Isolierstoff (Dielektrikum) zu einem Wickel aufgerollt. Durch Imprägnierung dieses Kondensatorwickels werden die Dielektrizitätszahl vergrößert und die Spannungsfestigkeit erhöht. Der Kondensatorwickel wird dann in eine **Becherform** eingebaut oder in der Form eines länglichen Rundzylinders als Bauelement hergestellt. Die Ausführungsform ist vom Einsatzzweck bzw. der Einbaumöglichkeit des Kondensators abhängig. Ein Kondensator in Rundform kann z. B. unmittelbar in die Verdrahtung eingelötet werden.

Wickelkondensatoren werden als Papierkondensatoren und Metallpapierkondensatoren hergestellt. Beim **Papierkondensator** bestehen die Beläge aus einer Aluminiumfolie und das Dielektrikum aus paraffin-getränktem Papier. Beim **Metallpapierkondensator (MP-Kondensator)** werden die Metallschichten (Zinkbeläge) auf das Dielektrikum (Natronzellulosepapier) unmittelbar aufgedampft.



**Blockkondensator**

Metallpapierkondensatoren (**MP-Kondensatoren**) sind durch sogenannte **Selbsteilung** weitgehend gegen die Zerstörung durch Spannungsdurchschlag geschützt. Die Zinkfolie brennt bei Spannungsstößen um die Durchschlagstelle weiter ab als das sie umgebende Dielektrikum. Eine Berührung der beiden Metallfolien nach erfolgtem Durchschlag wird dadurch vermieden. Die hierbei entstehende geringfügige Kapazitätsverminderung ist praktisch bedeutungslos.

Bei vielen Kondensatoren wird anstelle der Papierisolierschicht eine Kunststoffolie als Dielektrikum verwendet. Solche Kondensatoren werden als **Kunststoffolienkondensatoren** bezeichnet. Die Metallbeläge dieses Kondensators bestehen aus Aluminiumfolien; als Dielektrikum werden Kunststoffolien aus Polystyrol, Polyester oder Polycarbonat<sup>1</sup> verwendet.

Werden die Metallbeläge eines Kondensators auf eine Kunststoffolie beidseitig aufgedampft, dann wird dieser Kondensator als **metallisierter**

<sup>1</sup> Polystyrol, Polyester, Polycarbonat und Polyterephthalat sind Isolierstoffe, die sehr formbeständig sind und keine Feuchtigkeit aufnehmen.

**Kunststoffolienkondensator** bezeichnet. Die Kurzbezeichnung dieser Kondensatorart, bei der das Dielektrikum aus Kunststoff besteht, ist **MK-Kondensator**. Durch das Aufdampfen der Metallbeläge auf die Kunststoffolie erreicht man größere Kapazitätswerte bei kleineren Abmessungen. MK-Kondensatoren sind wie die MP-Kondensatoren selbstheilend, so daß sie bei einem Durchschlag nicht zerstört werden. Soll bei einem MK-Kondensator die Art des Dielektrikums mit angegeben werden, dann wird dem Kurzzeichen ein dritter Buchstabe angehängt. Diese **Dielektrikumbezeichnungen** haben dabei folgende Bedeutung: **S** für **Polystyrol**, **C** für **Polycarbonat** und **T** für **Polyterephthalat** usw.<sup>1</sup>

**Beispiel:** Bei einem **MKC-Kondensator** sind

	<b>M</b>	<b>K</b>	<b>C</b>
metallisierte Beläge auf eine			
Kunststoffolie als Dielektrikum aus			
Polycarbonat aufgedampft.			

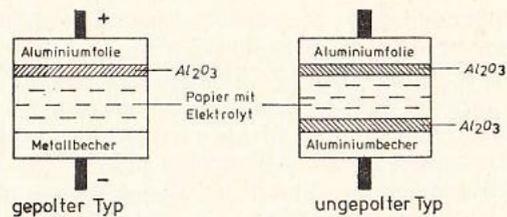
In der Fernsprechtechnik hat der **MKT-Kondensator** eine besondere Bedeutung, weil er in den Fernsprechapparaten als Funkenlöschkondensator und als Kondensator für die Leitungsnachbildung verwendet wird. Bei dem MKT-Kondensator sind die Metallbeläge aus Aluminium auf eine Kunststoffolie aus Polyterephthalat als Dielektrikum aufgedampft.

Kunststoffolienkondensatoren haben einen sehr kleinen Verlustfaktor, eine sehr hohe Kapazitätskonstanz und einen großen Isolationswiderstand.

### 5.5.2.2 Elektrolyt-Kondensatoren

Beim Elektrolyt-Kondensator besteht eine der beiden Elektroden aus einer **Aluminiumfolie**, die mit einer als **Dielektrikum** wirkenden **Oxidschicht** versehen ist. Die Gegenelektrode besteht aus einer elektrisch leitenden Flüssigkeit, dem **Elektrolyten** (Borax oder Natriumperborat). Als Träger für den Elektrolyten verwendet man saugfähiges Papier, das mit der anderen Elektrode (Alu-Folie mit Dielektrikum) zu einem losen Wickel zusammengerollt ist. Dieser Wickel wird so in einen Becher eingebaut, daß der **Becher** die Polarität des Elektrolyten (**Minus**) annimmt. Elektrolytkondensatoren ermöglichen gegenüber den MP- und MK-Kondensatoren eine wesentlich höhere Kapazität bei gleichen Abmessungen.

<sup>1</sup> Polystyrol, Polyester, Polycarbonat und Polyterephthalat sind Isolierstoffe, die sehr formbeständig sind und keine Feuchtigkeit aufnehmen.



Aufbau eines Elektrolyt-Kondensators

Beim Anschluß eines Elektrolyt-Kondensators mit einer Dielektrikumsschicht muß auf die **Polung** geachtet werden. Bei falscher Polung verliert dieser Kondensator durch einen elektrochemischen Vorgang im Dielektrikum seine Sperrwirkung; außerdem wird der Elektrolyt chemisch zerstört.

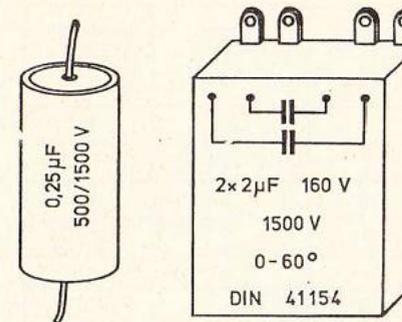
Die Art und die Anordnung der Elektroden und des Dielektrikums im Elektrolyt-Kondensator erlauben hohe Kapazitätswerte bei kleinen Bauteilabmessungen. Das chemische Verhalten des Elektrolyten und die als Dielektrikum wirkende Oxidschicht gestatten keine langen Ausschaltzeiten für einen Elektrolyt-Kondensator. Ist der Elektrolyt-Kondensator längere Zeit spannungslos, findet beim Einsatz im Stromkreis zunächst eine sogenannte **Formierung** des Kondensators statt; d. h., die Oxidschicht auf der Aluminiumelektrode wird auf elektrochemischem Weg neu gebildet.

### 5.5.2.3 Drehkondensatoren

Technische Einrichtungen, in denen die **Kapazitätswerte mechanisch verändert** werden sollen, müssen mit Drehkondensatoren ausgerüstet werden. Bei einem Drehkondensator können die gegenüberliegenden Plattenpaare durch Drehen eines Einstellknopfes oder mit Hilfe eines Schraubenziehers oder Trimmwerkzeugs in ihrer Stellung gegeneinander verstellt werden. Dadurch ändert sich die Kapazität des Kondensators. Luft, Glimmer oder ein besonders hochwertiges Quarz bilden beim Drehkondensator das Dielektrikum. Drehkondensatoren werden vor allem zur frequenzmäßigen Abstimmung von Wechselstromkreisen in der Funk- und Übertragungstechnik eingesetzt.

### 5.5.3 Kennzeichnung der Kondensatoren

Auf den Kondensatoren sind die für den Einsatz benötigten technischen Daten angegeben. Es handelt sich dabei um folgende Einzelangaben:



Beschriftung von Kondensatoren

Kondensatoren sind heute, wie die Widerstände, überwiegend durch Farbringe auf dem Kondensatorkörper gekennzeichnet. Die Kapazitätswerte der Kondensatoren, die eine Farbringkennzeichnung haben, sind genormt; sie können der Internationalen Normreihe entnommen werden.

In den **Karteilisten** der DBP sind für die Kondensatoren folgende technische Daten aufgeführt:

- Der **Kapazitätsnennwert** in pF bzw.  $\mu\text{F}$  ist der Wert des Kondensators, der seine Bemessung für eine Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  kennzeichnet und nach der er benannt ist.
- Die **zulässige Abweichung** der Kapazität in  $\%$  ist die höchstzulässige Abweichung der Ist-Kapazität von der Nennkapazität in Anlieferungszustand, bezogen auf eine Meßtemperatur von  $20^\circ\text{C}$ .
- Die **Nennspannung** in V- ist die Gleichspannung, für die der Kondensator bei einer Umgebungstemperatur von  $40^\circ\text{C}$  bemessen und nach der er benannt ist.

- Kapazität,
- maximale Betriebsspannung,
- Temperaturbereich,
- Prüfspannung,
- Ausführungsform,
- Anzahl der in einem Becher untergebrachten Kondensatoren.

Kennfarbe	Kapazität in pF			Toleranz %	Betriebsspannung V
	1. Ziffer	2. Ziffer	3. Faktor		
keine	—	—	—	20	500
schwarz	(0)	0	1	20	—
braun	1	1	10	1	100
rot	2	2	10 <sup>2</sup>	2	200
orange	3	3	10 <sup>3</sup>	3	300
gelb	4	4	10 <sup>4</sup>	—	400
grün	5	5	—	5	500
blau	6	6	—	6	600
violett	7	7	—	7	700
grau	8	8	10 <sup>-2</sup>	8	800
weiß	9	9	10 <sup>-1</sup>	10	900

**Beispiel: 560 pF ± 1 % 200 V**

1. Ziffer  
2. Ziffer  
3. Faktor  
4. Toleranz  
5. Betriebsspannung

Kondensator

Farbringe

**Beispiel: 3 nF ± 5 % 600 V**

$C = 3000 \text{ pF} = 3 \text{ nF}$

3 0 × 10<sup>2</sup> ± 5 % 600 V

Kondensator

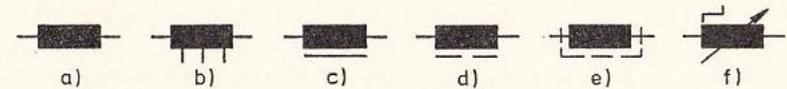
Farbringe

Farbkennzeichnung für Kondensatoren

## 5.6 Aufbau und Anwendung von Spulen

Spulen bestehen aus mehreren **voneinander isolierten Drahtwindungen**. Sie üben in Gleich- und Wechselstromkreisen unterschiedliche Wirkungen aus.

Die **Wirkungen einer Spule** in Gleich- und Wechselstromkreisen beruhen darauf, daß jeder stromdurchflossene Leiter von einem Magnetfeld umgeben ist. Ändert sich das Magnetfeld, das den Leiter umgibt, dann wird in dem Leiter eine Induktionsspannung erzeugt. Ändert sich ein fremderregtes Magnetfeld, dessen Kraftlinien einen Leiter schneiden, dann wird eine Induktionsspannung durch **Fremdinduktion** erzeugt. Hierauf beruhen die Wirkungsweisen von Generatoren und Transformatoren. Wird das selbst-erregte Magnetfeld eines Leiters geändert, dann entsteht eine **Selbstinduktion**. Hierauf beruht die Wirkungsweise der Drosselspulen.



- a) Wicklung, Induktivität, allgemein  
 b) Wicklung mit Anzapfungen  
 c) Wicklung mit Kern, in der Regel aus magnetischem Werkstoff  
 d) Wicklung mit Kern aus magnetischem Werkstoff und mit Luftspalt  
 e) Wicklung, geschirmt  
 f) Wicklung mit stufig veränderbarer Induktivität

Schaltzeichen für Spulen (nach DIN 40 712)

### 5.6.1 Die Spule im Stromkreis

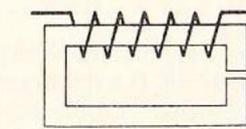
Wird eine Spule in einen **Gleichstromkreis** geschaltet, dann ist, mit Ausnahme der Ein- und Ausschalt Augenblicke, **nur der ohmsche Widerstand** der Spule wirksam. Dieser Wirkwiderstand wird durch den Drahtwiderstand der Spule dargestellt. Liegt eine Spule in einem **Wechselstromkreis**, dann wird durch die fortwährenden Stromrichtungsänderungen **zusätzlich ein induktiver Blindwiderstand** wirksam, der mit zunehmender Frequenz ansteigt. Der Blindwiderstand ( $X_L = \omega L$ ) ist abhängig von der Induktivität einer Spule und der Frequenz des Wechselstroms. Mit steigender Frequenz wird daher der Scheinwiderstand der Spule größer.

Bauelemente, in denen induktive Wirkungen genutzt werden, heißen **Drosselspule, Übertrager und Transformator**.

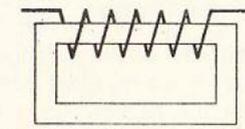
Das Verhalten einer **Spule im Wechselstromkreis** ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Anzahl der Windungen,
- Spule mit oder ohne Kern,
- Kern mit oder ohne Luftspalt,
- Frequenz der angelegten Wechselspannung und der
- Stromstärke.

### 5.6.2 Der grundsätzliche Aufbau von Spulen



Spule mit offenem Eisenkern



Spule mit geschlossenem Eisenkern

Die Höhe der in einer Spule erzeugten Selbstinduktionsspannung ist von der Schnelligkeit der Magnetfeldänderung im Spulenraum abhängig. Die Stärke des Magnetfelds hängt von der Stärke des Stroms und der Bauart der Spule ab. Drosselspulen bestehen aus einer Wicklung mit Eisenkern.

In einer **Spule mit geschlossenem Kern** wird dabei eine höhere Selbstinduktionsspannung erzeugt als in einer Spule mit Lufthohlräum. Der induktive Blindwiderstand von Spulen mit geschlossenem Kern ist daher größer als der von Spulen mit Lufthohlräum. Der Einfluß der Spulenbauart auf die Größe des induktiven Blindwiderstands wird als **Induktivität** der Spule bezeichnet. Die Induktivität einer Spule ist also die Eigenschaft, jeder Stromänderung entgegenzuwirken.

Im massiven Kern einer Spule im **Wechselstromkreis** treten **Wirbelstrom-** und **Ummagnetisierungsverluste** auf, die den Kern erwärmen. Dies wird weitgehend vermieden, wenn die Kerne aus isolierten (lackierten) Blechen (sogenannte Dynamobleche) zusammengesetzt sind. Dies ist bei Drosselspulen, Transformatoren und Übertragern der Fall. Die gleiche Wirkung erzielen Kerne aus Ferritmaterial.

Liegt eine **Drosselspule** in einem **Gleichstromkreis**, dann ist die Induktivität der Spule nur während der Ein- und Ausschalt Augenblicke wirksam. Bei der Einschaltung wirkt die Selbstinduktionsspannung stromhemmend, bei der Ausschaltung stromerhaltend. Dadurch steigt der Strom beim Einschalten allmählich auf seinen Höchstwert an und sinkt nach dem Ausschalten langsam wieder auf den Nullwert ab.

Ist eine **Drosselspule** durch einen Gleichstrom **vormagnetisiert**, dann vermindert sich damit ihre Induktivität, weil magnetisch gesättigtes Eisen eine kleinere Permeabilitätszahl hat als unmagnetisiertes Eisen. Der induktive Blindwiderstand von vormagnetisierten Drosselspulen ist daher kleiner als bei nichtmagnetisierten Drosselspulen.

Bei einer Spule mit offenem Kern ist die Größe der Induktivität unabhängig von dem Gleichstrom. Dieser **Kern mit Luftspalt** wird nicht mehr so stark vormagnetisiert, so daß der induktive Blindwiderstand unabhängig von der Stärke des fließenden Gleichstroms ist. Durch den Luftspalt wird der Verlauf der Induktivität der Spule „linearisiert“ (Anwendung: Sprechübertrager [Induktionsspule]).

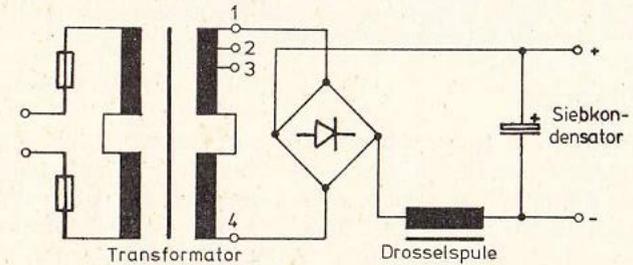
### 5.6.3 Verwendungsmöglichkeiten für Spulen

#### 5.6.3.1 Drosselspulen

Drosselspulen werden eingesetzt, wenn in einem Stromkreis der Wechselstrom vermindert oder gesperrt werden soll. Die dafür verwendeten Spulen haben einen geschlossenen Eisenkreis und 2000 bis 10 000 Windungen; ihr ohmscher Widerstand beträgt 100 bis 1000 Ohm.

Da die Ansprechstromkreise der Relais aus Spulen mit Eisenkern (Joch und Anker) bestehen, werden in Fernmeldeanlagen vielfach die Relais auch zu Drosselaufgaben verwendet. Zur bautechnischen Vereinfachung werden die Relaispulen ohne Kontaktanordnungen mit festgeklemmtem Anker (Schließung des Eisenkreises) in Fernmeldeanlagen verwendet.

Ein typisches Anwendungsgebiet für Drosselspulen sind die Siebketten in Netzanschlußgeräten. In Verbindung mit Kondensatoren glätten sie den gleichgerichteten Wechselstrom.



**Drosselspule in einer Siebkette**

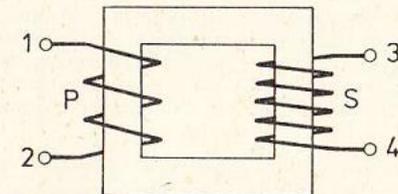
#### 5.6.3.2 Transformatoren

Ein Transformator besteht im einfachsten Fall aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen. Die magnetische Kopplung erreicht man durch einen geschlossenen Eisenkreis, der beide Spulen trägt. Die Wicklung der **Eingangsseite** wird als **Primärwicklung** bezeichnet. Mit **Sekundärwicklung** bezeichnet man die **Ausgangswicklung**, an die der jeweilige Verbraucher angeschlossen wird. Durch die elektromagnetische Verkettung der beiden Wicklungen im gleichen Magnetfeld kommt es zu einer Energieübertragung von der Primär- zur Sekundärwicklung.

Das Verhältnis der Primär- zur Sekundärspannung ist abhängig von den Windungszahlen der beiden Wicklungen. Je mehr Windungen die zweite Wicklung (Sekundärwicklung) hat, um so höher ist die an der Sekundärwicklung erzeugte Spannung.

**Das Verhältnis der Spannungen in den Primär- und Sekundärwicklungen eines Transformators entspricht dem Verhältnis der Windungszahlen beider Wicklungen.**

Das spannungsmäßige Verhältnis der beiden Wicklungen ist dabei unabhängig von der Größe des sekundären Stroms.



**Transformator (Prinzipdarstellung)**

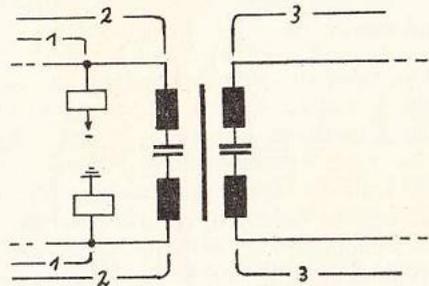
Die Transformierung bezieht sich also auf die Spannung und den Strom. Die **Leistung** als Produkt aus Strom und Spannung ist primär- und sekundärseitig gleich groß; sie wird sogar durch die Verluste des Transformators noch herabgesetzt.

Dies bedeutet für den Transformatorbau, daß die Wicklung mit hohen Windungszahlen (hohe Spannung) infolge des niedrigeren Stroms aus dünnerem Draht bestehen kann als die Wicklung mit wenigen Windungen (kleine Spannung, stärkerer Strom).

Durch verschiedene Abgriffe an der Sekundärwicklung können unterschiedliche Sekundärspannungen abgenommen werden. In Fernmeldeanlagen werden Transformatoren vor allem in Netzanschlußgeräten eingesetzt. Die primärseitig anliegende Netzspannung wird auf die jeweils benötigte Anlagenspannung herabtransformiert (z. B. 220 V/50 Hz auf 60 V bzw. 24 V, bei konstanter Frequenz).

### 5.6.3.3 Übertrager

Ein Übertrager ist grundsätzlich wie ein Transformator aufgebaut. Die Wickeldaten des Übertragers sowie das Material und die Beschaffenheit des Kerns richten sich in erster Linie nach den zu übertragenden Frequenzbereichen. Übertrager finden in der Fernmeldetechnik vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. So werden Übertrager z. B. als **Leitungsabschluß** und gleichzeitig zum **Übertragen** eines bestimmten **Frequenzbandes** (z. B. Sprechwechselstrom) eingesetzt.



- 1 = Gleichstrom (Mikrofonspeisestromkreis)  
2 = vom Mikrofon erzeugter, pulsierender Sprechgleichstrom  
3 = Sprechwechselstrom

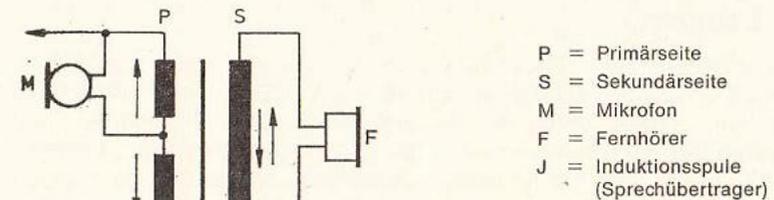
**Übertrager mit Kondensator als Leitungsabschluß (z. B. im 1. GW)**

Innerhalb einer Fernsprechverbindung werden z. B. die galvanisch durchgeführten Sprechadern mit einem Übertrager und einem Kondensator abgeschlossen, um den Gleichstrom des Mikrofonspeisekreises zu sperren und den Sprechwechselstrom durchzulassen. Weitere Übertragungsaufgaben sind: die **Anpassung** des Wellenwiderstands einer Leitung an den Ein- oder Ausgangswiderstand eines Geräts bzw. die gegenseitige Anpassung von zwei Leitungen oder zwei Geräten. Übertrager werden auch als galvanisch trennendes Bauteil für den Starkstromschutz eingesetzt (Trenntransformator).

Bei einer Anpassung von Kreisen unterschiedlicher Wellenwiderstände werden z. B. Übertrager mit Windungszahlenverhältnissen von **1:2**, **2:1** oder **1:4** eingesetzt.

### 5.6.3.4 Sprechübertrager (Induktionsspulen)

Auch bei Sprechübertragern sind mehrere Wicklungen auf einem gemeinsamen Eisenkern angeordnet. Dieser Eisenkern hat jedoch einen Luftspalt, weil Sprechübertrager in Wechselstromkreisen eingesetzt werden, die von unterlagerten Gleichströmen durchflossen werden. Ein solcher Stromkreis ist zum Beispiel der **Mikrofonstromkreis im Fernsprechapparat**. Der zur Mikrofonspaltung verwendete Gleichstrom fließt durch die Primärwicklung des Sprechübertragers, ohne auf den Fernhörer im Sekundärkreis einzuwirken. Lediglich der überlagerte Sprechwechselstrom wird von der Primär- zur Sekundärwicklung – und damit auf den Fernhörer – übertragen.



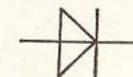
**Sprechübertrager mit Mikrofon und Fernhörerkreis**

Durch Unterteilung der Primärwicklung und unterschiedliche Primär- und Sekundärwicklungswerte verbessert man die Übertragungseigenschaften des Fernsprechapparats im Hinblick auf die Dämpfung der eigenen Sprache im eigenen Fernhörer (Rückhördämpfung). Das Sprech- und Hörsystem eines Fernsprechapparats ist so gestaltet, daß nur soviel von der Energie des eigenen Mikrofonstromkreises auf den eigenen Fernhörer übertragen wird, daß der Benutzer den Eindruck eines eingeschalteten und betriebsfähigen Sprechsystems gewinnt. Bei unendlich großer Rückhördämpfung würde der Eindruck einer betriebsunfähigen Leitung und Apparatur entstehen.

Die obige Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild eines Sprechübertragers. Wicklungswerte und Lötstifte des Sprechübertragers enthalten die Originalschaltungen der FeAp der 61er, 75er und 79er Serie der FeAp der DBP.

## 5.7 Gleichrichter

Im Bereich der Nachrichtentechnik und für den Betrieb von elektronischen Geräten wird, bis auf wenige Ausnahmen, Gleichstrom als Betriebsstrom verwendet. Die dazu nötige Spannung wird mit Hilfe von Netzgeräten dem Wechselstromnetz entnommen. In diesen Netzgeräten befinden sich u. a. Gleichrichter, die den Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln.



Schaltzeichen  
für Gleichrichter

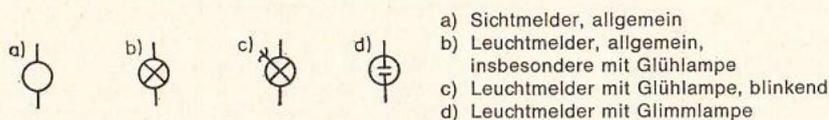
Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine richtungsabhängige Leitfähigkeit des als Gleichrichter verwendeten Bauteils erforderlich. Die dabei auftretende Ventilwirkung des verwendeten Materials setzt dem Strom in einer Richtung – der **Durchlaßrichtung** – einen geringen Widerstand und bei wechselnder Stromrichtung – der **Sperrichtung** – einen sehr hohen Widerstand entgegen, der den Stromfluß sperrt.

### 5.7.1 Halbleitergleichrichter (Kristallgleichrichter)

Als Halbleitermaterialien verwendet man bei der Herstellung von Kristallgleichrichtern **Selen, Kupferoxydul, Silizium** und **Germanium**.

## 5.8 Lampen

**Lampen** dienen dazu, bestimmte veränderliche Betriebs- und Bedienungszustände oder Unregelmäßigkeiten beim Betriebsablauf optisch anzuzeigen. Diese **optischen Anzeigemittel** sind in Anlagen und Apparaten der Fernmeldetechnik, z. B. als Anruf-, Belegungs-, Gefahr-, Kontroll-, Prüf- und Aufmerksamkeitszeichen, eingesetzt. Sie zeigen die einzelnen Abläufe eines Betriebsvorgangs oder bestimmte Betriebszustände an und fordern gegebenenfalls zum Eingreifen bei Betriebsüberlastungen und technischen Störungen auf.



Schaltzeichen für Lampen

Fernmeldelampen gibt es in den verschiedensten Ausführungsformen. Zur **Signalisierung** von Betriebszuständen oder technischen Störungen sowie zur optischen Kennzeichnung von abgeschalteten Weckersignalen werden vielfach Glühlampen oder Glimmlampen eingesetzt.

### 5.8.1 Glühlampen

Jede Glühlampe besteht aus einem **nahezu luftleeren** oder **gasgefüllten Glaskolben**, in dem sich der **Glühdraht** befindet. Die Enden des Glühdrahts sind mit den Kontaktstellen der Glühlampe leitend verbunden. Durch den Stromfluß wird der Glühdraht so stark erhitzt, daß er Licht abstrahlt.

Die Bedeutung der durch Glühlampen anzuzeigenden Signale wird durch folgende Merkmale und Kennzeichnungen der Bauausführungen erreicht:

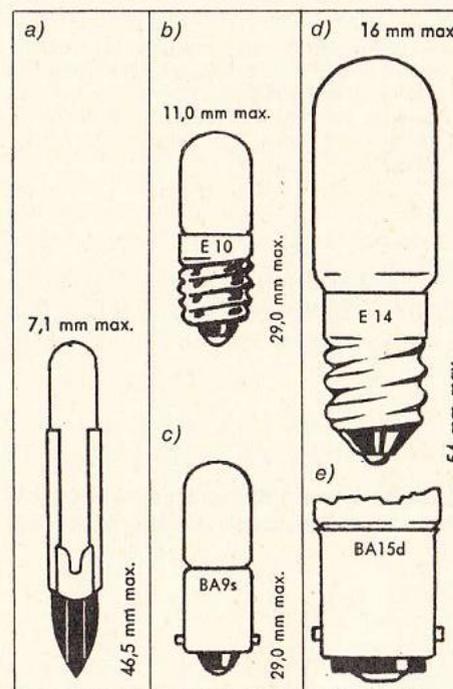
- **farbige Lampen** (bl, ge, gn, rt, orange, ws, matt, klar),
- **farbige Kappen** als Abdeckung der Lampenelemente,

- Kennzeichnung des Signals durch **beschriftete Lampenabdeckungsstreifen** bei Lampen, die in einem Lampenstreifen zusammengefaßt sind,
- Einsatz der Lampen in einem **beschrifteten Tableau**,
- Lampe als Einsatz in einer **beschrifteten oder farblich gekennzeichneten Taste** (Lampentaste).

Die vorstehende Aufzählung zeigt, daß Lampen als **Einzellampen**, in **Lampenstreifen** (jeweils 10 Lampen) oder in **Lampentasten** eingesetzt werden können. Weitere Unterscheidungsmerkmale für die Bauform der Lampen ergeben sich aus Sockelform und Form des Lampenkörpers (vgl. nachstehende Tabelle).

Sockelform	Form des Lampenkörpers
<b>Schraubsockel</b> (Abbildung b + d)	<b>Kolben- oder Röhrenform</b>
<b>Stecksockel</b> (Abbildung a)	<b>Röhrenform</b>
<b>Bajonettsockel</b> (Abbildung c + e)	<b>Kolben- oder Röhrenform</b> <b>Kugelform</b> <b>Birnenform</b>

Bauformen der Lampen

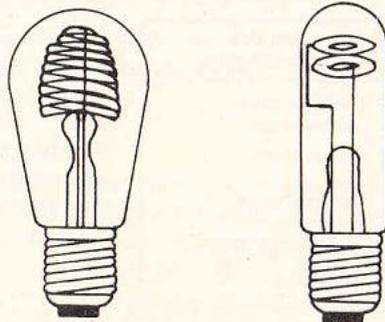


Fernmeldelampen mit verschiedenen Sockelformen

(Werkbild der Firma Taunuslicht)

## 5.8.2 Glimmlampen

Glimmlampen bestehen aus einem gasgefüllten Glaskolben (75 % Neon, 25 % Helium), in dem sich **zwei Elektroden** gegenüberstehen. Die Zündung der Glimmlampe erfolgt bei einer bestimmten Spannung, der sogenannten „**Zündspannung**“. Glimmlampen nehmen nur geringe elektrische Leistung auf, deshalb werden sie z. B. zur Signalisierung von Netzstromkreisen verwendet.



Glimmlampenformen

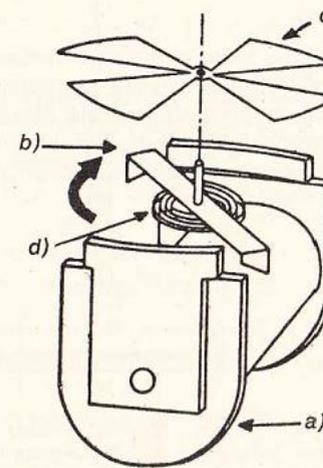
Die Kombinationen dieser verschiedenen Lampenarten und Lampeneigenschaften führen zu sehr vielen unterschiedlichen Ausführungen der Fernmeldelampen. Grundlage für die **Lampenbeschaffung** bei der DBP ist die **Karteiliste 473**, die alle bei der DBP geführten Lampen enthält. Die Industrie ist bemüht, kleinere Lampenformen zu entwickeln, die eine geringe Leistungsaufnahme mit guten Leuchteigenschaften verbinden.

## 5.8.3 Besondere Anzeigemittel

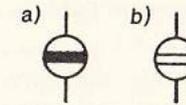
Aufgabenstellung und Konstruktion der Fernmeldeeinrichtungen sowie die allgemeine technische Entwicklung bilden die Ausgangslage für eine Reihe weiterer Anzeigemittel, die neben den Lampen in Fernmeldeeinrichtungen eingesetzt werden.

### 5.8.3.1 Schanzeichen

Schanzeichen sind **elektro-mechanische Anzeigemittel** und werden im Regelfall als **Sternschanzeichen** zum Anzeigen von Betriebszuständen in Fernsprechapparaten eingesetzt.



Sternschanzeichen



- a) Schanzeichen mit selbsttätigem automatischem Rückgang  
b) Schanzeichen ohne selbsttätigen Rückgang

Schaltzeichen für Schanzeichen

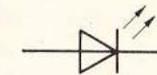
Bei ausreichender Erregung (Strom) des **Sternschanzeichens** wird ein drei- oder vierteiliger Stern (ws oder rt) sichtbar (vgl. hierzu obige Abbildung). Es wird durch Federkraft in die Ruhelage zurückgestellt, wenn der Haltestrom abgeschaltet ist. Das **Elektromagnetsystem (a)** zieht bei Erregung einen **Anker (b)** an, der mit dem **Schanzeichenstern (c)** verbunden ist. Der Stern wird durch Drehbewegungen sichtbar. Die **Spiralfeder (d)** ist die Rückstellfeder.

Schanzeichen unterscheiden sich von den Lampen neben dem Aufbau und der Wirkungsweise auch durch ihre geringere Leistungsaufnahme (Ansprechstrom etwa 15 bis 20 mA). Sie werden deshalb besonders dort eingesetzt, wo länger andauernde Betriebszustände angezeigt werden sollen. Ihr verhältnismäßig widerstandsfähiger Aufbau macht sie außerdem unempfindlich gegen mechanische Einwirkungen.

### 5.8.3.2 Leuchtdioden

Die Leuchtdiode, auch Lumineszenzdiode, lichtemittierende Diode oder kurz **LED** genannt, ist eine Halbleiterlichtquelle.

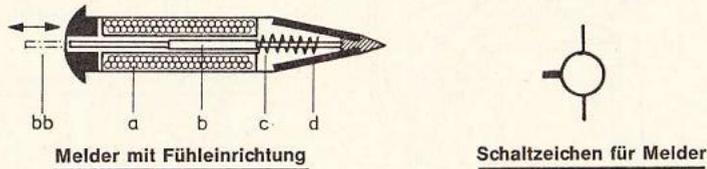
Leuchtdioden werden u. a. in modernen **Nebenstellenanlagen** und in **Taschenrechnern** verwendet.



Schaltzeichen für LED

### 5.8.3.3 Melder mit Fühleinrichtung

Wenn Abfrageeinrichtungen mit Blinden oder Sehbehinderten besetzt sind, werden als Anzeigemittel Melder mit Fühleinrichtung eingesetzt. In der äußeren Form und den Abmessungen entsprechen die Melder mit Fühleinrichtung den normalen Fernmeldekleinlampen; sie können deshalb auch in Fassungen für diese Kleinlampen eingesetzt werden.

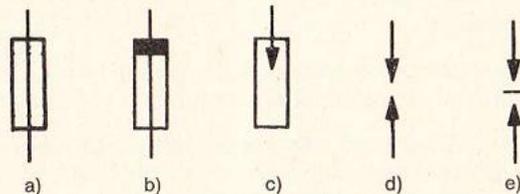


Eine **Spule (a)** im Schaft des Melders zieht bei Erregung einen stiftförmigen **Anker (b)** an, der in Ruhelage von der **Feder (c)** gehalten wird. Durch diese Ankerbewegung tritt der mit dem Anker verbundene **Kunststofffühlstift (bb)** aus dem Grundelement heraus und ist somit abtastbar. Nach der Erregung des Melders bringt die Feder den Stift wieder in die Ruhelage zurück. Der Melder mit Fühleinrichtung ist mit einem Stecksockel ausgestattet, der seitlich die **Anschlußbügel (d)** trägt.

## 5.9 Sicherungen

### 5.9.1 Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen

Der Einbau von Stromsicherungen und Überspannungsschutzeinrichtungen in elektrische Anlagen gehört zu den Schutzmaßnahmen, die notwendig sind, um Personen und Anlagen vor Schäden durch **zu hohe Spannungen** und **zu starke Ströme** zu schützen. Außerdem sollen Schutzmaßnahmen die Störungen möglichst vermeiden bzw. ihre Auswirkungen vermindern und somit die Gefährdung von Personen und Anlagen weitgehend ausschalten. Die Schutzmaßnahmen gelten nicht nur dem Personal und den Fernmeldeeinrichtungen der DBP, sondern auch den Teilnehmereinrichtungen und deren Benutzer.



#### Stromsicherungen

- a) Sicherung, allgemein  
b) Sicherung mit Kennzeichnung des netzseitigen Anschlusses

#### Überspannungsschutz

- c) Überspannungsableiter  
d) Funkenstrecke  
e) Doppelfunkenstrecke

Schaltzeichen (nach DIN 40 713)

Für Überströme und Überspannungen kommen im Bereich des Fernmeldewesens verschiedene Ursachen in Frage.

Für Überströme und Überspannungen kommen im Bereich des Fernmeldewesens verschiedene Ursachen in Frage.

#### Überströme entstehen bei

- **Überlastung** eines Stromkreises durch zu viele gleichzeitig eingeschaltete Verbraucher,
- **Kurzschluß** durch direkte Berührung spannungsführender Leiter und
- direktem **Erdschluß** spannungsführender Leiter.

#### Überspannungen entstehen bei

- **Berührung** einer Fernmeldeleitung mit einer Starkstromleitung (z. B. zwischen zwei Freileitungen),
- **Blitzeinschlag** in Fernmeldeleitungen (z. B. Freileitung) und
- **induktiver Einwirkung** von benachbarten Starkstromleitungen (z. B. elektrisch angetriebene Schienenbahnen).

Die **Sicherungsgeräte** sollen die auftretenden **Überspannungen** selbsttätig **ableiten** und bei Überströmen die betroffenen **Stromkreise** selbsttätig **unterbrechen**.

### Sicherungsanzeige

In den Fernmeldeanlagen wird das Ansprechen von Sicherungen in den Signaleinrichtungen durch Aufleuchten verschiedenfarbiger Lampen und unterschiedliche Weckersignale angezeigt, damit das Betriebspersonal die Ursachen für das Auslösen der Sicherung beseitigen und die Sicherungen erneuern kann. Von unbesetzten Betriebsstellen können diese Signale über eine **Störungssignalisierung** zu besetzten Dienststellen weitergemeldet werden, so daß von dort die Bedienung der gemeldeten Signale veranlaßt werden kann.

### 5.9.2 Stromsicherungen

Nach ihrer Bauform werden in den Fernmeldeanlagen folgende Stromsicherungen unterschieden:

- **Schmelzsicherungen,**
- **Umkehrauslöser** und
- **Fernmeldeschutzschalter.**

Zum Begriff „Sicherung“ soll noch erwähnt werden, daß bei engerer Auslegung des Begriffs Einrichtungen mit indirekter Auslösung, wie Fernmeldeschutzschalter und sonstige Automaten, nicht als Sicherung bezeichnet werden.

### 5.9.2.1 Schmelzsicherungen

**Schmelzsicherungen** bestehen aus einem Sicherungskörper (Porzellan oder Glas) mit einem eingezogenen Schmelzdraht aus Silber. Die Stärke des Drahts ist von dem jeweiligen Nennstromwert abhängig.

Beim Erreichen der Auslösestromstärke schmilzt der Sicherungsdraht und unterbricht so den Stromkreis.

Bei Schmelzsicherungen mit hohen Auslösestromwerten ist der Schmelzdraht zur Löschung des beim Durchschlag entstehenden Lichtbogens in Quarzsand eingebettet. Die **Auslösezeit** solcher Schmelzsicherungen liegt bei **20 bis 30 ms**. Bei Sicherungspatronen aus Porzellan wird der **Sicherungsnennwert** durch ein farbiges **Sicherungsplättchen** am Kopf der Patrone gekennzeichnet.

Kennfarbe	Nennstrom A	Kennfarbe	Nennstrom A
ocker	1	grau	16
rosa	2	blau	20
gelb/braun	4	gelb	25
grün	6	schwarz	35
rot	10		

Kennfarben für Sicherungspatronen (Kennmelder)

Der farbige **Kennmelder** der Sicherung steht unter Federdruck und wird beim Auslösen der Sicherung weggeschleudert. So sind bereits ausgelöste Sicherungen am fehlenden Farbplättchen zu erkennen. Damit in die Sicherungselemente nicht irrtümlich falsche Sicherungspatronen eingeschraubt werden können, ist in die Sicherungssockel ein **Paßring** eingesetzt, in den nur der Fußteil der richtigen Patrone hineinpaßt und Kontakt geben kann.

Durch Einsatz des Paßrings wird erreicht, daß wohl eine Sicherung mit niedriger Nennstromstärke, aber nie eine Sicherung mit einer größeren Nennstromstärke eingesetzt werden kann.

Sicherungskörper aus Glas enthalten den Sicherungswert als Prägung auf einem der beiden Metallendstücke.



a) Sicherung mit Glaskörper

b) Sicherung mit Porzellankörper  
(D-Sicherungseinsatz)

Schmelzsicherungseinsätze

### Arbeitsbedingungen der Schmelzsicherungen

**Stromsicherungen** müssen bei Überströmen die stromführenden Leitungen innerhalb bestimmter Zeiten unterbrechen. Sie sind so **in die Stromkreise** der Fernmeldeanlagen **einzuführen**, daß der zu schützende Anlagenteil rechtzeitig abgeschaltet wird. Das Durchbrennen einer Stromsicherung ist abhängig von der Stärke des hindurchfließenden Stroms und der Schmelzdauer des Schmelzdrahts. Die Schmelzdauer ist dabei die Zeit, die bis zum Auftrennen des Stromkreises infolge überhöhter Stromwärme vergeht. Hinsichtlich der Stromwerte unterscheidet man folgende Begriffe:

- **Nennstrom:** Das ist der Dauerstrom, für den die Stromsicherung gebaut und nach der sie benannt ist.
- **Grenzstrom:** Das ist der Stromwert, den die Sicherung gerade noch fließen läßt, ohne den Stromkreis aufzutrennen.
- **Auslösestrom:** Das ist der Stromwert, bei dem die Stromsicherung in der zulässigen Auslösezeit gerade durchschmilzt.

Die **Nennstromstärke** kennzeichnet den Stromwert, den eine Sicherung im Dauerbetrieb aushält. Wird dieser Nennstromwert bis zur Höhe des **Auslösestroms** überschritten, so muß die Sicherung innerhalb der Auslösezeit den Stromkreis unterbrechen. Auslösestrom und Auslösezeit sind voneinander abhängig. Zeitmäßig muß eine Sicherung den **1,5fachen Nennstromwert bis zu einer Stunde** aushalten. Bei einem **1,6- bis 2,1fachen Nennstromwert muß die Sicherung einwandfrei auslösen**. Je höher der Auslösestrom, um so schneller trennt die Sicherung den Stromkreislauf; man sagt, die Sicherung spricht an.

Folgende Grundsätze und Merkmale sind genau zu beachten:

- Stromsicherungen **liegen in Reihe** mit dem zu schützenden Objekt; sie unterbrechen beim Überschreiten des Auslösestroms den Stromkreis.
- Schadhafte Stromsicherungen dürfen niemals behelfsmäßig in Stand gesetzt (geflickt) oder überbrückt werden.

Je nach den Betriebsverhältnissen der zu schützenden Anlagen unterscheidet man entsprechend der Abschaltcharakteristik der Sicherungen zwischen **finken, mittelträgen** und **trägen** Stromsicherungen.

**a) Sicherung, flink (Kennbuchstabe „F“):** Ein Sicherungseinsatz mit flinkem Schaltvermögen findet dort Anwendung, wo schädliche Stromüberlastung innerhalb kürzester Zeit abgeschaltet werden soll.

#### Anwendungsbeispiele:

- **Hauptsicherung** für mehrere besonders gesicherte Stromkreise;
- **Kurzschlußschutz**, wenn die möglichen Kurzschlußströme das Schaltvermögen der nachgeschalteten mittelträgen oder trägen Sicherungen übersteigen;
- **Schutz von besonders empfindlichen Geräteteilen** (z. B. Meßwerke).

b) **Sicherung, mittelträge (Kennbuchstabe „M“):** Mittelträge Sicherungen bilden den bisher gebräuchlichsten Sicherungsschutz in Fernmeldeanlagen. Sie werden bei normalen Einschaltströmen verwendet.

**Anwendungsbeispiele:**

- Schutz der Sekundärseite von Transformatoren;
- Verteilungssicherung bei Speisung mehrerer Kreise zur selektiven (trennscharfen) Abschaltung;
- Schutz von Gerätestromkreisen, die mit dem Starkstromnetz in Verbindung stehen.

c) **Sicherung, träge (Kennbuchstabe „T“):** Träge Sicherungen sollen infolge ihres geringen Schaltvermögens möglichst nur in Sekundärstromkreisen verwendet werden. Im Zusammenhang mit trägen Sicherungen sind als Kurzschlußschutz entsprechend bemessene flinke Sicherungen vorzuschalten.

**Anwendungsbeispiele:**

- Stromkreise, in denen betriebsbedingte **kurzzeitige Stromspitzen** auftreten können, ohne zu einer Gefährdung der technischen Einrichtungen zu führen;
- Einschaltkreise von Motoren und Transformatoren.

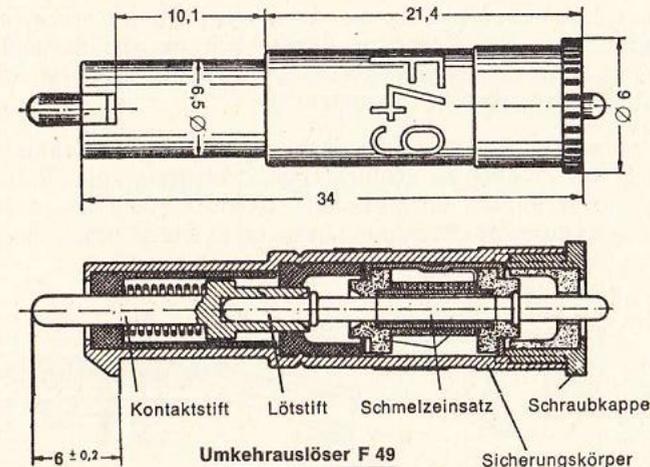
### 5.9.2.2 Umkehrauslöser

Umkehrauslöser sind Stromsicherungseinrichtungen, die nach dem Ansprechen nicht ausgewechselt werden, sondern durch „**Umkehren**“ des **Schmelzeinsatzes** wieder betriebsbereit sind. Sie sind Weiterentwicklungen der Rücklötauslöser (Rücklötsicherung), bei denen der Betriebszustand durch einen besonderen „Rücklötvorgang“ wiederhergestellt wurde.

Der Sicherungseinsatz des Umkehrauslösers besteht aus einer Patrone mit einem eingesetzten Auslösesystem. Dieses Auslösesystem besteht aus einer in Weichlot eingebetteten Heizspule (Schmelzeinsatz) und zwei Stiften, die als Lötstift und Kontaktstift (Auslösestift) wirken. Die Heizspule liegt dabei in dem zu schützenden Stromkreis.

Im kalten Zustand wird ein Kontaktstift in einer Buchse von dem Weichlot (**Wood-Metall**)<sup>1</sup> in der Arbeitsstellung festgehalten. Das Weichlot ist von einer Wicklung umgeben, die vom Arbeitsstrom durchflossen wird.

<sup>1</sup> **Wood-Metall:** Legierung aus 50% Wismut; 25% Blei; 12,5% Zinn und 12,5% Cadmium (Schmelzpunkt 60° C).



Ein beim Auslösestrom flüssig werdendes Lot drückt mit Hilfe einer Feder einen Kontaktstift heraus. Dieser Kontaktstift gibt eine Kontaktfeder am Sicherungselement frei und trennt so den Hauptstromkreis auf. Gleichzeitig wird durch die ausgelöste Feder des Sicherungselements ein Signalstromkreis geschlossen. Der Rücklötvorgang entfällt bei dieser Sicherung, weil der Schmelzeinsatz mit Spule und Kontaktstift aus dem Sicherungskörper herausgenommen werden kann. Umgekehrt wird er dann wieder in den Sicherungskörper eingesetzt. Der Kontaktstift hat dann wieder seine Betriebslage, und die Kontaktfeder am Sicherungselement kann ebenfalls wieder in die Betriebslage gebracht werden.

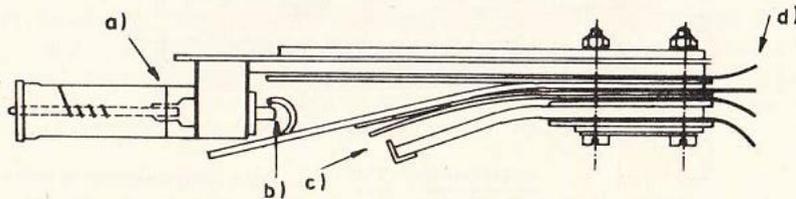
Vor dem erneuten Einsatz soll die Sicherung F 49 aber mit einem speziell für diese Sicherungsform entwickelten **Sicherungsprüfgerät** auf ihre Betriebssicherheit geprüft werden. Dadurch vermeidet man das Einsetzen von Schmelzeinsätzen, deren Spulen nicht mehr betriebsfähig sind. Die Skala des Prüfgeräts ist in farbige Felder eingeteilt, die dem Auslösestromwert entsprechen. Auf der abschraubbaren Verschlusskappe der Sicherungspatrone ist der Sicherungswert (Auslösestrom) mit der gleichen Farbe gekennzeichnet.

Kennfarbe	Nennstrom A	Auslösestrom A
hellrot	0,1	0,2
schwarz	0,16	0,3
braun	0,25	0,5
gelb	0,4	0,75
weiß	0,5	1
hellblau	0,7	1,2
rot	0,8	1,5
grau	1	2
grün	1,6	3
blau	4	6

**Kennwerte für Umkehrauslöser**

**Umkehrauslöser** haben wie alle auf dem Schmelzlotprinzip beruhenden Sicherungssysteme eine **längere Auslösezeit als die Schmelzdrahtsicherungen**. Beim Erreichen der **Auslösestromstärke** löst der Umkehrauslöser spätestens nach **40 Sekunden** aus.

Der Umkehrauslöser F 49 wird in ein besonderes Sicherungselement eingesetzt, das in dem zu schützenden Stromkreis liegt. Spricht der Umkehrauslöser infolge unzulässiger Strombelastung an, dann wird der Stromkreis durch die Bewegung des Kontaktstifts aufgetrennt.



- a) eingesetzter Umkehrauslöser  
b) Kontaktstift mit Federbügel  
c) Kontakt für Signalstromkreis  
d) Lötflächen

Sicherungselement für Umkehrauslöser F 49

### 5.9.2.3 Fernmeldeschutzschalter

Der **Fernmeldeschutzschalter** ist ein Sicherheitsbauteil, bei dem außer einer möglichen Handauslösung **zwei automatische Auslösesysteme** gleichzeitig wirksam werden können, und zwar

- eine **thermische Auslösung** (Bimetallwirkung) zur zeitlich verzögerten Auslösung,  
Auslösung bei 2facher Nennstromstärke in 40 s,  
Auslösung bei 5facher Nennstromstärke in 5 s und
- eine **magnetische Auslösung** (Kurzschlußauslösung) zur Schnellauslösung,  
Auslösung bei 11facher Nennstromstärke in 0,006 s.

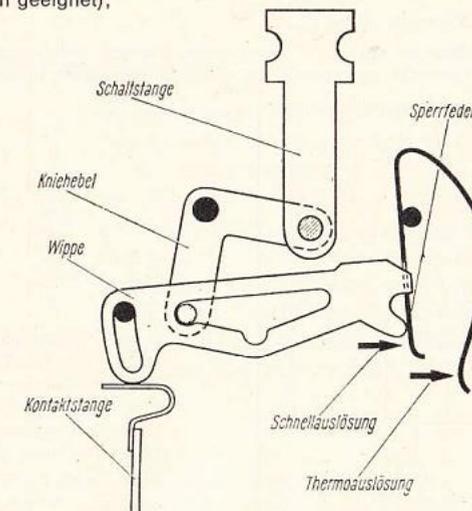
Je nach Überschreitung der Nennstromwerte spricht entweder zuerst die thermische oder zuerst die magnetische Auslösung an. Darüber hinaus kann der Schutzschalter durch eine Schaltstange von Hand ausgelöst werden.

Stellung Schaltstange Schalter	1 eingedrückt Betriebszustand	2 herausgesprungen elektr. ausgelöst	3 in Mittelstellung geöffnet, ohne Alarm	4 eingedrückt elektr. ausgelöst
Hauptkontakt	geschlossen	offen	offen	offen
Signalkontakt	offen	geschlossen	offen	geschlossen
Trennkontakt	geschlossen	offen	offen	offen

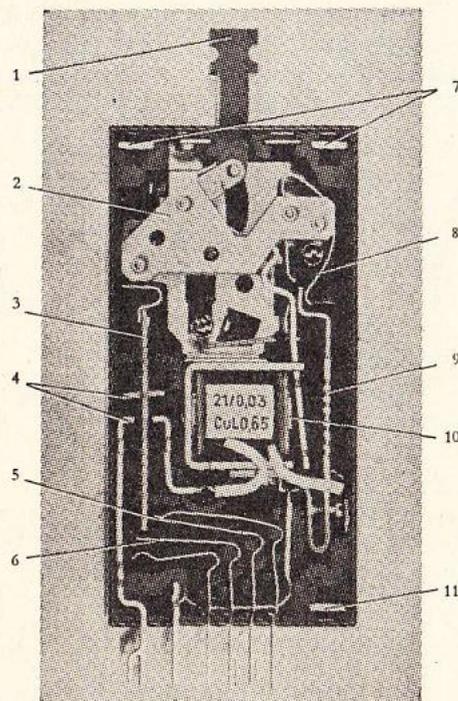
Schaltzustände des Fernmeldeschalters

Beim Fernmeldeschutzschalter unterscheidet man 4 verschiedene Schaltzustände:

- 1. Schaltzustand – Betriebszustand**  
Eingedrückte Schaltstange mit geschlossenem Hauptkontakt (Signalkontakt offen);
- 2. Schaltzustand – Auslösezustand**  
Herausgesprungene Schaltstange mit offenem Hauptkontakt und geschlossenem Signalkontakt;
- 3. Schaltzustand – Handauslösung**  
Schaltstange in Mittelstellung und alle Kontakte geöffnet (z. B. zum Sperren von Einrichtungen geeignet);



Auslösesystem des Fernmeldeschalters

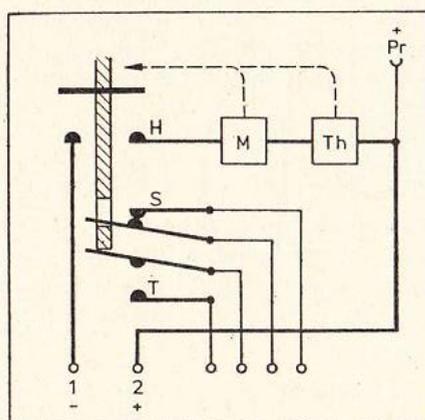


- 1 Schaltstange
- 2 Schaltsystem
- 3 Kontaktstange
- 4 Hauptkontakt
- 5 Signalkontakt
- 6 Trennkontakt
- 7 Gewindestücke
- 8 Sperrfeder
- 9 Thermosystem
- 10 Magnetsystem
- 11 Gewindestück

**Fernmeldeschutzschalter**

#### 4. Schaltzustand – Auslösezustand

Eingedrückte Schaltstange bei nicht behobener Störung (Auslösestrom), offener Hauptkontakt, geschlossener Signalkontakt (Auslöseursache noch nicht behoben).



- H = Hauptkontakt  
 M = Magnetauslöser  
 Pr = Prüfklinke  
 S = Signalkontakt  
 T = Thermokontakt  
 Th = Thermoauslöser

**Kontaktanordnung des Fernmeldeschalters**

Beim **Auslösesystem** des Fernmeldeschutzschalters wird die Wippe in Abhängigkeit von den Auslösesystemen (thermisch bzw. magnetisch) über die Sperrfeder freigegeben. Die Sperrfeder überträgt die Bewegung der Magnetspulen und des Bimetallstreifens auf den Auslösemechanismus. Durch Federkraft gleitet dabei der in seinem Knie drehbar gelagerte Kniehebel aus seiner Grundstellung und gibt die Wippe frei, die dem Druck der Kontaktstange nachgeben kann.

Fernmeldeschutzschalter können zu **Sicherungsstreifen** zusammengebaut werden. Sie nehmen dabei nicht mehr Platz ein als die Umkehrauslöser mit ihren Sicherungselementen.

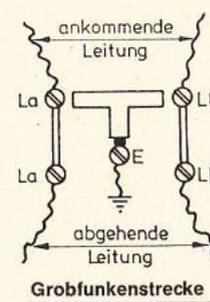
Mit einem besonderen **Prüfgerät** kann die Betriebsfähigkeit der **Schutzschalter** überprüft werden.

Das Prüfgerät wird über die Prüfbuchse des Schutzschalters wie ein Verbraucher angeschlossen. Der Prüfvorgang zeigt dann an, ob der Schutzschalter bei vorgegebenem Prüfstrom innerhalb der vorgeschriebenen Zeit auslöst. Das Prüfgerät hat verschiedene Prüfbereiche, die im Hinblick auf die Art des Schutzschalters und den gewünschten Nennstrom einzustellen sind. Das Prüfgerät für Fernmeldeschutzschalter trägt die Bezeichnung Prüfgerät 84.

#### 5.9.3 Spannungssicherungen

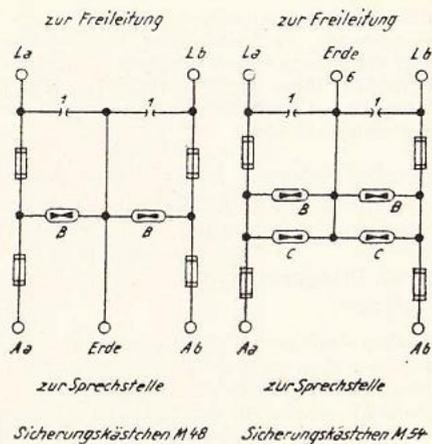
Die Spannungssicherungen werden in Grob- und Feinsicherungen eingeteilt. Sie **liegen parallel zum zu schützenden Objekt** und leiten Überspannungen zur Erde ab. Deshalb liegt eine Elektrode der Überspannungsschutzeinrichtung am Objekt, die andere Elektrode ist geerdet. **Grobsicherungen** schützen vor Auslösespannungen von 1500 V bis 2500 V. **Feinsicherungen** sprechen je nach Ausführungsform bei Auslösespannungen von 230 V bis 500 V an.

##### 5.9.3.1 Spannungsgrobschutz



Spannungsgrobsicherungen bestehen aus zwei Metallteilen, die in geringem Abstand (etwa 0,5 bis 1 mm) angebracht sind. Die abzusichernde Leitung ist an eine Metallelektrode angeschlossen. Entsteht auf der Leitung eine gefährliche Überspannung, die mindestens der Auslösenennspannung entspricht, dann schlägt ein Funken auf die mit der Erdleitung verbundene zweite Metallelektrode über. Über diese **Grobfunkenstrecke** wird also die Überspannung unschädlich gemacht.

Das hier gezeigte Prinzip eines Spannungsgrobschutzes wird in älteren Sicherungskästchen angewendet (Sicherungskästchen: Schutz der Teilnehmereinrichtung bei oberirdischer Leitungszuführung).

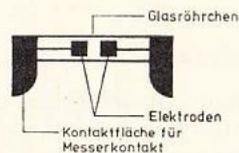


1 Grobfunkenstrecke 2000 Volt

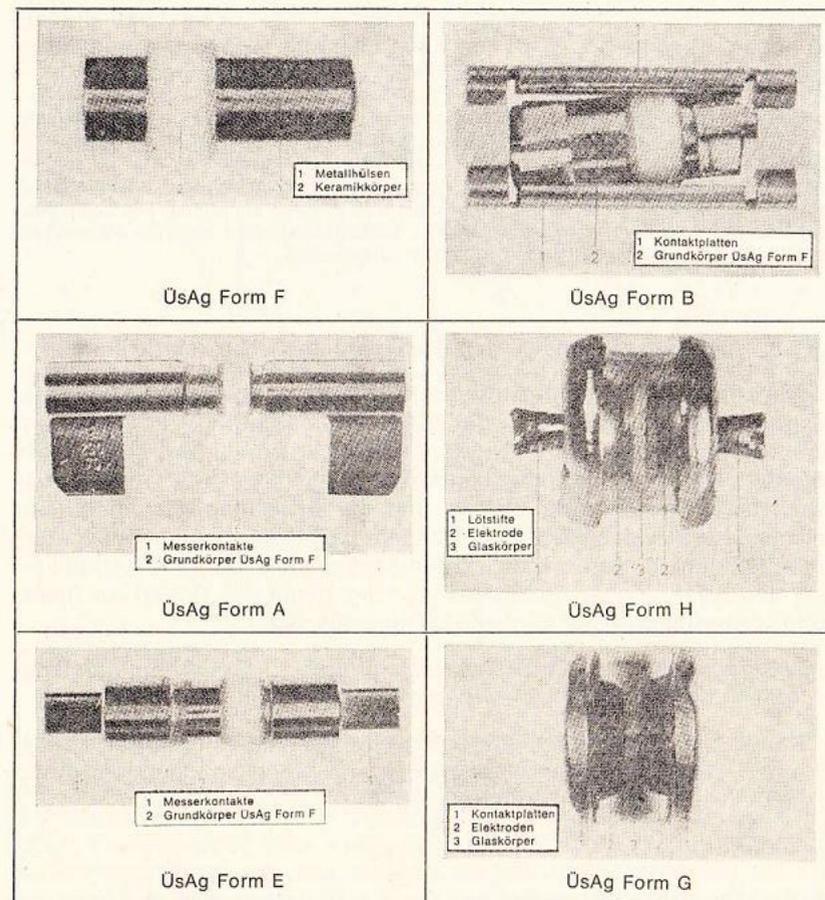
Sicherungskästchen

5.9.3.2 Überspannungsableiter

Der gebräuchlichste Überspannungsschutz ist der Überspannungsableiter (ÜsAg). Im Hinblick auf seine Wirkungsweise wird er auch Gasentladungsableiter genannt.



Überspannungsableiter (schematisch)



(Werkfotos der Fa. Krone GmbH)

Überspannungsableiter

Ein solcher Überspannungsableiter besteht aus einem mit Edelgas gefüllten Kolben, in den zwei Elektroden eingesetzt sind. Diese Elektroden sind mit den metallischen Kontaktflächen an den Enden des Kolbens verbunden. Entsprechend der Ausführungsform des ÜsAg sind die als Entladungsgefäß dienenden Kolben aus Glas, Keramik oder Metall.

Die Ansprechspannung der Gasentladungsableiter ist hauptsächlich vom Abstand der Elektroden abhängig. Beim Erreichen der **Ansprechspannung** wird durch den Spannungsunterschied zwischen den Elek-

troden das Gas in dem Entladungsgefäß ionisiert. Von einer Glimmentladung ausgehend wird letztlich über eine Lichtbogenentladung eine an sich widerstandsfreie Verbindung zur Erde hergestellt.

Überspannungsableiter sind normalerweise nach dem Ableiten einer Überspannung wieder betriebsbereit. Sie müssen also nach dem Ansprechen nicht ausgewechselt werden. Ausfälle der ÜsAg lassen sich jedoch nicht ganz vermeiden. Weil schadhafte ÜsAg nicht immer durch einen direkten Kurzschluß angezeigt werden, sind die ÜsAg nach den technischen Vorschriften mindestens alle 4 Jahre zu prüfen. Die Überspannungsableiter werden in ihren verschiedenen Ausführungsformen nach der Fernmelde-technischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 477 71 TV 1 hergestellt.

### 5.9.3.3 Arbeitsbedingungen der Überspannungsschutzeinrichtungen

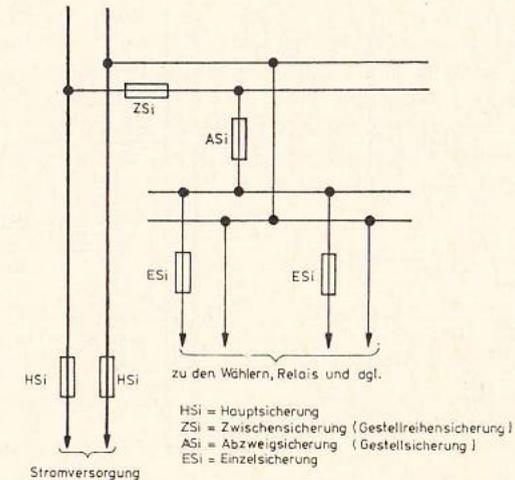
Überspannungsschutzeinrichtungen leiten die durch äußere Beeinflussungen (z. B. Blitzschlag oder Starkstromberührung) aufgetretenen Überspannungen zur Erde ab. Man bezeichnet sie als **Überspannungsableiter** oder **Überspannungsbegrenzer** (VDE 0845). Sie werden zwischen die abzusichernde Leitung und die Erdleitung geschaltet. Ein solcher Überspannungsschutz ist jedoch nur bei überspannungsgefährdeten Leitungen erforderlich. Bei den Fernmeldeleitungen beschränken sich die Gefährdungsmöglichkeiten – und damit der Bedarf an Spannungssicherungen – auf folgende Leitungsführungen:

- **Freileitungen**, die mit Starkstromleitungen in Berührung kommen können oder durch Blitzeinwirkung gefährdet sind, und
- **Kabel**, bei denen durch Näherung oder Parallelführung mit elektrischen Schienenbahnen Überspannungen (Längsspannungen) durch induktive Übertragung auftreten können.

## 5.9.4 Einsatz von Sicherungen

### 5.9.4.1 Einsatz der Stromsicherungen

Die in den Fernmeldeanlagen fließenden Ströme sind aufgrund der vielfältigen Stromverzweigungen von unterschiedlicher Stärke. Diesen unterschiedlichen Höchststromwerten entsprechend sind auch verschiedene Sicherungsanordnungen und Sicherungsarten eingesetzt. Man unterteilt die Stromsicherungen nach ihrer Betriebsart in **Haupt-, Zwischen-, Abzweig- und Einzelsicherungen**.



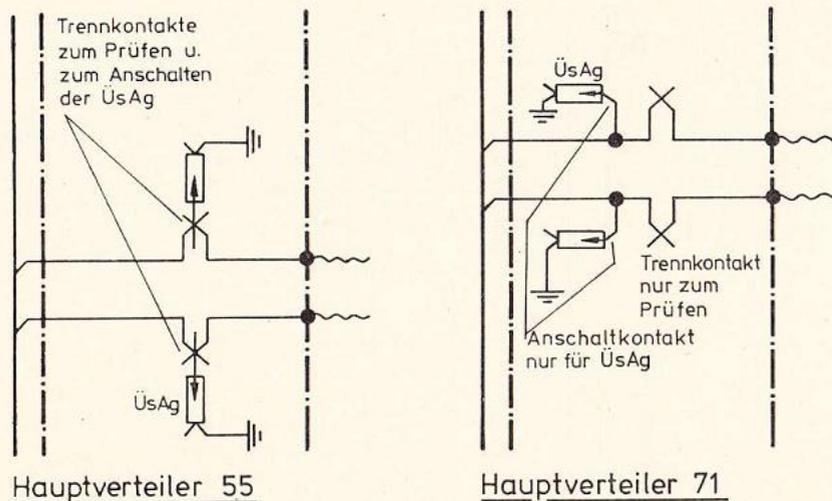
**Stromzuführung und Stromsicherungen**

### 5.9.4.2 Einsatz der Überspannungsschutzeinrichtungen

Der Einsatz der Überspannungsschutzeinrichtungen beschränkt sich auf Leitungsführungen, die durch mögliche Überspannungen gefährdet sind. Dabei werden die Überspannungsableiter so in die Abschlusseinrichtungen der zu schützenden Leitungen eingesetzt, daß sie zwischen den Blankdrahtleitungen bzw. den Kabeladern und dem Bezugspunkt (Erde) geschaltet sind, gegenüber dem die auftretende Überspannung begrenzt werden soll. Als Bezugspunkte (Endverbindung) können folgende Möglichkeiten gewählt werden:

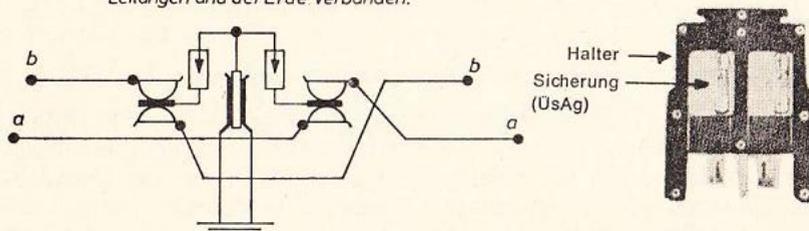
- Erdungssammelleiter in der Vermittlungsstelle,
- Potentialausgleichsschiene oder -Klemme,
- Kabelmantel mit Erderwirkung,
- Schirme kunststoffisolierter Kabelmäntel und
- einzelne Erder.

Es ist darauf zu achten, daß die jeweilige Erdungsleitung bei Schalt-, Spleiß- und Lötarbeiten nicht aufgetrennt wird.



Überspannungsschutz am Hauptverteiler

*Über Kontaktmesser werden die Überspannungsableiter mit den Leitungen und der Erde verbunden.*



Überspannungsableiter an der Trennleiste

Sicherungshalter mit ÜsAg

## 5.10 Nummernschalter

### 5.10.1 Aufgaben und Ausführungsformen

#### 5.10.1.1 Grundsätzliche Aufgaben

In Fernsprechnetzen mit Wählbetrieb sind die Fernsprechapparate noch weitgehend mit einem Nummernschalter (NrS) ausgerüstet. Mit dem NrS wählt der Benutzer des Fernsprechapparats die gewünschte Sprechstelle selbsttätig an. Neben diesen Schaltaufgaben hat der NrS Kontakte, die eine einwandfreie Wahlzeichengabe sicherstellen und Geräusche im Sprechsystem unterbinden.

Der NrS steuert im Herstellen einer Fernsprechverbindung die zum Verbindungsaufbau nötigen Gruppen- und Leitungswähler sowie deren Relais. Dies geschieht durch eine Reihe schnell aufeinanderfolgender, gegeneinander scharf abgegrenzter **Wählzeichen**; das sind Stromstöße, die aus **Impuls und Pause** bestehen. Jeder Stromstoß setzt sich aus einer genau festgesetzten Öffnungs- und Schließungszeit des Steuerstromkreises zusammen. Die Anzahl der Stromstöße wird durch den Aufzug der Fingerlochscheibe bestimmt.

#### 5.10.1.2 Aufbau und Anschaltung

Alle Nummernschalterausführungen bestehen im wesentlichen aus

- dem **Laufwerk mit Antrieb**,
- dem **Fliehkraftregler** (Bremsen),
- dem **Kontaktsatz** und
- der **Fingerlochscheibe**.

Das Einstellglied ist beim Drehnummernschalter die **Fingerlochscheibe** (beim Zugnummernschalter der Fingerlochstreifen). Wird die Fingerlochscheibe im Uhrzeigersinn bis zum Fingeranschlag gedreht, so wird eine Feder gespannt, die als Antrieb für den Rücklauf und zum Betätigen des Kontaktwerks ausgenutzt wird.

Damit der **Antrieb** den Kontaktsatz immer mit gleichmäßiger Geschwindigkeit betätigt, wird der Ablauf des Einstellglieds durch einen Fliehkraftregler gebremst, der außerdem eine gleichmäßige Ablaufgeschwindigkeit des Laufwerks ermöglicht.

Der **Kontaktsatz** der heutigen NrS besteht aus dem **nsi-Kontakt** und dem **nsa-Kontakt**.

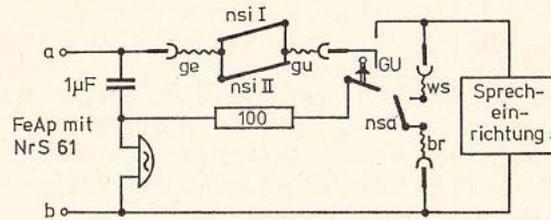
**nsi-Kontakt** = Nummernschalter-Impulskontakt

**nsa-Kontakt** = Nummernschalter-Abschaltekontakt

**nsr-Kontakt** = Nummernschalter-Ruhekontakt  
(nur bei älteren NrS-Ausführungen)

Die für den Verbindungsaufbau notwendigen Steuerfunktionen werden dabei vom nsi-Kontakt ausgeführt.

*Impulsgebung  
erzwingt Ausschlag des Relais  
ausgeschaltet den App.  
Sicherheitsrelais  
schließt 2 Leitungen Imp. kurz*



Kontakte des NrS im FeAp

Die Arbeitsweise des Nummernschalters wird mit dem **Nummernschalter-Prüfgerät**, dem **Stromstoßschreiber** oder in den Entstörungsstellen mit dem **Wahlimpulszeitmesser** überprüft.

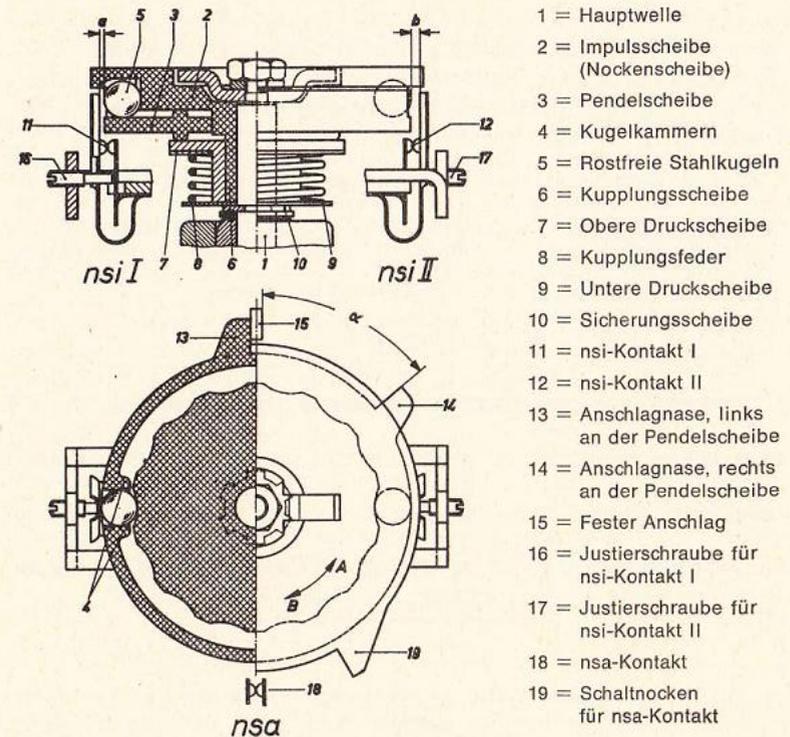
### 5.10.1.3 Nummernschalter 61

Der Antrieb dieses NrS besteht aus einer mehrlagigen **Runddrahtfeder**; deren Antriebskraft wird durch eine auf der Hauptwelle angeordnete **Freilaufkupplung** und ein zweistufiges **Stirnradgetriebe** auf den **Bremsregler** übertragen. Eine Freilaufkupplung bewirkt ein allmähliches Auslaufen des Reglers nach dem Stillsetzen des NrS. Die Fliehkraft des Reglers kann durch eine Justierschraube verändert und damit die Laufzeit des NrS auf den vorgeschriebenen Wert eingestellt werden. Der **Impulsgeber** des NrS 61 besteht aus **zwei nsi-Kontakten** (nsi I und nsi II), die mit Hilfe einer Nockenscheibe und zweier Stahlkugeln betätigt werden. Die nsi-Kontakte sind durch Justierschrauben einstellbar.

Der Aufbau des Impulsgebers ist aus folgender Abbildung zu ersehen. Die Arbeitsweise ist folgende: Die Hauptwelle (1) und die mit ihr verbundene Nockenscheibe (2) drehen sich beim Aufziehen in Pfeilrichtung A und beim Ablauf in Pfeilrichtung B. Beim Beginn des Aufzugs des Nummernschalters wird die Pendelscheibe (3) unter dem Einfluß der Schlupfkupplung (6, 7, 8, 9) um den Winkel  $\alpha$  mitgenommen, d. h., bis ihre Anschlag-nase (14) gegen den festen Anschlag (15) anschlägt.

Die in der Pendelscheibe in Kammern (4) gelagerten Stahlkugeln (5) werden aus ihrer Arbeitsposition um den Winkel  $\alpha$  herausgedreht.

Beim Ablauf des Nummernschalters in Pfeilrichtung B werden in der ersten Phase des Ablaufs zunächst die in den Kammern der Pendelscheibe gelagerten Kugeln um den Winkel  $\alpha$ , d. h., bis die Anschlag-nase (13) gegen den festen Anschlag (15) zu liegen kommt, in ihre Arbeitsposition zurückgedreht, wobei anschließend nach dem Stillsetzen der Pendelscheibe die Betätigung der nsi-Kontakte (11 + 12) beginnt. Eine Sicherungsscheibe (10) hält die Kupplungsscheibe (6), die Kupplungsfeder (8) sowie die obere und untere Druckscheibe (7 und 9) zusammen. Durch den sinusförmigen Bewegungsablauf der Kugelsteuerung bleibt die Justierung der nsi-Kontakte über viele Jahre erhalten. Ein Nachstellen der Justierschrauben (16 + 17) ist daher nicht erforderlich. Der nsa-Kontakt (18) wird durch den Schaltnocken (19) betätigt.



- 1 = Hauptwelle
- 2 = Impulsscheibe (Nockenscheibe)
- 3 = Pendelscheibe
- 4 = Kugelkammern
- 5 = Rostfreie Stahlkugeln
- 6 = Kupplungsscheibe
- 7 = Obere Druckscheibe
- 8 = Kupplungsfeder
- 9 = Untere Druckscheibe
- 10 = Sicherungsscheibe
- 11 = nsi-Kontakt I
- 12 = nsi-Kontakt II
- 13 = Anschlag-nase, links an der Pendelscheibe
- 14 = Anschlag-nase, rechts an der Pendelscheibe
- 15 = Fester Anschlag
- 16 = Justierschraube für nsi-Kontakt I
- 17 = Justierschraube für nsi-Kontakt II
- 18 = nsa-Kontakt
- 19 = Schaltnocken für nsa-Kontakt

Aufbau des NrS 61

Der Impulsgeber ist mit einer durchsichtigen Kunststoffkappe abgedeckt, um die Kontaktsätze gegen Beschädigungen und Staubablagerungen zu schützen. Sämtliche Lagerstellen der Wellen laufen in Sinterbronzelagern, deren Porenvolumen von ca. 25 % durch Vakuumtränkung mit einem hochwertigen Öl angefüllt ist. Ein Nachschmieren und Reinigen des Nummernschalters ist daher nicht notwendig.

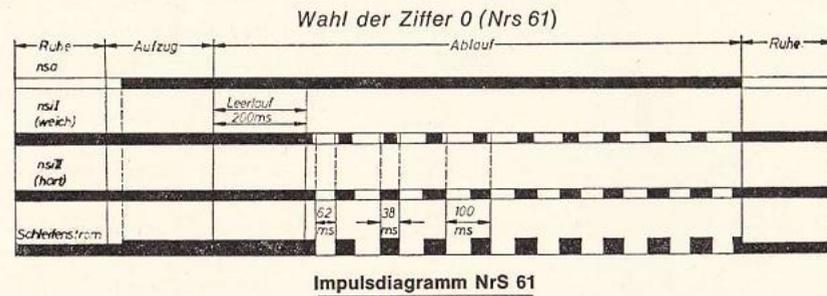
Das **Kontaktwerk** des NrS 61 setzt sich zusammen aus dem

- **nsil-Kontakt**,
- **nsill-Kontakt** und
- **nsa-Kontakt**.

Die parallelgeschalteten nsi-Kontakte unterscheiden sich wesentlich in ihrer Materialhärte. Der weichere Edelmetallkontakt (nsil) besitzt einen sehr geringen Übergangswiderstand; der härtere Wolframkontakt (nsill) ist durch das sehr widerstandsfähige Material abbrandsicher. Die Be-

tätigung der beiden Kontakte erfolgt derart, daß der Kontakt nsil vor dem Kontakt nsilI öffnet und nach diesem schließt. Die Amtsschleife wird somit nur durch den nsilI-Kontakt geöffnet und geschlossen. Der nsil-Kontakt schaltet praktisch leistungslos und gewährleistet eine sehr gute Kontaktgabe für die Sprechwechselströme.

Der nsa-Kontakt schließt beim Aufzug der Fingerlochscheibe das gesamte Sprech- und Hörsystem des Fernsprechapparats kurz, damit keine Knackgeräusche zu hören sind, wenn der NrS abläuft. Ein **nsr-Kontakt, der** beim NrS 38 **die beiden letzten Impulse** jeder Impulsserie **überbrückt**, ist hier nicht vorhanden. Die zwischen zwei Impulsreihen geforderte „Schutzzeit“ von 200 ms wird beim NrS 61 durch die neuartige Konstruktion des Impulsgebers erreicht. **Der „Leerlauf“ liegt vor den Impulsreihen.**



Der Leerlauf vor der Impulsserie hat den großen Vorteil, daß die Anlaufphase des Reglers vor dem Beginn der Impulsserie beendet ist und somit auch der erste Stromstoß geregelt wird. Außerdem ist die **Leerlaufzeit** erforderlich um den Gruppenwählern zwischen zwei Wählzeilenreihen die Zeit zur Freiwahl zu gewährleisten.

Beim NrS 38 fällt der erste Stromstoß jeder Serie noch in die Anlaufphase des Reglers und weist dadurch häufig ein falsches Impuls-Pausenverhältnis auf.

Die nsi-Kontakte werden nur so oft betätigt, wie es die gewählte Ziffer angibt. Die beiden Blindimpulse beim NrS 38 bringen einen unnötigen Verschleiß des nsi-Kontakts mit sich, der beim NrS 61 vermieden ist. Die Schonung der nsi-Kontakte beim NrS 61 gegenüber dem NrS 38 beträgt ca. 30%. Als Prüfbedingungen werden für den NrS 61 mindestens 1,2 Millionen Vollaufzüge ohne Nachschmierung und -justierung bei einem Temperaturbereich von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$  gefordert.

### 5.10.2 Soll- und Grenzwerte der Nummernschalter

Der einwandfreie Verbindungsaufbau im Wählverkehr hängt wesentlich von dem betriebssicheren Arbeiten des Nummernschalters bei den Teilnehmersprechstellen ab. Das Einhalten der vorgeschriebenen Ablaufgeschwindigkeit und die Unterbrechung der Amtsschleife in einem bestimmten Impuls- und Pausenverhältnis sind für den Verbindungsaufbau von größter Wichtigkeit. Die **Gesamtablaufzeit** des NrS besteht aus einer **Leerlaufzeit** und einer **wirksamen Ablaufzeit**. In der Ablaufzeit gibt der NrS entsprechend der gewählten Ziffer die Stromstöße

ab. Von der Gesamtablaufzeit beträgt die **Leerlaufzeit 200 ms**, dadurch wird ein **sicheres Einstellen der Wähler** erreicht (Freiwahlzeit der Gruppenwähler). Die **Ablaufgeschwindigkeit** des NrS muß so eingestellt sein, daß **in einer Sekunde (1000 ms) zehn Stromstöße** abgegeben werden. Dieser Sollwert muß mit einer Toleranz von  $\pm 10\%$  eingehalten werden. Die kürzeste Ablaufzeit für zehn Stromstöße beträgt also 900 ms, die längste Ablaufzeit 1100 ms.

Hierbei ist die Leerlaufzeit nicht berücksichtigt, weil sie für die Stromstoßgabe unwirksam ist. Die Leerlaufzeit bewirkt eine Verlängerung des Ablaufs der Fingerlochscheibe um 200 ms.

Ein **Stromstoß** einer Wählzeilenreihe besteht aus einem **Impuls** und einer **Pause**. Bei dem Wahlvorgang ist „**Impuls**“ gleich „**Schleifenunterbrechung**“ und „**Pause**“ gleich „**Schleifenschließung**“. Eine Unterbrechung der Amtsschleife mit zugehöriger Schließung, d. h. Impuls und Pause, bezeichnet man auch als Stromstoßlänge.

Das Verhältnis der Unterbrechungszeit zur Schließungszeit bzw. Impulszeit zur Pausenzeit wird „**Stromstoßverhältnis**“ genannt. Es ist für die einwandfreie Durchführung der Steuerungsaufgaben beim Wahlvorgang am günstigsten, wenn die Impulszeit das 1,6fache der Pausenzeit beträgt. Das bedeutet bei einer mittleren Ablaufgeschwindigkeit von 100 ms für einen Stromstoß eine Unterbrechungszeit von **62 ms (Impuls)** und eine Schließungszeit von **38 ms (Pause)**.

Unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen sind für das Stromstoßverhältnis folgende Werte festgelegt:

- Sollwert **1,6 : 1,0**
- Zulässige **untere** Grenze **1,3 : 1,0**
- Zulässige **obere** Grenze **1,9 : 1,0**

Die Unterbrechungs- und Schließungszeiten mit den zugelassenen Grenzwerten ergeben sich aus folgender Aufstellung:

Soll- und Grenzwerte des Nummernschalters	Stromstoßverhältnis (Öffnung : Schließung)	Zeit für 1 Stromstoß ms	Stromstoß	
			Impuls ms	Pause ms
Mindestwert	1,3 : 1,0 1,9 : 1,0	90	51 59	39 31
Sollwert	1,6 : 1,0	100	62	38
Höchstwert	1,3 : 1,0 1,9 : 1,0	110	62 72	48 38

### 5.10.3 Tastenwahl

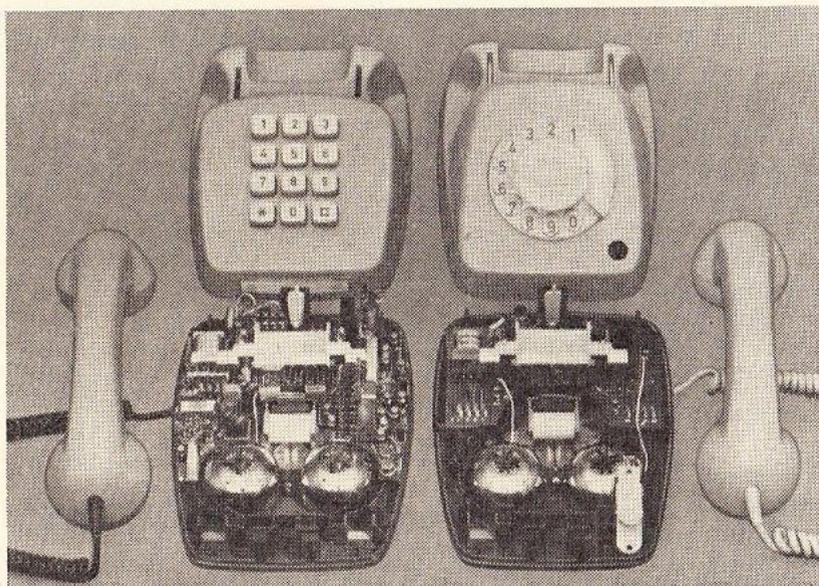
Moderne Fernsprechapparate können anstelle des NrS mit einer Tastatur ausgestattet sein (z. B. FeAp der Baureihe 75). Die Tastenwahl ermöglicht eine schnelle und einfache Bedienung und somit eine Verkürzung des Wahlvorgangs mit sicherer Arbeitsweise. Der Wahlvorgang kann bei Tastenwahl nicht wie bei der Bedienung einer Fingerlochscheibe vom Benutzer des FeAp beeinträchtigt (z. B. verzögert) werden.

#### Gewöhnlicher Telefonapparat mit Tastenfeld (für Impulswahlverfahren).

Das Tastentelefon ermöglicht bequemes Wählen – auch für Sehbehinderte – und sicheren Verbindungsaufbau. Durch seine Form und Farbe paßt er in jede Wohnung und an jeden Arbeitsplatz.

#### Gewöhnlicher Telefonapparat mit Wählscheibe (Nummernschalter für Impulswahlverfahren).

Den Fernsprech-Tischapparat können Sie in Kieselgrau, Farngrün, Hellorange und Ockergelb erhalten. In der Farbe, die am besten zu Ihrer Wohnungseinrichtung paßt.



**FeAp mit NrS bzw. mit Tastwahlblock**

(Text aus dem Telefonprogramm der DBP)

Die Anordnung der Tasten von oben links fortlaufend nach unten rechts ist weltweit genormt. Der eigentliche Tastwahlblock wird durch elektronische Bauteile (Integrierter Schaltkreis „IC“) ergänzt, die den Tastendruck in Impulse umsetzt, wie sie beim Nummernschalterablauf erzeugt werden.

In Zusammenarbeit mit den elektronisch gesteuerten Vermittlungsstellen ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten; z. B. Kurzwahl, Automatische Auftragsdienstschaltung, Datenübertragung, Telefonruhe und weitere Sonderdienste. Dazu ist der Tastenwahlblock neben den 10 Ziffertasten mit zwei zusätzlichen Tasten (den \*- und #-Tasten) ausgestattet.

### 5.11 Gleich- und Wechselstromwecker

Neben den optischen Anzeigemitteln werden zur akustischen Anzeige und Signalisierung Wecker (**Hörmelder**) verwendet. Ein **Wecker setzt** die ankommenden **elektrischen Rufstromsignale in akustische Signale um**.

Man teilt die Wecker nach ihrer **Betriebsstromart** in **Gleich- und Wechselstromwecker** ein. Daneben ist die Ausführungsform eines Weckers hinsichtlich der Größe und der Anordnung der Einzelteile vom jeweiligen Verwendungszweck des Weckers abhängig.



Wecker, allgemein;



Gleichstromwecker;



Wechselstromwecker;

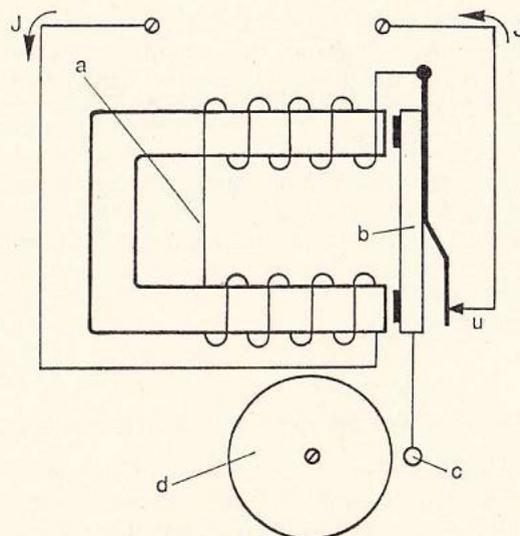
**Schaltzeichen für Wecker**

#### 5.11.1 Gleichstromwecker

Gleichstromwecker bestehen im wesentlichen aus

- einem **Elektromagneten**,
- einem **Anker mit Klöppel**,
- dem **Selbstunterbrecherkontakt** und der **Glockenschale**,
- einer **Grundplatte** (zur Montage und Aufnahme der Einzelteile).

Bei einem Gleichstromwecker erregt der Gleichstrom das Elektromagnetsystem des Weckers, und der Anker wird angezogen. Durch eine entsprechende Schaltungsanordnung (Selbstunterbrecher) wird der Anker in einem bestimmten Rhythmus hin- und herbewegt.



- a) Spule mit Weicheisenkern
- b) Anker mit Abreißfeder
- c) Klöppel
- d) Glockenschale
- u) Unterbrecherkontakt

Gleichstromwecker mit Selbstunterbrechung

Der über die Klemmen herangeführte Strom fließt über die Spule (a), den Anker (b), den Unterbrecherkontakt (u) zur Stromquelle zurück. Durch das Magnetfeld der Spule wird der Anker angezogen und der Klöppel (c) schlägt an die schwingend befestigte Glockenschale (d). Gleichzeitig mit dem Anziehen des Ankers wird aber durch den Unterbrecherkontakt (u) der Stromkreis unterbrochen. Das Magnetfeld wird aufgehoben, und der Anker federt in die Ruhelage zurück. Der Kontakt schließt wieder, und es kommt zur Wiederholung des beschriebenen Vorgangs, bis der Stromkreis abgeschaltet wird (vgl. hierzu die vorstehende Abbildung).

Die Lautstärke des Weckers ist durch eine Veränderung des Abstands zwischen Glockenschale und Klöppel (im Ruhezustand) einstellbar.

Der für das Gleichstromweckersystem so wichtige Unterbrecherkontakt ist sehr störungsanfällig. Weil er beim Betrieb des Weckers abwechselnd geöffnet und geschlossen wird, entsteht an ihm ein Öffnungsfunken, der neben der Kontaktverbrennung auch Störungen in Rundfunkempfängern verursacht.

Diese störenden Funken werden durch eine **Funkenlöschschaltung** beseitigt. Die Funkenlöschschaltung besteht aus einer Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand, die parallel zum funkenbildenden Kontakt liegt. Bei Öffnung des Kontakts wird die funkenbildende Spannung durch Kondensatoraufladung über den Widerstand ausgeglichen. Beim Schließen des Kontakts entlädt sich der Kondensator über den Widerstand, der dabei zur Strombegrenzung im Entladestromkreis dient.

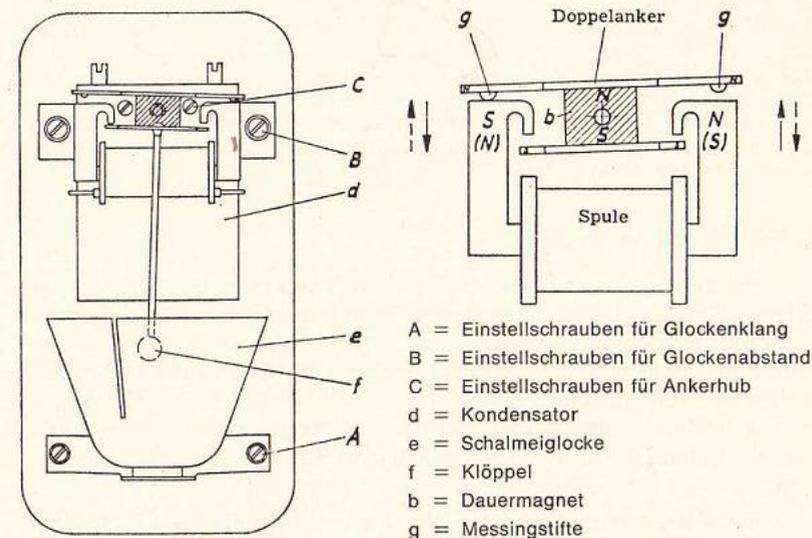
## 5.11.2 Wechselstromwecker

Beim Wechselstromwecker entfallen die beim Gleichstromwecker so störungsanfälligen Kontakte. Sie arbeiten ohne Unterbrecherkontakte und sprechen auch bei unterschiedlichen Stromstärken zuverlässig an. Wechselstromwecker bestehen im wesentlichen aus

- einem **Dauermagneten**,
- einem **Elektromagneten**,
- einem **Anker mit Klöppel** und der **Glockenschale**,
- einer **Grundplatte** (zur Montage und Aufnahme der Einzelteile).

### 5.11.2.1 Wechselstromwecker W 951

Beim Wechselstromwecker W 951 sind Dauermagnet und Anker gemeinsam beweglich gelagert. Als Anker wird ein **Doppelanker** verwendet, der eine bessere Ausnutzung der entstehenden Magnetfelder ermöglicht. Die Polarität der beiden Ankerteile wird durch den dazwischenliegenden Dauermagneten bestimmt (oberer Anker = N; unterer Anker = S). Der nicht vormagnetisierte U-förmige Weicheisenkern trägt die Wecker-spule (12 000 Wicklungen bei 1500  $\Omega$ ). Die beiden Schenkel des Weicheisenkerns sind so gestaltet, daß sie für beide Anker einen Gegenpol bilden. Als Glockenschale dient eine sogenannte Schalmeiglocke. Der Klöppel ragt in die Glockenschale hinein und schlägt beim Betrieb des Weckers an eine lappenförmige Ausformung der Glockenschale an.



- A = Einstellschrauben für Glockenklang
- B = Einstellschrauben für Glockenabstand
- C = Einstellschrauben für Ankerhub
- d = Kondensator
- e = Schalmeiglocke
- f = Klöppel
- b = Dauermagnet
- g = Messingstifte

Wechselstromwecker

Der Stromfluß erzeugt in der Spule ein magnetisches Feld, das die Schenkel des Weicheisenkerns magnetisch polarisiert (z. B. links = S; rechts = N). Durch den linken Südpol wird der obere nordpolarisierte Anker angezogen und der untere südpolarisierte Anker abgestoßen. Die wechselnde Stromrichtung bewirkt, daß der Weicheisenkern fortwährend umpolarisiert wird (z. B. links = [N]; rechts = [S]). Die rechte Ankerseite wird nun angezogen und ihre Bewegung vom Magnetfeld der linken Kernseite unterstützt. Wir haben also auf jeder Seite eine verdoppelte Kraftwirkung, da sich die anziehenden und abstoßenden Kräfte gegenseitig unterstützen. Der Doppelanker kippt im Takt der doppelten Rufstromfrequenz hin und her und bewegt so den Klöppel in der Glockenschale. Weil die zu bewegende Ankermasse sehr gering ist, kann der W 50 mit Rufwechselstrom der Frequenz von 25 Hz oder 50 Hz gleich gut betätigt werden.

Die **Arbeitsweise** des W 951 ist durch verschiedene Maßnahmen einstellbar:

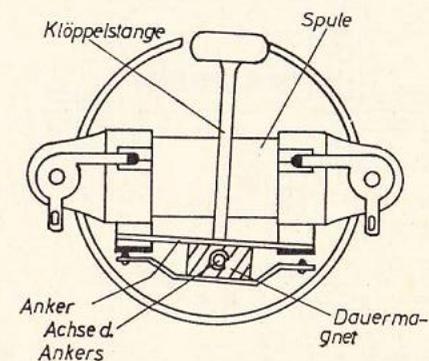
1. Für das **Einstellen** der Glocke auf den **gewünschten Klang** wird der Schalenträger nach Lösen der beiden Befestigungsschrauben leicht verschoben. Die Anschlaglappen in der Glocke stehen schräg zueinander, so daß durch Verschieben die Stellung der Glocke dem Klöppelweg angepaßt werden kann. Die richtige Einstellung ist erreicht, wenn beim Umlegen des Ankers von Hand der Klöppel die Glocke schlägt und dann frei ausschwingt. Der Klöppel darf die Glocke in der Ruhelage nicht berühren.
2. Das **Einstellen des Weckersystems** in bezug auf Abstand zur Glocke ist mit zwei Schrauben in zwei Langlöchern vorzunehmen; nach Lösen der beiden Schrauben läßt sich das System verschieben. Diese Grobeinstellung ist zu benutzen, wenn die richtige Einstellung zum Klöppelweg nicht allein durch das Verstellen der Glocke erreicht werden kann.
3. Für das **Einstellen des Ankerhubes** läßt sich die drehbar gelagerte Achse des Doppelankers verschieben. Der normale Ankerhub beträgt 0,5 bis 0,6 mm (gemessen am freien Ende zwischen Polschuh und Klebstift). Am unteren Teil des Doppelankers darf der Anker den Polschuh nicht berühren. Der Abstand soll an der angezogenen Seite zwischen 0,4 und 0,7 mm betragen.

### 5.11.2.2 Einschalenwecker

Die Fernsprechapparate der Baureihen 61/711/751 der DBP und andere moderne FeAp mit ihren kleineren Abmessungen erfordern Bauteile mit möglichst kleinen Abmessungen. Deshalb wurde aus den Grundelementen des W 50 der **Einschalenwecker (EWk)** entwickelt. Der EWk arbeitet nach demselben Prinzip wie der W 50. Beim EWk ist jedoch das ganze Magnetsystem innerhalb der Glockenschale untergebracht. Dadurch entspricht die Gesamtweckergröße nur der Größe einer Glockenschale.

Das **Einstellen des EWk** wird durch einen an der Unterseite des Fernsprechapparats angebrachten Drehknopf vorgenommen, wodurch der Spielraum des Weckerklöppels mehr oder weniger stark eingeengt werden kann. Hierdurch läßt sich der EWk vom

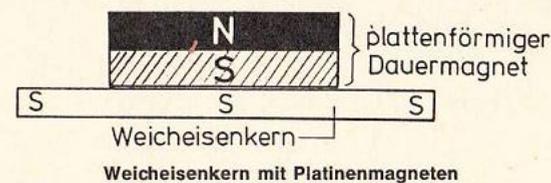
leichten Schnarren bis zu einer Lautstärke von etwa 70 phon einstellen (Wechselstromwecker W 50 entwickelt eine Lautstärke bis etwa 90 phon).



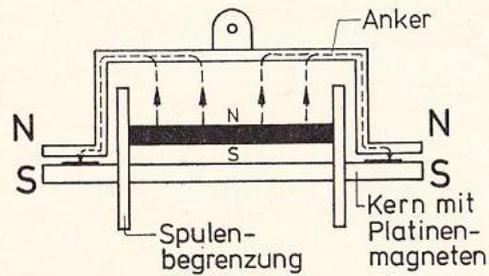
**Einschalenwecker EWk 61 (von unten betrachtet)**

Außer dem vorstehend beschriebenen Weckermodell (EWk 61) mit beweglichem Dauermagneten wird häufig der **Einschalenwecker mit feststehendem Platinenmagneten** verwendet. Das Grundelement dieses Weckers besteht aus einem weichmagnetischen Kern, auf den ein plattenförmiger Dauermagnet (Platinenmagnet) aufgeschweißt ist. Hierdurch wird der gesamte Weicheisenkern südpolar vormagnetisiert.

Beim zusammengesetzten Wecker befindet sich der gebogene, weichmagnetische Anker über der Nordpolseite des Platinenmagneten. Durch die magnetische Influenz werden die beiden Enden des Ankers nordpolar vormagnetisiert. Die folgende Abbildung zeigt den Einschalenwecker 61 mit Platinenmagneten bei labiler Mittellage des Ankers.

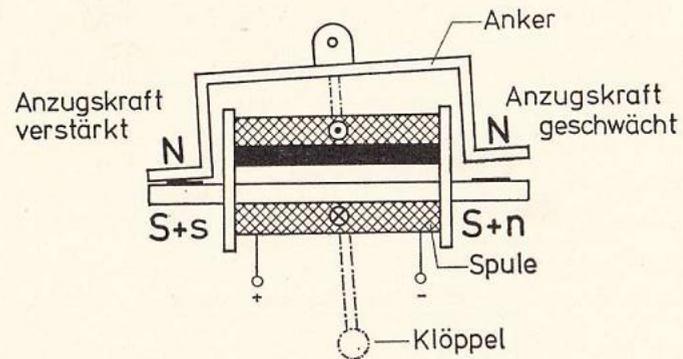


Hierbei wird der magnetische Fluß des Dauermagneten noch nicht von dem magnetischen Fluß, der durch den Rufwechselstrom hervorgerufen wird, überlagert. Den beiden südpolaren Enden des Kerns stehen die beiden nordpolaren Enden des Ankers mit gleich starker Anzugskraft gegenüber. An der Ankermitte ist der Klöppel befestigt. Um den Kern und den Platinenmagneten liegt die Erregerwicklung des Weckers.



EWk 61 bei labiler Mittellage

Wird die Erregerspule von einem Wechselstrom durchflossen, dann überlagert der magnetische Wechselfluß des Rufwechselstroms den magnetischen Dauerfluß des Platinenmagneten. Je nach Stromrichtung wird die Anzugskraft auf der einen Ankerseite verstärkt und auf der anderen Ankerseite geschwächt. Hierdurch führt der Anker eine Wechselbewegung aus, die der Frequenz des Rufwechselstroms entspricht. In folgender Abbildung ist der Anker des Einschalenweckers in einer angezogenen (stabilen) Lage dargestellt, sie ist durch die entsprechende Stromrichtung in der Erregerspule bestimmt. Ändert sich die Stromrichtung in der Spule, wird der rechte Kernpol verstärkt



EWk 61 in stabiler Lage

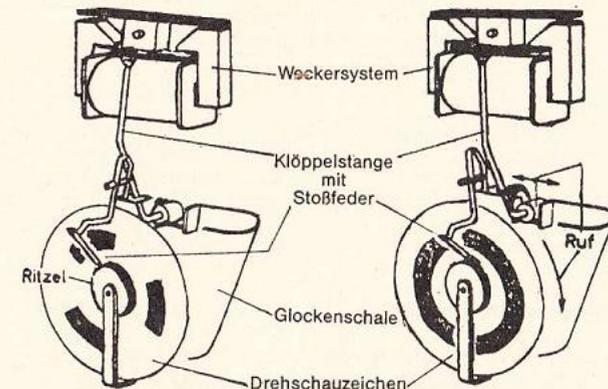
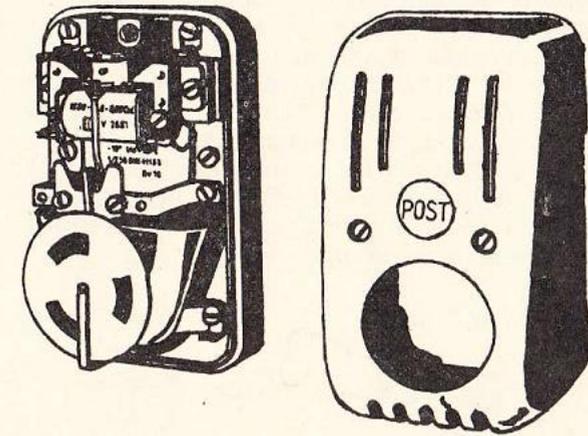
und der linke Kernpol geschwächt, so daß der Anker zur anderen Kernseite umgelegt wird. Durch die wechselseitige Klöppelbewegung ertönt der Wecker.

### 5.11.2.3 Wechselstromwecker WK 956

Der Wechselstromwecker WK 956 ist ein Wecker, der neben dem normalen System eines Wechselstromweckers eine **optische Anzeigevorrichtung** in Form eines **Drehschauzeichens** besitzt. In der Kombination mit dem Wecksystem ermöglicht der WK 956 eine akustische und optische Signalgebung.

Die Arbeitsweise des Wecksystems im WK 956 entspricht der Beschreibung des W 951. Zusätzlich ist die Klöppelstange mit einer Bedienungsstange für das Drehschauzeichen ausgestattet.

**Wechselstromwecker mit sichtbarem Zeichen** (Drehschauzeichen) werden neben dem Apparatwecker als Zusatzwecker eingesetzt, wenn ein



Wecker mit Drehschauzeichen

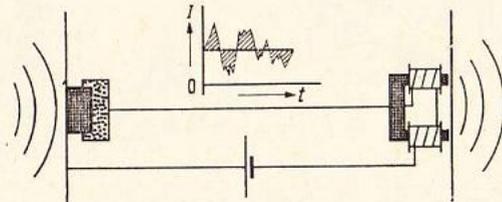
Teilnehmer **mehrere Anschlußleitungen** besitzt. Erst durch das sichtbare Zeichen wird die Anschlußleitung, auf der der Ruf ankommt, eindeutig gekennzeichnet.

Durch die mit dem Weckersystem gekoppelte Klöppelstange wird das Drehschauzeichen in Abhängigkeit von der Arbeit des Weckersystems in eine Drehbewegung versetzt. Die im Ruhezustand unterbrochene Kennzeichnung auf dem Drehschauzeichen erscheint dann als durchgehende Linie.

## 5.12 Mikrofon

### 5.12.1 Aufgabe des Mikrofons

Das Mikrofon gehört zur Gruppe der „**Elektro-akustischen Wandler**“. Elektro-akustische Wandler sind Bauteile, die Schallenergie in elektrische Energie oder elektrische Energie in Schallenergie umwandeln. In der Fernsprengerätetechnik werden für diese Zwecke Mikrofon und Fernhörer eingesetzt. Dabei wandelt das Mikrofon die Schallenergie in elektrische Energie um, die der Fernhörer wieder in Schallenergie umsetzt. Das Grundprinzip der Wirkungsweise von Mikrofon und Fernhörer bei einer elektrischen Sprechverbindung ist nachfolgend dargestellt. Die auf das Mikrofon auftreffenden Schallwellen werden in Stromschwankungen umgesetzt und durch die Arbeitsweise des Fernhörers wieder in Schallwellen zurückverwandelt.



Prinzip der Schallübertragung

Diese Abbildung zeigt die einfachste Schaltung für die elektrische Schallübertragung mit Hilfe von Mikrofon und Fernhörer, die mit der Batterie in Reihe geschaltet sind. Der beim Sprechen entstehende pulsierende Sprechgleichstrom fließt vom Mikrofon direkt zum Magnetsystem des Fernhörers. In modernen Fernsprechverbindungen wandeln zwischengeschaltete Übertrager den pulsierenden Sprechgleichstrom in einen Sprechwechselstrom um, der das Fernhörer-Magnetsystem steuert.

### Das Mikrofon wirkt als Sender in einer Fernsprechverbindung.

Aus konstruktiven Gründen werden die Mikrofone in der Form von sogenannten **Sprechkapseln** gebaut, die einen abgeschlossenen Behälter darstellen, in dem alle Einzelteile eingebaut sind. Als Kontakte

dienen das metallische Gehäuse und ein vom Gehäuse isolierter Kontaktteil an der Unterseite der Kapsel.

Beim Sprechen entstehen Luftdruckschwankungen, und die daraus resultierende akustische Energie in Form von Schallwellen bringt die Membrane der Mikrofonkapsel zum Schwingen. Dadurch entstehen im Mikrofon fortgesetzt Widerstandsveränderungen, die im Stromkreis des Mikrofons einen pulsierenden Gleichstrom zur Folge haben.

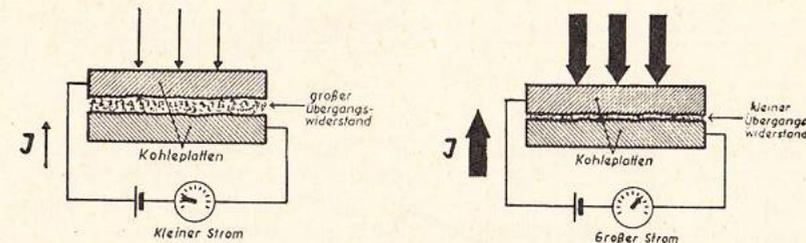
Schaltzeichen:



Mikrofon, allgemein

### 5.12.2 Kohlemikrofon

Das Kohlemikrofon ist zuverlässig, robust und wirtschaftlich. Deshalb ist es das in der Fernsprechtechnik am häufigsten verwendete Mikrofon. Die Wirkungsweise eines Kohlemikrofons wird anhand der folgenden Versuchsanordnung erläutert.



Grundsätzliche Wirkungsweise eines Mikrofons

Zwischen zwei übereinanderliegenden Kohleplatten ist Kohlegrieß (feiner Kohlegesteinsschutt) gelagert. Ein Strommesser und eine Spannungsquelle sind mit dem Mikrofon in Reihe geschaltet, so daß ein Gleichstrom von bestimmter Stärke als Mikrofonspesestrom fließt. Zwischen den beiden Kohleplatten bildet der Kohlegrieß einen Übergangswiderstand, der die Stärke des Stroms bestimmt. Liegen die Kohleplatten lose aufeinander, so ist der Übergangswiderstand der Kohlekörnchen groß und der Strom entsprechend schwach. Werden die Kohleplatten fest aufeinander gedrückt, dann wird der Übergangswiderstand je nach Stärke des Drucks kleiner und der Strom infolgedessen größer. Die Stärke des Drucks, mit dem die Kohleplatten zusammengedrückt werden, beeinflusst den Übergangswiderstand zwischen den Kohleplatten und damit die Stromstärke.

Legt man die beiden Kohleplatten auf eine dünne schwingfähige Membrane und klopft man auf die Membrane, so übertragen sich die Erschütterungen auf die Kohleplatten und der Übergangswiderstand verändert sich in Abhängigkeit von den Schwingungen der Membrane. Als Folge des sich ändernden Übergangswiderstands entsteht ein Gleichstrom von wechselnder Stärke. Durch den Kohlegrieß zwischen den Kohleplatten ergeben sich viele Berührungsstellen und somit viele Einzel-Übergangswiderstände, die sehr empfindlich auf die Membranbewegungen reagieren und somit einen druckabhängigen veränderbaren Widerstand darstellen.

Alle zu den Fernhörsystemen gehörenden Apparateile sind für neuzeitliche Fernsprechapparate in einer Kapsel untergebracht und gegen Störungen durch äußere Einwirkungen weitgehend geschützt. Alle Hörkapseln haben gleiche äußere Abmessungen und Anschlüsse, so daß sie in alle gebräuchlichen Handapparate eingesetzt werden können.

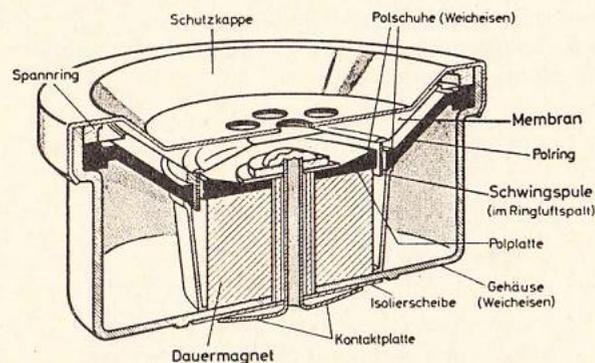
**Schaltzeichen:**



Fernhörer, allgemein

### 5.13.2 Elektrodynamische Fernhörer

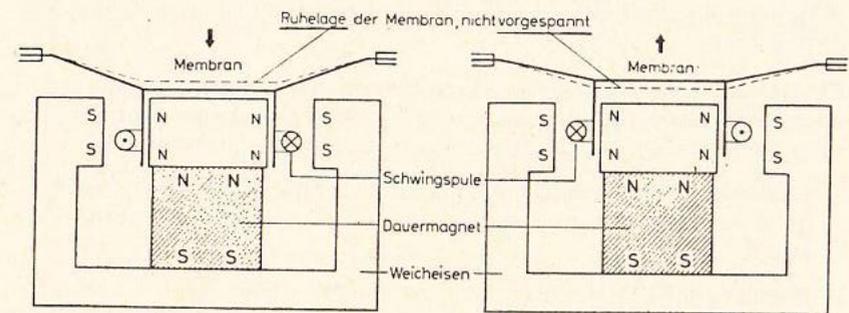
Im Innern des dynamischen Fernhörers befindet sich ein topfähnlicher Weicheisenteil. In der Mitte des Weicheisenkerns ist ein aus hochwertigem Stahl hergestellter Dauermagnet befestigt. Zwischen diesem und dem oberen Rand des Weicheisenkerns besteht ein Luftspalt von ungefähr 1 mm, in dem ein starkes, gleichmäßiges, radialhomogenes, magnetisches Kraftfeld herrscht. Die Kunststoffmembrane ist am Rande sehr elastisch, die Membranoberfläche selbst ist in sich starr. Die Membrane besteht aus mehreren konzentrischen, kegelförmigen Teilen oder ist durch Querrippen verstärkt. Diese besondere Formgebung bewirkt, daß die Membranoberfläche bedeutend größer ist als die der übrigen Hörkapseltypen. In der Mitte hat die Membrane einen runden Spulenkörper, der die **Schwingspule** – **Erregerspule** – trägt. Eine Kontaktplatte und das Gehäuse bilden je eine Stromzuführung, die mit dem Anfang und mit dem Ende der Schwingspule in leitender Verbindung stehen.



**Grundsätzlicher Aufbau einer elektrodynamischen Hörkapsel**

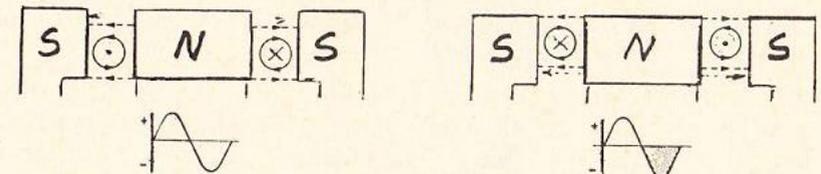
Bei der elektrodynamischen Hörkapsel übt das Kraftfeld der stromdurchflossenen Spule in dem Dauermagnetfeld eine Kraft aus, die versucht, die Spule in das Magnetfeld hineinzuziehen oder aus dem Magnetfeld herauszustoßen (**elektrodynamisches Prinzip**). Die Bewegungsrichtung der Spule ist abhängig von der Stromrichtung und von der Richtung des Magnetfelds. Fließt ein Gleichstrom durch die Spule, so wird sie – und mit ihr die Membrane – in den Luftspalt hineingezogen oder herausgedrückt (je nach Stromrichtung). Fließt dagegen ein Wechselstrom durch die Spule, so wird die

Bewegungsrichtung entsprechend den periodischen Halbwellen des Stroms dauernd geändert. Die Spule schwingt in dem Takt der Frequenz des Sprechwechselstroms hin und her. Die Größe des Spulenhubs, also die mechanische Schwingweite, hängt von der Stromstärke ab. Ihre Schwingungen werden auf die Membrane übertragen.



Darstellung des Kraftlinienverlaufs

des Dauermagneten -----  
der Schwingspule ----->



**Wirkungsweise der elektrodynamischen Hörkapseln**

Die **dynamische Hörkapsel** kann ohne weiteres auch als **Sprechkapsel** benutzt werden. Im Münzfernsprecher 63 wird sie verwendet, weil der Sprechverstärker eine Sprechkapsel benötigt, die elektrische Energie abgibt. Die **dynamische Sprechkapsel** wird auch in **batterielosen Fernsprechanlagen**<sup>1</sup> eingesetzt.

Wird auf die dynamische Sprechkapsel gesprochen, bringen die Schallwellen die Kunststoffmembrane im Rhythmus der Sprache zum Schwingen. In der Schwingspule – hier Erregerspule genannt – ändert sich im Takt der Schallwellen das radialhomogene Kraftfeld des Dauermagneten. In den Windungen der Spule wird eine Spannung induziert, die bei geschlossenem Leiterkreis einen Stromfluß zur Folge hat.

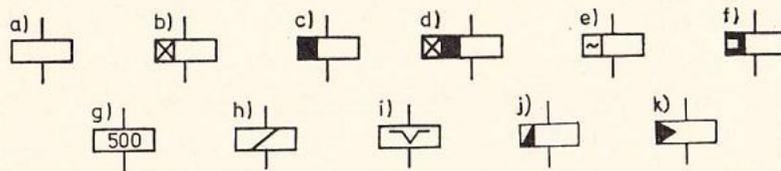
<sup>1</sup> **Batterielose Fernsprechanlagen** werden überall dort verwendet, wo der Fernsprechbetrieb unabhängig von Spannungsausfällen unbedingt gewährleistet sein muß (auf Schiffen, im Bergbau). Für schlagwettergefährdete Gruben und für explosionsgefährdete Betriebe hat der batterieelose Fernsprecher den Vorteil, mit einfachsten Leitungen und Schaltungen auszukommen. Außerdem tritt in batterieelosen Fernsprechanlagen infolge der geringen erzeugten elektrischen Energie keine Funkenbildung auf (keine Zündgefahr), so daß keine Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Schlagwettern und Explosionen notwendig sind.

## 5.14 Elektromagnetische Relais

In den Fernmeldeanlagen werden viele unterschiedliche Schaltfunktionen durch Kontaktbetätigungen ausgeführt. Das Bauteil<sup>1</sup>, das überwiegend eingesetzt wird, um diese Kontaktbetätigungen auszuführen, ist das Relais<sup>2</sup>.

**Ein Relais ist ein elektromagnetisch betriebener Schalter, dessen Kontakte elektrische Stromwege ein-, aus- oder umschalten können.** Im einzelnen ergeben sich folgende Anwendungsmöglichkeiten für Relais:

- **Empfang eines elektrischen Signals** (Schaltkennzeichens), das gegebenenfalls umgesetzt werden kann, z. B. von Gleich- in Wechselstrom,
- **Empfang und Verstärkung eines elektrischen Signals,**
- **Ausführen von Schaltvorgängen unter bestimmten Schaltzeitbedingungen** (Anzugsverkürzung und -verzögerung, Abfallverkürzung und -verzögerung) und
- **Ausführen von Koppelaufgaben** (Durchschalten von Leitungen) anstelle von elektromechanischen Wählern.



- |  |   |
|--|---|
| a) Antrieb für Relais allgemein                                  | g) Elektromechanischer Antrieb mit Angabe des Gleichstromwiderstandes |
| b) Elektromechanischer Antrieb mit Anzugsverzögerung             | h) Elektromechanischer Antrieb mit Angabe einer wirksamen Wicklung    |
| c) Elektromechanischer Antrieb mit Abfallverzögerung             | i) Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen              |
| d) Elektromechanischer Antrieb mit Anzugs- und Abfallverzögerung | j) Thermorelais   |
| e) Wechselstromrelais  | k) Haftrelais   |
| f) gepoltes Relais mit Dauermagnet                               |   |

Schaltzeichen für den Antrieb von Fernmelderelais (DIN 40 713)

<sup>1</sup> In Normentwürfen und sonstigen Unterlagen werden Relais entgegen früheren Bezeichnungsregeln neuerdings auch als „**Bauelement**“ bezeichnet.

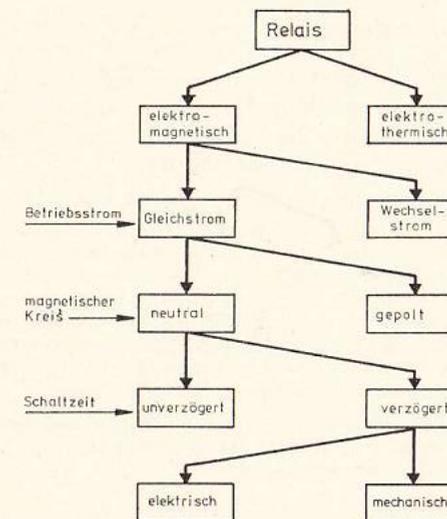
<sup>2</sup> Relais (franz.) = Vorspann

### 5.14.1 Ausführungsformen und Konstruktionsmerkmale

Relais führen ihre Kontaktbetätigungen durch die elektromagnetische Kraft ihres Spulen- bzw. Magnetsystems aus. Neben den ständig zunehmenden Einsatzmöglichkeiten elektronischer Bauelemente wird das Relais auch künftig in vielen Fernmelde-schaltungen unentbehrlich sein. Dies gilt vor allem dann, wenn die Schaltzustände „offen“ = „unendlich großer Widerstand“ und „durchgeschaltet“ = „sehr kleiner Widerstand“ (nahezu null Ohm) erforderlich sind.

Der allgemeine Begriff „Relais“ gilt für eine Vielzahl von Relaisbauformen, die durch eine Vielzahl von Unterscheidungsmerkmalen gekennzeichnet sind. Die nachfolgende Zusammenstellung und die Tabelle geben Beispiele für eine **Einteilung der Relais** nach charakteristischen Merkmalen:

- **Konstruktion:** Rundrelais, Ovalrelais, Flachrelais, Haftrelais, Kammrelais, Doppelrelais, ESK-Relais, Schutzrohrkontaktrelais, Reedrelais, Thermorelais, Wählerrelais;
- **Betriebsstrom:** Gleichstromrelais, Wechselstromrelais, Resonanzrelais;



Funktionsunterschiede von Relais

- **Verwendung:** z. B. als Impuls-, Belegungs-, Prüf-, Wahlbegleit-, Speise-, Koppel- und Telegrafrelais;
- **Art des magnetischen Kreises:** neutrale und polarisierte Relais;
- **Arbeitsweise:** schnellschaltende Relais, verzögerte Relais.

### 5.14.2 Konstruktiver Aufbau neutraler Relais

Der konstruktive Aufbau von Fernmelderelais wird hier anhand herkömmlicher neutraler Relais beschrieben. Darunter sind alle Relaisstypen zu verstehen, die in den vergangenen Jahrzehnten entwickelt wurden und auch weiterhin den größten Teil der eingesetzten Relais ausmachen. Diese Relais bestehen aus einem Elektromagneten, einem Anker und einem oder mehreren Kontaktfedersätzen. Nach der Form des Relaispulenkerne unterscheidet man in der Reihenfolge ihrer Entwicklung **Rundrelais**, **Flachrelais** und **Ovalrelais**.

**Elektromagnetische Fernmelderelais** bestehen aus den Konstruktions-elementen: Eisenkreis, Spule und Kontakten.

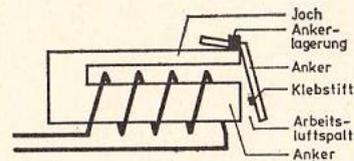
Eisenkreis und Spule bezeichnet man als **Erregerseite** der Relais. Zusammen mit den Stromkreisen, in die die Relaispulen eingeschaltet sind, bilden sie den **Erregerkreis**. Die Kontaktanordnungen bilden die **Kontaktseite** des Relais; ihre Stromkreise werden auch als **Kontaktkreise** des Relais bezeichnet. Elektromagnetische Relais betätigen durch elektromagnetische Kraft unmittelbar oder über einen Anker ihre Kontakte.

#### 5.14.2.1 Eisenkreis des Relais

Der **Eisenkreis** wird aus dem Weicheisenkern, dem Joch und dem daran befestigten Anker gebildet. Neutrale Relais haben einen magnetisch neutralen Eisenkreis. Im Gegensatz dazu haben polarisierte Relais in ihrem Eisenkreis einen Dauermagneten.

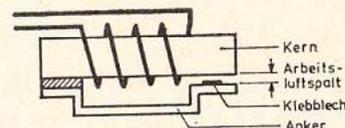
Der für den magnetischen Fluß so wichtige Eisenkreis wird in der FTZ-Richtlinie **Flußführungsteil** genannt, es besteht aus Kern und Anker oder aus Kern, Joch und Anker. Neben seiner Hauptaufgabe, das in der Relaispule entstehende Magnetfeld zu verstärken, dient der Kern auch als Träger für den Spulenkörper des Relais. Mit **Joch** bezeichnet man ein außerhalb der Spule liegendes Eisenteil, das zusammen mit dem Kern und dem Anker einen geschlossenen Eisenkreis bildet (linke Abbildung). Vielfach ist der Anker am Joch befestigt (z. B. durch Achsen- oder Schneidenlagerung). Der bei einer Ansprecherregung des Relais zur Kontaktbetätigung angezogene Teil des Eisenkreises ist der beweglich am Kern oder Joch befestigte **Anker**.

Die Eisenteile des Flußführungsteils müssen aus einem **weichmagnetischen Werkstoff** mit möglichst hoher magnetischer Leitfähigkeit (Permeabilität) und einem möglichst geringen Restmagnetismus (Remanenz) bestehen.



Flußführungsteil mit Kern, Joch und

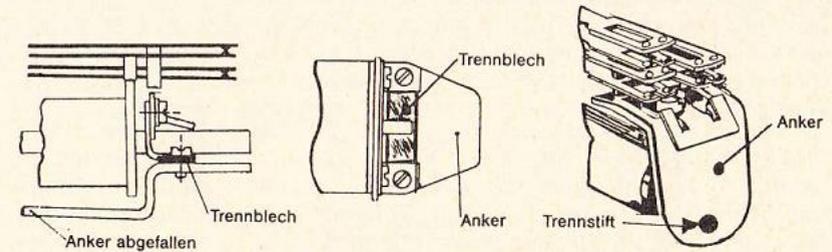
Anker (Beispiel Rundrelais)



Flußführungsteil mit Kern und Anker

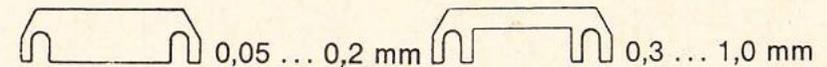
(Beispiel Flachrelais)

Die Anzugskraft, die zum Anzug des Ankers an den Kern und somit zur Kontaktbetätigung erforderlich ist, soll möglichst gering gehalten werden, deshalb muß der Abstand zwischen Anker und Kern (**Arbeitsluftspalt**) so klein wie möglich sein. Die Wegstrecke, die der Anker bei der Betätigung zurücklegt, wird als **Ankerhub** bezeichnet. Damit der angezogene Anker bei Abfallerregung nicht durch den verbliebenen Restmagnetismus am Kern haftet, wird der Anker an seiner Anschlagseite mit einem **Trennblech** (Flachrelais, Ovalrelais) oder mit einem

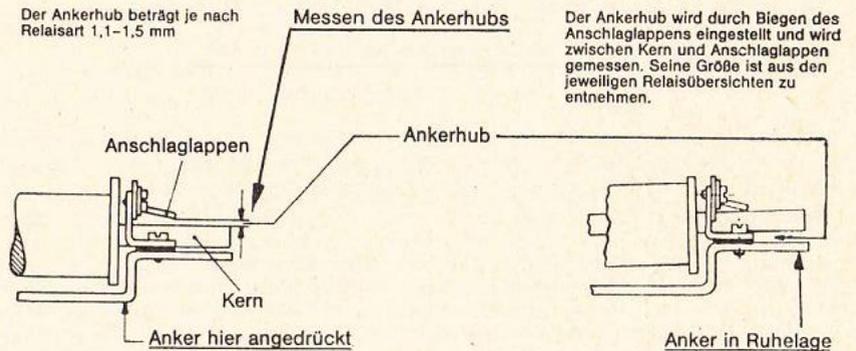


Einbau von Trennblech und Trennstift

Werkstoff	Kennfarben	Dicke in mm			
		0,1	0,4	0,7	1,0
Bronze	bronzefarbig	0,1	0,4	0,7	1,0
Messing	messingfarbig	0,05	0,2	0,5	0,8
Neusilber	silberfarbig	0,15	0,3	0,6	0,9



Trennblechausführungen



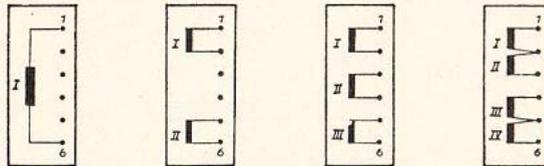
Einstellen des Ankerhubs

**Trennstift** (Rundrelais) versehen. Je nach dem Relaisstyp und der erforderlichen Schaltzeit verwendet man Trennbleche aus Messing, Bronze oder Neusilber in den Stärken 0,05 bis 1,0 mm.

#### 5.14.2.2 Relaiswicklungen (Spulen)

Außer dem Flußführungsteil (Eisenkreis) gehören zum Elektromagneten des Relais eine oder mehrere **Relaiswicklungen**, die alle zusammen als **Relaispule** bezeichnet werden. Die Wicklungen sind auf einen Spulenkörper (z. B. auf den Kern) oder freitragend (vgl. ESK-Relais) gewickelt. Eine Relaiswicklung besteht aus einer Vielzahl von Drahtwindungen. Ihre Anschlußlötfahnen befinden sich an der Rückseite des Relais.

Die Windungszahl ist neben der Stromstärke für die Anzugskraft des Relais von ausschlaggebender Bedeutung; deshalb darf die Windungszahl keine Abweichung aufweisen (Toleranz  $\pm 0$ ). Für den ohmschen Widerstand der Wicklungen sind Toleranzen von  $\pm 10\%$  zugelassen. Der Wicklungsraum wird in der Regel von zwei Spulenscheiben begrenzt, die an den Enden des Spulenkerns befestigt sind. An der hinteren Spulenscheibe sind auch die Anschlußelemente (Lötflächen oder Lötstifte) für die Relaiswicklungen angebracht. Die möglichen Wicklungsanordnungen zeigt folgende Abbildung am Beispiel eines Flachrelais 48 mit 6 Lötflächen für Wicklungsanschlüsse. Grundsätzlich unterscheidet man bei einem Relais zwischen **elektromagnetisch wirksamen Wicklungen**, **Widerstandswicklungen** und **Dämpfungswicklungen**.



Beispiele für Wicklungsanordnungen an Flachrelais 48

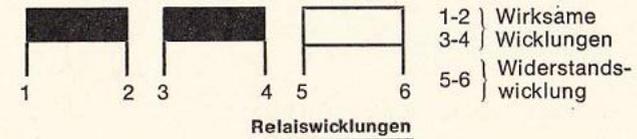
**Elektromagnetisch wirksame Wicklungen** können den Anker anziehen, aber auch eine Vor- oder Gegenerrregung im Magnetfeld des Relais ausüben. Bei entsprechend starker Gegenerrregung kann der angezogene Anker zum Abfallen gebracht werden.

**Dämpfungswicklungen** sind Kurzschlußwicklungen, sie sind ebenfalls elektromagnetisch wirksam und bestehen aus wenigen Windungen blanken Drahts mit geringem ohmschen Widerstand. Bei **Flachrelais** sind z. B. 2, 4, 6 oder 8 kurzgeschlossene Drahtlagen unmittelbar auf den Kern gewickelt. Bei **Rundrelais** wird anstelle von Drahtdämpfungswicklungen ein Kupferrohr auf den Kern aufgebracht. Bei Stromänderung (Ein- und Ausschaltung) in der Erregerwicklung wird in der Dämpfungswicklung eine Spannung erzeugt, die versucht, die Stromänderung in der Erregerwicklung zu hemmen. Diese Wirkung der Dämpfungswicklungen hat zur Folge, daß außer den normalen Anzugs-

und Abfallzeiten, die durch Selbstinduktion der Erregerwicklung, Kontaktfederdruck und die mechanische Trägheit bedingt sind, noch **zusätzliche Anzugs- und Abfallverzögerungen** entstehen.

Mit **Widerstandswicklung** wird eine **magnetisch unwirksame Wicklung (bifilare Wicklung)** bezeichnet, die man als Ersatz für Festwiderstände auf den Relaiskern mit aufbringt.

Werden alle Wicklungen eines Relais in einer **Relaisübersicht** gekennzeichnet, dann verwendet man dazu die nachstehende Darstellungsart. Hieraus sind Wicklungsart und -anschlüsse ersichtlich; der Widerstandsnennwert kann in der Stromlaufzeichnung oder auf dem Spulenzettel abgelesen werden.



Die elektromagnetisch wirksamen Wicklungen und die Dämpfungswicklungen bestimmen das Arbeitsverhalten eines Relais im Erregerstromkreis. Die elektrische Durchflutung der Relais wird als Erregung und die entsprechenden Wicklungen als **Erregerwicklungen** bezeichnet. Man teilt die Erregerwicklungen ein in **Ansprechwicklungen**, **Haltewicklungen** und **Abwurfwicklungen**.

Die **Ansprechwicklungen** sollen das Relais zum Ansprechen bringen. Das bedeutet, der Anker des Relais wird aus der Ruhelage in die Arbeitslage angezogen. Deshalb müssen die Windungen der Erregerwicklungen gleichsinnig vom Erregerstrom durchflossen werden und die Ansprechwicklungen so ausgeführt sein, daß der erzeugte magnetische Fluß den Anker sicher anzieht. Der magnetische Fluß wird so bemessen, daß zu dem erforderlichen Mindestanzugsstrom ein Sicherheitszuschlag gegeben wird, der auch bei ungünstigsten Betriebsbedingungen einen sicheren Anzug des Ankers und damit die Betätigung eines Relais gewährleistet.

Eine wicklungstechnische Eigenart für Ansprechwicklungen sind die sogenannten **Symmetriewicklungen**. Es handelt sich dabei um zwei Wicklungen mit **gleichen Windungszahlen und gleichen Widerstandswerten**.

Die Symmetrie zwischen zwei Wicklungen wird erreicht, indem man die einzelnen Wicklungen auf dem Spulenkörper lagenmäßig aufteilt und dann zu zwei Wicklungen mit gleichen Werten zusammenschaltet. Relais mit Symmetriewicklungen sind z. B. in Mikrofonspeisestromkreisen eingeschaltet. Sie liegen dann jeweils an der a- und b-Leitung einer Fernsprechverbindung. Die Symmetriebedingungen sind erforderlich, um ein **Über- oder Nebensprechen** in anderen Fernsprechverbindungen zu vermeiden.

**Haltewicklungen** sollen nach Abschalten der Ansprechwicklung den angezogenen Anker sicher in der Arbeitslage halten. Weil der Eisenkreis des Flußführungsteils durch den angezogenen Anker besser geschlossen ist als bei abgefallenem Anker, wird für das Halten des Ankers weniger magnetische Kraft als zum Ansprechen gebraucht. Deshalb benötigen Haltewicklungen geringere Windungszahlen oder schwächeren Erregerstrom als Ansprechwicklungen.

**Abwurfwicklungen** werden dazu benutzt, die Wicklung bestehender Magnetfelder so zu schwächen, daß der Anker abfällt.

Sie werden so angeordnet, daß die Anzugskräfte zweier Magnetfelder sich durch Gegenerrregung aufheben, damit der Anker des Relais sicher abfällt. Man erreicht eine solche Gegenerrregung, indem zu der Erreger- oder Haltewicklung eine weitere Wicklung mit entgegengerichteter Erregung eingeschaltet wird (z. B. Erregerwicklung mit Anschluß 1-2; Abwurfwicklung mit Anschluß 6-5).

Folgende Merkmale sind besonders wichtig:

- Nach dem Abschalten des Erreger- oder Haltestroms kehren die Kontakte von **monostabilen** Relais in ihre Ruhelage zurück.
- Kontakte von **bistabilen** Relais verbleiben nach dem Abschalten des Erreger- oder Haltestroms in der zuletzt erreichten Schaltstellung und gehen erst nach Erregen der Abwurfwicklung in die ursprüngliche Schaltstellung zurück.
- Abwurfwicklungen werden zum Aufheben der noch bestehenden Magnetfelder verwendet; bistabile Relais gehen dadurch in die Ruhelage zurück.

### 5.14.3 Wirkungsweise der Relais

Die Wirkungsweise aller Relais beruht auf der elektromagnetischen Kraft, die den Anker anzieht und einer Gegenkraft (z. B. Kontaktfederdruck), die den Anker in die Ruhelage zurückführt, wenn sie stärker ist als die elektromagnetische Kraft. Der Ankeranzug bzw. das Abfallen des Ankers bewirken eine Kontaktbetätigung. Die Betätigung des Relais ist also abhängig von der Anzugskraft, die auf den Anker wirkt. Diese Anzugskraft ist abhängig von der elektrischen Durchflutung ( $\Theta$ ), die sich aus der Windungszahl ( $N$ ) der stromdurchflossenen Wicklung und dem Strom ( $I$ ) ergibt.

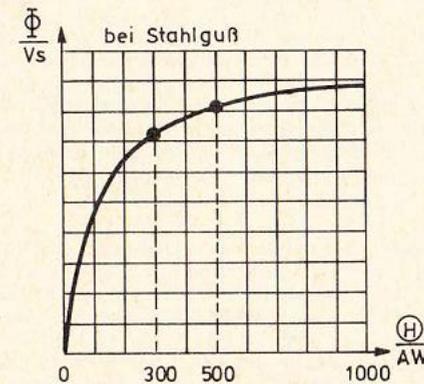
Die elektrische Durchflutung ist also das Produkt aus der Stromstärke und der Windungszahl. Ihre Einheit ist das Ampere, weil die Windungszahl die Einheit Eins hat. Zur besseren Unterscheidung zur Strom-

stärkeneinheit nennt man die Einheit der elektrischen Durchflutung häufig auch Amperewindung, Einheitenzeichen A.

$$\Theta = I \cdot N \quad \text{A}$$

Die Amperewindungszahl eines Relais ist ein Maß für die Anzugskraft; sie muß stets so groß sein, daß das Relais bei Erregung sicher anzieht.

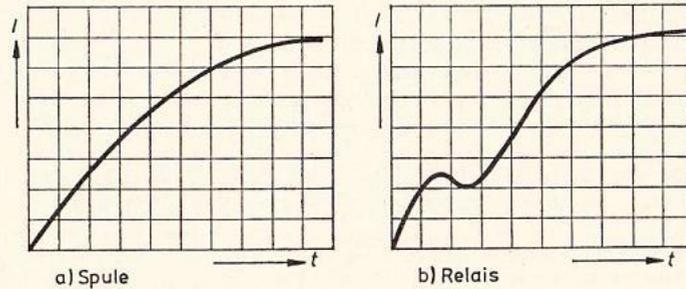
Die dargestellte Magnetisierungskurve eines Relais zeigt, daß eine Verstärkung des magnetischen Flusses durch Erhöhung der Amperewindungen nur bis zu einer gewissen Stärke (etwa 500 A) wirtschaftlich ist. Bei 1000 A ist eine Verstärkung des magnetischen Flusses in Relais wegen der magnetischen Sättigung des Kerns nicht mehr erreichbar. Bei den gebräuchlichen Relais reichen 200 bis 400 A aus, um eine für das Ansprechen des Relais ausreichende Magnetisierung zu gewährleisten. Die für eine Erregerwicklung



**Magnetisierungskurve eines Relais**

(Ansprechwicklung) benötigte Amperewindungszahl wird in der Praxis um einen **Sicherheitszuschlag** erhöht, dessen Faktor von den Funktionen des Relais abhängt. So benötigen schnell arbeitende Impulsrelais eine drei- bis fünffache Stromsicherheit; für Relais, die nicht impulsweise arbeiten, genügt eine zweifache Stromsicherheit. Bei sogenannten Ruherelais (z. B. Netzkontrollrelais, Ruhe-Überwachungsrelais) beträgt der Sicherheitsfaktor nur 1,5 bis 1,2.

Der **Stromverlauf** in der **Erregerwicklung** (Ansprechwicklung) eines Relais gleicht dem Stromverlauf in einer Spule mit Eisenkern. Lediglich der sich durch die Ankerbewegung verringernde Luftspalt (Änderung des Magnetfeldes) beeinflusst den Stromverlauf. Vom Anzugszeitpunkt an wird der Luftspalt zwischen Kern und Anker immer kleiner und der magnetische Fluß stärker. Das stärkere Magnetfeld erhöht auch die Selbstinduktivität der Relaiswicklung, die den Erregerstrom schwächt, bis die Ankerbewegung endet. Dieser Vorgang erzeugt den Knick in der Stromkurve eines Relais (rechtes Diagramm). Ist die Hubzeit des Relais – Zeit vom Beginn bis zum Ende der Ankerbewegung – zu Ende, verläuft die Stromkurve des Relais wie bei einer Spule mit Eisenkreis.



Stromverlauf in Spule und Relais

#### Fehlererregung

Mit **Fehlererregung** bezeichnet man den Zustand eines Relais, bei dem der Anker trotz Erregung nicht angezogen wird. Der dabei durch die Erregerwicklung fließende Strom wird als **Fehlstrom** bezeichnet; er soll nicht größer als das 0,8fache des Anzugsstroms sein. Bei Fehlstromerregung darf sich der Anker zwar im Bereich der Steg- oder Pimpluft bewegen, jedoch dürfen keine Kontakte betätigt werden. Diese Werte gelten für Relais, bei denen keine besonderen konstruktiven oder schaltungstechnischen Maßnahmen zur Beeinflussung der Schaltzeiten angewendet sind.

#### Ansprechererregung

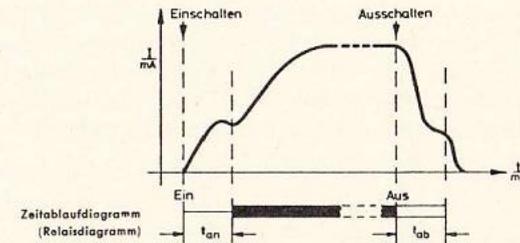
Durch die **Ansprechererregung** wird der Anker des Relais aus der Ruhe- in die Arbeitsstellung gebracht, in der alle Kontakte mit Sicherheit betätigt sind. Der Ansprech- oder Anzugsstrom ist größer als der Fehlstrom; er wird um den Sicherheitszuschlag auf den **Betriebsanzugsstrom** erhöht. Das Selbstinduktionsverhalten der Spule sowie die mechanische Tätigkeit des Ankers und die Kontaktlast der zu betätigenden Kontaktfedern bewirken eine durchschnittliche Ansprechzeit ( $t_{an}$ ) von 5 bis 20 ms. Diese Zeitangabe gilt für Relais ohne schaltungstechnische Schaltzeitbeeinflussung und ohne Dämpfungswicklungen.

#### Halteerregung

Die **Halteerregung** ist die Erregung, die den Anker nach dem Anzug mit Sicherheit in der Arbeitslage hält. Der dazu benötigte Strom wird **Haltestrom** genannt und kann bis zu 80 % niedriger sein als der Ansprechstrom (abhängig von der Kontaktlast).

#### Abfallerregung

Vermindert sich die Erregung unter den Wert des Haltestroms (20 % des Anzugsstroms), so fließt der **Abfallstrom**. Der Relaisanker wird durch den Federdruck der Kontakte aus der Arbeits- in die Ruhelage zurückgedrückt. Für die Abfallzeit eines Relais sind die gleichen Faktoren von Bedeutung wie beim Ansprechen. Die Abfallzeit ( $t_{ab}$ ) beträgt im Durchschnitt 5 bis 15 ms, wenn keine verzögernden Maßnahmen angewendet sind.

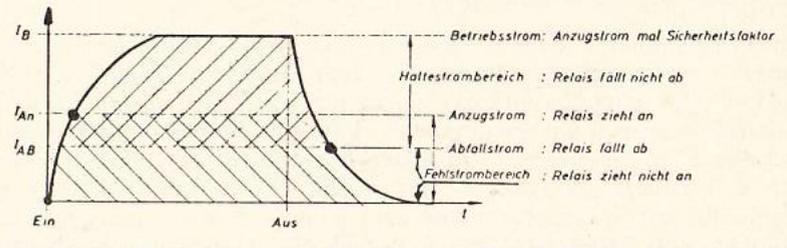


#### Einschaltezeit ( $t_{an}$ ) eines Relais

Vom Einschaltzeitpunkt eines Relais vergeht eine bestimmte Zeit, die **Einschaltezeit ( $t_{an}$ )**, bis die Relaiskontakte betätigt werden. Diese zeitliche Verzögerung liegt in der Regel **zwischen 10 und 20 Millisekunden**.

#### Abfallzeit ( $t_{ab}$ ) eines Relais

Nach dem Abschalten des Erregerstroms kehrt der Anker nicht sofort in seine Ruhelage zurück, sondern erst nach einer bestimmten **Abfallzeit ( $t_{ab}$ )**, die **zwischen 15 und 25 Millisekunden** oder nach Wunsch auch bei noch höheren Werten liegen kann.

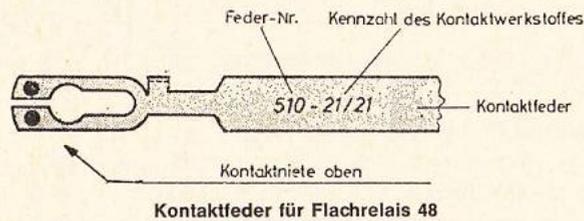


Relaisdiagramm und Stromkurve eines anziehenden und wieder abfallenden Relais

#### 5.14.4 Kontakte der Relais

Die Kontakte eines Relais bilden den **Kontaktteil**, der vom Anker betätigt wird und andere Stromkreise ein-, aus- oder umschaltet. Ein **Relaiskontakt** ist die Berührungsstelle zweier elektrisch leitender Teile, er besteht aus den Kontaktfedern mit den aufgenieteten Kontaktstücken (Kontaktniete). Die **Kontaktfedern** bestehen aus Neusilber (Nickel/Kupfer/Zink-Legierung) oder Messing, sie haben eine hohe Elastizität. Durch die Federeinstellung (Justierung) werden die richtigen Kontaktbewegungen, der Kontaktabstand und der notwendige Kontaktdruck gewährleistet.

Die **Kontaktfedern mit Kontakten** werden durch den Anker über besondere Betätigungselemente elektromechanisch betätigt. Entsprechend ihrer Anordnung können sie Stromkreise öffnen, schließen oder umschalten. Die Kontaktfedern sind zu Kontaktfedersätzen zusammengefaßt, teilweise durch Gegenlagen mechanisch stabilisiert und durch isolierende Zwischenlagen elektrisch voneinander getrennt.



Das Profil der **Kontaktnieten** ist normalerweise halbrund. Als Kontaktwerkstoff (KW) wird in der Regel Silber verwendet. Bei besonderen Strom- bzw. Schaltbedingungen werden auch andere Nietformen und andere Kontaktwerkstoffe verwendet (z. B. bei funkengefährdeten Kontakten KW 40). In den Stromlaufzeichnungen werden die Kontaktwerkstoffe besonders gekennzeichnet.

Entsprechend ihrer Aufgaben gibt es **Arbeits-** und **Ruhefedern**. **Arbeitsfedern** werden durch einen an der Feder ausgebildeten Betätigungslappen oder -pimpel vom Relaisanker bewegt. **Ruhefedern** liegen mit einem Stützflappen auf dem Spulenkörper oder mit ihrer breiten Fläche auf einer Federgegenlage und werden z. B. durch die bewegte Feder eines Arbeitskontakts mit bewegt, wenn der Kontakt schließt. Die Kontaktfedern für Doppelkontakte sind an ihrem Kontaktende geschlitzt, so daß jede Federspitze einen Kontaktniet aufnimmt. Der Doppelkontakt gewährleistet durch die geschlitzte Kontaktfeder und die beiden Einzelkontakte einwandfreie Kontaktgabe, größte Elastizität (z. B. bei mechanischen Erschütterungen) und somit hohe Kontaktsicherheit.

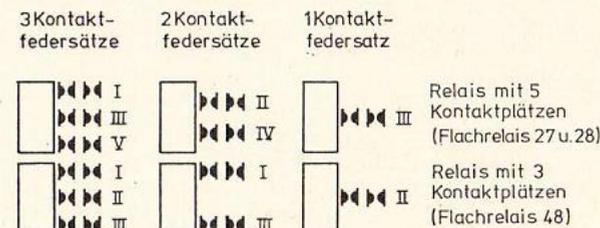
Das hintere Ende der Kontaktfeder ist als Lötflanke ausgebildet. Je nach Art der Kontakte wird eine bestimmte Anzahl von Kontaktfedern unter Berücksichtigung einer gegenseitigen Isolierung zu einem **Kontaktfedersatz** zusammengeschichtet und auf das Joch bzw. auf den Spulenkörper des Relais aufgesetzt. Kontaktfedersätze eines Relais können bis zu sechs Kontaktfedern aufnehmen und zwei übereinanderliegende Einzelkontakte ergeben (z. B. zwei Wechsler).

Man bedient sich beim Zusammenstellen der einzelnen Kontaktfedersätze einer sogenannten **Schichtvorrichtung**, in die alle Teile des Kontaktfedersatzes eingelegt und unter einem bestimmten Druck zusammengeschraubt werden. Die so vorbereiteten Kontaktfedersätze werden dann auf den Erregerteil des Relais (Joch oder Kern) aufgesetzt und angeschraubt.

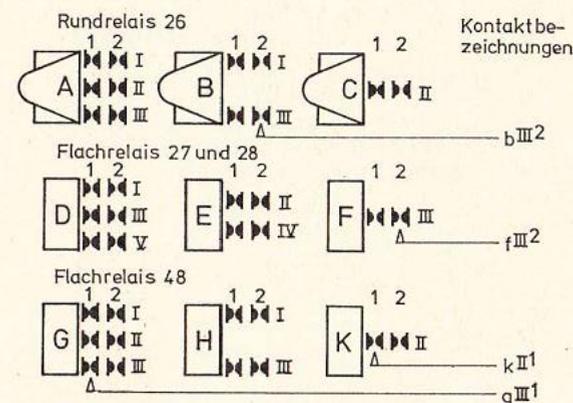
Die Plätze eines Relais, auf denen Kontaktfedersätze angeordnet werden können, nennt man **Kontaktreihe**. Flach-, Rund- und Ovalrelais nehmen bis zu **drei** Kontaktfedersätze nebeneinander auf. Es gibt aber auch ältere Relais Typen mit fünf nebeneinanderliegenden Lochreihen für Kontaktfedersätze, in die jedoch auch nur drei Kontaktfedersätze nebeneinander aufgesetzt werden.

Die Gesamtheit aller Kontaktfedersätze bezeichnet man als **Kontaktsatz**. Werden bei einem Relais nicht alle Kontaktplätze (Kontaktreihen) belegt, dann sind die Kontaktsätze so aufzubringen, daß der Anker symmetrisch belastet wird (an den Außenseiten des Relais oder in der Mitte).

Die Plätze der Kontaktreihen eines Relais werden mit römischen Ziffern (I, II, III oder I, III, V) bezeichnet. Innerhalb eines Kontaktfedersatzes werden die Kontakte – auf dem Relaiskörper beginnend – mit arabischen Ziffern bezeichnet. In Stromlaufzeichnungen wird vor diese Bezeichnung die Bezeichnung des Relais (kleiner lateinischer Buchstabe)



**Anordnung der Kontaktfedersätze auf der Kontaktreihe**



**Zählweise der Relaiskontakte**

gesetzt (z. B. a<sup>II2</sup>). Bei Relaisketten, deren Relais römische Ziffernbezeichnungen haben, werden die Kontakte mit arabischen Ziffern, die Lochreihe mit römischen Ziffern und die Folge im Kontaktfedersatz mit arabischen Ziffern bezeichnet (z. B. 2<sup>III1</sup>).

#### 5.14.5 Spulenzettel und Relaisbezeichnungen

Eine Beschriftung (Spulenzettel), die im allgemeinen auf der **Umhüllung des Relaispulenkörpers** angebracht ist, gibt zu erkennen, ob das Relais eine oder mehrere Wicklungen besitzt. Die Beschriftung besteht aus einer Folge von römischen und arabischen Ziffern sowie lateinischen Buchstaben in bestimmter, stets einheitlicher Anordnung.

Die Buchstaben bezeichnen den Werkstoff, aus dem der Draht gefertigt ist, sowie die Art der Isolation.

Z. B. CuL bedeutet, daß es sich um Kupferdraht (Cu) handelt, der mit Lack (L) isoliert ist, oder WdSS, der aus Widerstandsdraht besteht und doppelt mit Seide (SS) umspinnen, isoliert ist.

**Beispiele** für die Angaben auf einem Spulenzettel (Relaisaufdruckzettel)

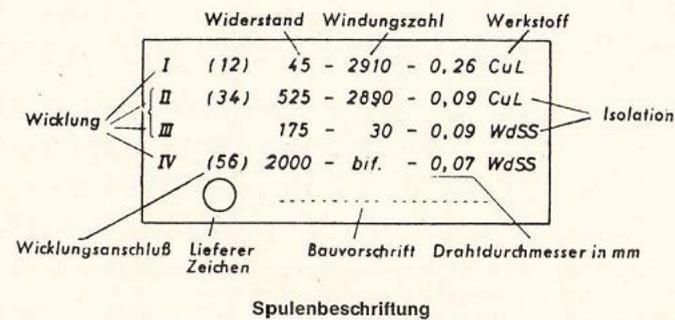
##### a) Einzelbeschriftung

**I (16) 400 - 8600 - 0,15 Cu L**

I: Belegung der Löffahnen (1 und 6)  
 (16): Widerstandswert (400 Ω)  
 400 - 8600: Windungszahl (8600 Wdg.)  
 0,15: Drahtdurchmesser (0,15 mm)  
 Cu: Werkstoff (Kupfer)  
 L: Isolation (Lack)

Lage der Wicklung (I Wicklung vom Kern aus)

##### b) Spulenzettel eines Relais



Entsprechend ihrer Aufgabenstellung innerhalb der Schaltung werden die Relais mit großen lateinischen Buchstaben oder römischen Ziffern bezeichnet. Reicht ein großer Buchstabe zur Unterscheidung nicht aus, so wird ein zweiter, kleiner Buchstabe hinzugefügt (z. B. An-, Ah-, Ph-Relais). Das Ah-Relais ist z. B. ein Hilfsrelais für das A-Relais.

Die Relaisbezeichnung ist auf dem Relaisanker so angebracht, daß sie dann sichtbar ist, wenn man auf die Kontakte sieht. In den Schaltplänen sind die Schaltzeichen für die Relaiswicklungen mit den Relaisbezeichnungen versehen. Um dem Schaltungstechniker das Arbeiten an der Fernmeldeanlage zu erleichtern, werden die Relaisbezeichnungen so ausgewählt, daß sie Rückschlüsse auf die Aufgabe des Relais im Schaltungsablauf ermöglichen, z. B.

A-Relais	-	Relais an der a-Leitung
B-Relais	-	Relais an der b-Leitung
C-Relais	-	Relais an der c-Leitung
J-Relais	-	Impulsrelais
S-Relais	-	Speiserelais
P-Relais	-	Prüfrelais
NK-Relais	-	Netzkontrollrelais
I-Relais	-	Relais einer Wählkette, die aufgrund der Wählimpulse in einer bestimmten Reihenfolge ansprechen
II-Relais	-	
III-Relais	-	

Relaisbezeichnung und Ausdruckszeitel	Belegung der Löffhaken	Darstellung im Wirkschaltplan	Darstellung im Stromlaufplan
<b>A-Relais</b> I (16) 300-7000-0,15 Cu L			
<b>B-Relais</b> I (12) 80-2600-0,20 Cu L II (56) 500-2800-0,09 Cu L			
<b>C-Relais</b> I (12) 20-900-0,19 Cu L II (34) 600-8600-0,13 Cu L III (56) 2000-bif-0,07 WdSS			

Beispiel für Relaisbezeichnungen

## 5.14.6 Schaltzeitbeeinflussungen durch schaltungstechnische Maßnahmen

### 5.14.6.1 Allgemeines über Schaltzeitbeeinflussungen

Der praktische Einsatz der Relais in den Fernmeldeanlagen bedingt in vielen Fällen andere Schaltzeiten (Ansprechzeit, Abfallzeit), als sie durch den normalen konstruktiven Relisaufbau vorgegeben sind. Zur Veränderung der Schaltzeiten können **mechanisch-konstruktive** und **elektrisch-schaltungstechnische** Mittel und Maßnahmen eingesetzt werden. Die mechanisch-konstruktiven Maßnahmen zur Schaltzeitbeeinflussung sind im Abschnitt 2.5 beschrieben.

Bei den **elektrisch-schaltungstechnischen Maßnahmen** sind zwei verschiedene Möglichkeiten zur Schaltzeitbeeinflussung zu unterscheiden:

1. Maßnahmen, die unmittelbar vom Aufbau des Relais abhängig sind, und

2. schaltungstechnische Lösungen, die durch eine Zusammenschaltung verschiedener Wicklungen eines Relais oder in Verbindung mit anderen Bauelementen und Relais erreicht werden.

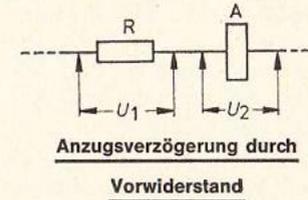
Man unterscheidet folgende Schaltzeitbeeinflussungen:

- **Verlängerung der Ansprechzeit,**
- **Verlängerung der Abfallzeit,**
- **Verkürzung der Abfallzeit und**
- **Verkürzung der Ansprechzeit.**

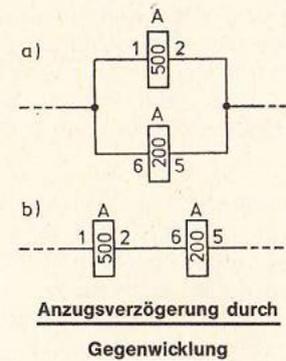
In den folgenden Ausführungen werden einige Beispiele für die Anwendung der unterschiedlichen Methoden zur Schaltzeitbeeinflussung aufgezeigt. Daneben gibt es noch Schaltzeitbeeinflussungen mit Hilfe von Halbleiterbauelementen (Dioden), auf die hier aber nicht eingegangen wird.

### 5.14.6.2 Verlängern der Ansprechzeit durch elektrische Maßnahmen

Die Ansprechzeit eines Relais kann durch einen **Vorwiderstand** verlängert werden. Ein Widerstand, der in Reihe mit einer Relaisrichtung geschaltet ist, verringert durch den Spannungsabfall am Widerstand die Spannung für das Relais. Der verringerte Strom läßt das Magnetfeld langsamer ansteigen, so daß der Anzugspunkt später erreicht wird und das Relais verzögert anzieht. Mit dieser Maßnahme können **Verzögerungen** bis etwa **25 ms** erreicht werden.

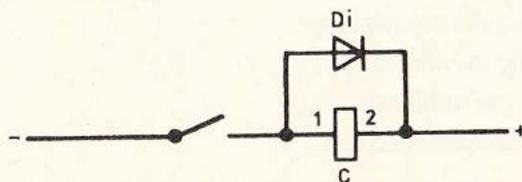


Bei der **Differentialschaltung** sind zwei Relaiswicklungen mit unterschiedlicher A-Zahl so gegeneinandergeschaltet, daß sich ihre Magnetfelder gegenseitig schwächen. Das Gegeneinanderwirken beider Magnetfelder sorgt dafür, daß erst nach einer Verzögerungszeit die stärkere Wicklung (nämlich die Wicklung 1-2) das Relais zum Ansprechen bringt. Die Gegenwicklung kann parallel- oder hintereinandergeschaltet sein. Diese Schaltung ergibt **Anzugsverzögerungen** bis etwa **100 ms**. Bei der **Parallelschaltung** entgegengesetzter Relaiswicklungen entsteht **zusätzlich** eine Verlängerung der Abfallzeit, weil beim Abschalten die im Kurzschlußkreis liegenden Wicklungen gleichgerichtet magnetisiert sind.



### 5.14.6.3 Verlängern der Abfallzeit durch Parallelschalten einer Diode

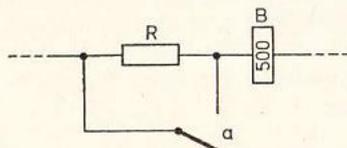
Durch Parallelschalten einer Diode wird die Abfallzeit durch Ausnutzung der Selbstinduktionsspannung in der Wicklung des C-Relais verlängert (vgl. Abbildung).



Abfallverzögerung durch Selbstinduktion

### 5.14.6.4 Verkürzen der Ansprechzeit durch schaltungstechnische Maßnahmen

Die Ansprechzeit eines Relais läßt sich durch eine **Vormagnetisierung** verkürzen. In der Schaltanordnung nach folgender Abbildung erzeugt der Widerstand einen Spannungsabfall und verringert den Strom für das Relais, so daß in der Relaiswicklung nur ein Fehlstrom fließt. Der Fehlstrom reicht zum Ansprechen des Relais nicht aus; es kommt lediglich zu einer Vormagnetisierung. Bei einem Kurzschluß des Widerstands erreicht das Relais schneller den Ansprechpunkt als bei unmittelbarer Anschaltung. Der Vorwiderstand muß aber so bemessen sein, daß beim Öffnen des a-Kontakts (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung) kein Haltestrom fließt, wenn der Relaisanker abfallen soll.

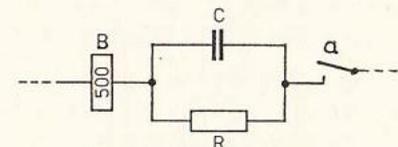


Vormagnetisierung eines Relais

Die **Vormagnetisierung** kann auch durch eine **elektromagnetisch wirksame Zweitwicklung** des Relais erreicht werden, die im Fehlstrombereich unter Strom steht. Der verkürzte Ankeranzug wird erzielt durch zusätzliches Einschalten der Erstwicklung, die gleichsinnig zur Zweitwicklung gepolt ist. Nach dem Ankeranzug kann zum Halten des Relais eine der beiden Wicklungen wieder abgeschaltet werden (ggf. über eigenen Kontakt).

Durch **Vorschalten eines Kondensators** mit parallelgeschaltetem Widerstand kann die Ansprechzeit ebenfalls verkürzt werden. Eine Erregerwicklung mit geringem ohmschen Widerstand und geringer Induktivität ermöglicht durch den sehr steil ansteigenden hohen Ladestrom den schnellen Aufbau eines sehr starken Magnetfelds. Solche starken Ströme dürfen aber im Dauerbetrieb nicht über die Relaiswicklung

fließen, da sie zu einer Zerstörung der Spule führen können. Die folgende Schaltung ermöglicht eine Ansprechzeitverkürzung durch einen kurzzeitigen starken Stromstoß, der bei Verwendung einer ent-

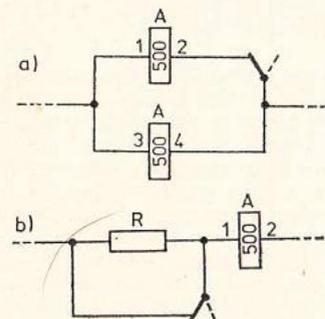


Anzugsverkürzung durch den Ladestromstoß eines Kondensators

sprechend bemessenen Wicklung während der Aufladezeit des Kondensators fließt. Der ungeladene Kondensator überbrückt bei der Anschaltung den Widerstand R, so daß ein starker Ansprechstrom fließt. Nach beendeter Kondensatoraufladung wird die Stromspitze durch den Widerstand wieder vermindert. Der Widerstand R ist so zu bemessen, daß ein Haltestrom fließt.

### 5.14.6.5 Verkürzen der Abfallzeit durch schaltungstechnische Maßnahmen

Durch die **Veränderung der Amperewindungszahl** können die Schaltzeiten von Relais beeinflusst werden. Da alle Wirkungen eines Relais von den Amperewindungen (Produkt aus Strom und Windungen) abhängen, kann durch Vermindern der Amperewindungen das Magnetfeld so stark geschwächt werden, daß es zu einer Abfallverkürzung kommt. Jedoch sind hierbei die Haltebedingungen für das Relais zu beachten.



(gestrichelte Kontaktstellung entspricht der für die Schaltzeitbeeinflussung benötigten Stellung)

Abfallverkürzende Relaischaltung

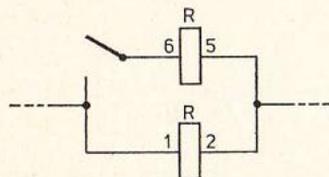
Bei der Abfallverkürzung durch Verminderung der Amperewindungszahl unterscheidet man zwischen

- **Verminderung der wirksamen Windungszahl** durch Abschalten einer gleichgerichteten Erregerwicklung und

- **Stromverminderung** durch Einschalten eines Vorwiderstands nach dem Anziehen des Relaisankers.

Durch eine **magnetische Gegenerregung** können Abfallverkürzungen erreicht werden. Wird zum Ausschalten des Relais oder während des Abfallvorgangs eine Gegenwicklung einge-

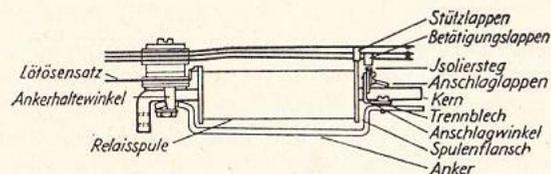
schaltet, so wird durch die umgekehrte Polarität des Magnetfelds der Zweitwicklung die Wirkung des Magnetfelds der Erstwicklung schneller abgebaut als bei Stromkreisunterbrechung.



Relais mit zwei gegeneinandergerichteten, gleich starken Wicklungen

### 5.14.7 Flachrelais 48

Das Flachrelais 48 kann als „Regeltyp“ der im Bereich des Fernmeldewesens eingesetzten Relais bezeichnet werden. Genau wie bei seinem Vorgänger, dem Rundrelais, ist der Name des Relais von der Form des Kerns abgeleitet (**flacher rechteckiger Kern**). Bei diesem Relais besteht auch der Anker aus einem U-förmig gebogenen Flacheisen, das einseitig den Wicklungskörper umschließt.



Flachrelais 48

Die Konstruktionsvorteile des Flachrelais liegen in den rationellen Fertigungsverfahren der Einzelteile, die fast ausschließlich gestanzt oder gepreßt werden. Anstelle des Jochs wird zur Bildung des Flußführungsteils ein U-förmig gebogenes Ankerblech verwendet, das mit zwei Schrauben über eine Ankerfeder und Ankerhaltewinkel mit dem Kern verbunden ist. Ankerfeder und Ankerhaltewinkel stellen ein Wälzlager dar. An der Betätigungsseite des Ankerblechs befindet sich ein Anschlagwinkel mit Anschlagrippen zur Einstellung des Ankerhubs und ein Isoliersteg zur Kontaktbetätigung. Das **Trennblech** aus nichtmagnetischem Werkstoff (Messing, Bronze, Neusilber) ist zwischen Anker und Anschlagwinkelbefestigung eingelegt. Nach Bedarf kann zwischen den Trennblechstärken von 0,05 bis 1 mm gewählt werden. Das 110 mm lange Flachrelais 48 hat 6 Wicklungsanschlüsse (Flachrelais 27 und 28: 5 Wicklungsanschlüsse) und kann somit drei getrennte Wicklungen aufnehmen. Obige Abbildung zeigt die Normalausführung des Flachrelais 48.

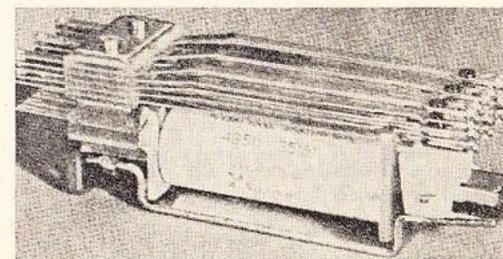
Die **Lebensdauer** eines Relais wird nach der Mindestzahl der fehlerfrei auszuführenden Schaltbetätigungen bemessen. Für das Flachrelais 48 beträgt die Mindestzahl  $2 \cdot 10^7$  **Schaltbetätigungen**.

### 5.14.8 Flachrelais 48 G

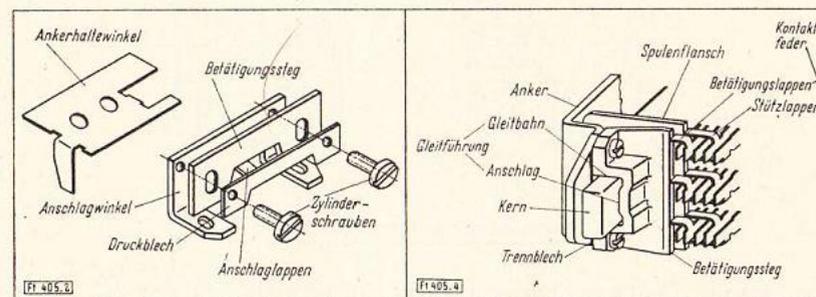
Die steigenden Anforderungen an die technische Güte der Fernmeldeanlagen führten zu einer Weiterentwicklung des Flachrelais 48, dem **Flachrelais 48 G**. Der Buchstabe „G“ bedeutet **Gleitführung** und weist auf die neuartige Form des Betätigungsglieds hin.

Beim Flachrelais 48 besteht das Betätigungselement aus dem Anschlagwinkel mit Anschlagrippen, dem Betätigungssteg, dem Druckblech sowie dem zur Ankerhalterung benötigten Ankerhaltewinkel. Diese vier Teile des Flachrelais 48 werden beim Flachrelais 48 G durch die **Gleitführung** ersetzt, die Anzahl der Einzelteile also um drei Teile verringert. Die Gleitführung besteht aus einem Kunststoffbügel, der sehr gute Gleiteigenschaften hat und äußerst geringen Abrieb aufweist. Hierdurch erhöht sich die Lebensdauer des Flachrelais 48 G gegenüber dem Flachrelais 48 um das Fünffache auf etwa  $10^8$  Schaltbetätigungen und verringert den Unterhaltungsaufwand.

Die Gleitführung umschließt den Kern des Flachrelais 48 G an drei Seiten. Dadurch ist eine stabile Ankerführung gewährleistet, so daß die Einstellwerte für Ankerhub, Stegluft und Seitenspiel streng eingehalten werden.



Flachrelais 48 G



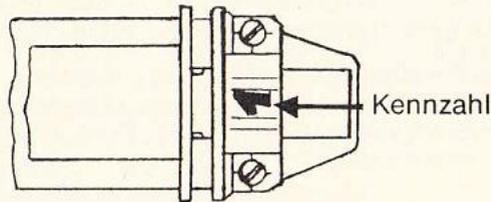
Unterschiedliche Betätigungsglieder bei Flachrelais 48 und 48 G

Das Flachrelais 48 G kann mit seinen **9 Kontaktplätzen** maximal 18 Kontaktfedern aufnehmen.

Folgende **Vorteile** ergeben sich für das **Flachrelais 48 G** durch Verwendung der Gleitführung mit Angabe des Ankerennhubs im Vergleich mit dem Flachrelais 48:

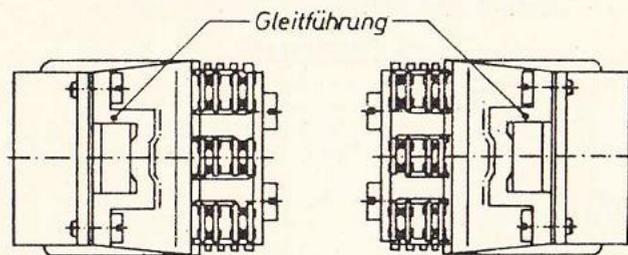
- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften (Gleitreibungen) durch Abriebfestigkeit und Elastizität des Kunststoffs,
- Einengung der Streubreiten bei der Ansprechregung und Abfallerregung,
- Wegfall des Ankerhaltewinkels und des durch Abrieb am Haltewinkel entstandenen vergrößerten Seitenspiels des Ankers,
- verminderte Gefahr von Kontaktprellungen und dadurch geringerer Kontaktverschleiß,
- zwei Einbaulagen des Flachrelais 48 G (Einbaulagen I und II) und
- Verringerung des Unterhaltungsaufwands.

Anker-Nennhub in mm	Typ-Kennzahl der Gleitführung
1,1	1
1,3	3
1,5	5



Gleitführungsbügel mit Kennzahl für Anker-Nennhub

Eine weitere Verbesserung des Flachrelais 48 wurde durch neue **Isolierstoffe aus Kunststoffspritzteilen** bei Flachrelais 48 G erreicht (Isolierteile des Flachrelais 48: Hartpapierstanzteile). Der hintere Spulenflansch ist dabei so gestaltet, daß die Spulen automatisch gewickelt werden können.



Einbaulage I

Einbaulage II

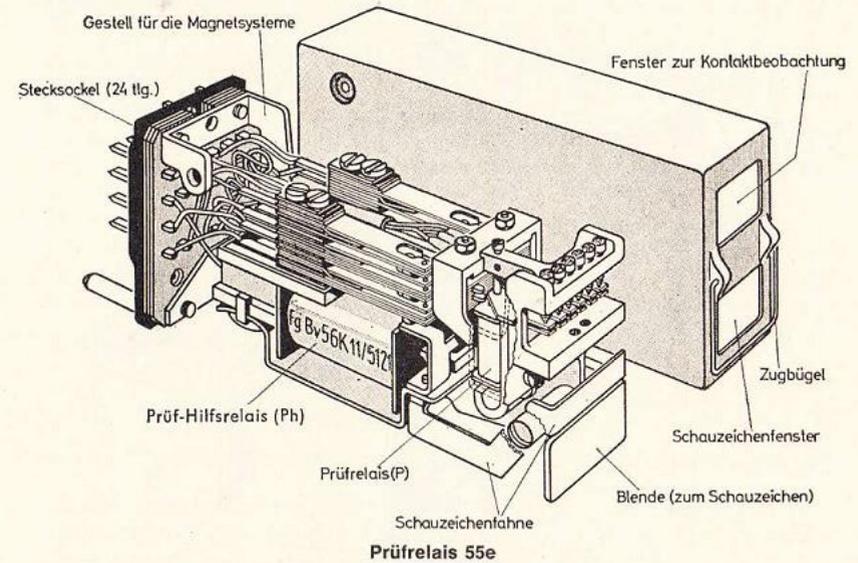
Einbaulagen des Flachrelais 48 G

Die **Einstell- und Abnahmevorschriften** für die Relais 48 und 48 G sind in der **FTZ-Vornorm 211 143 ES 1** (von Dez. 1972) aufgeführt.

### 5.14.9 Prüfrelais 55

In vielen Fällen bestimmen die Schaltaufgaben die Relaiskonstruktion. Das Stillsetzen des mit hoher Schrittgeschwindigkeit drehenden Einstellglieds eines EMD-Wählers erfordert ein Relais mit **Ansprechzeiten von etwa 1 ms**. Diese Bedingung erfüllt das **Prüfrelais 55**. Es hat die Aufgabe, bei der Freiwahl die abgehenden Verbindungswege auf ihren Belegungszustand zu prüfen und das Einstellglied auf einer freien Leitung stillzusetzen. Eine so kurze Ansprechzeit läßt sich nur bei einem Relais mit sehr leichtem, kleinem Anker und geringer Kontaktlast erreichen. Das Prüfrelais muß auch noch andere Schaltvorgänge durchführen, so daß eine größere Kontaktbestückung auch beim Prüfrelais 55 notwendig ist.

Diese Forderungen erfüllt das als Doppelrelais gebaute Prüfrelais 55 mit zwei Relaissystemen für ein **Prüfrelais (P-Relais)** und **Prüfhilfsrelais (Ph-Relais)**. Beide Relaissysteme sind konstruktiv vereinigt und arbeiten nacheinander in zwei Stufen.



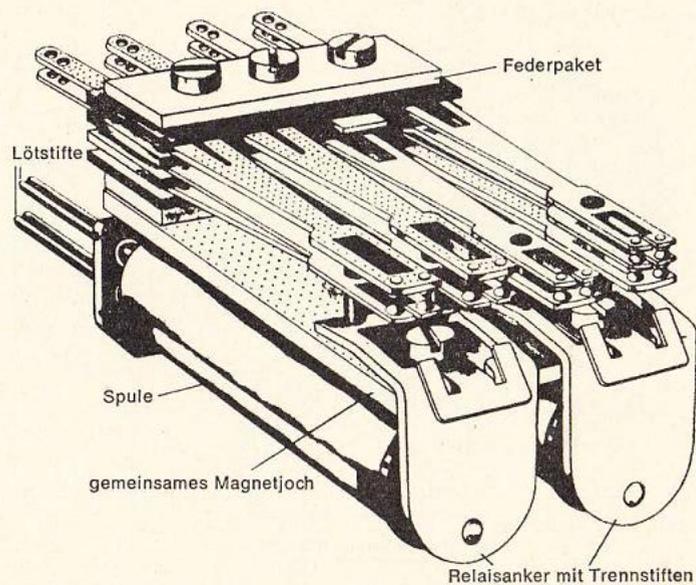
Prüfrelais 55e

Zuerst wird das **Prüfrelais P** zur **Vorprüfung** des Verbindungswegs mit dem kleinen Magnetsystem (Ansprechzeit: 1 bis 2 ms) erregt. Das schnell arbeitende P-Relais setzt in der ersten Phase des Prüfungsvorgangs auf dem freien Ausgang das Einstellglied still, belegt das nachfolgende Schaltglied und sperrt den Wählerausgang gegen weitere Belegung und schaltet das Ph-Relais ein. Das **Prüfhilfsrelais Ph** mit dem großen Magnetsystem (Ansprechzeit: 8 bis 10 ms) führt dann in der zweiten Prüfphase das Nachprüfen und alle übrigen zum Prüfungsvorgang gehörenden Schaltvorgänge aus (u. a. Einschalten der Andrückmagnete zum Durchschalten der Sprechadern usw.).

Das Ph-Relais ist nach seinen wesentlichen Konstruktionsmerkmalen ein Flachrelais. Das P-Relais mit dem kleinen Magnetsystem ist auf den vorderen Teil des Ph-Relais aufgesetzt. Durch eine Metallschutzkappe ist das Prüferelais gegen Staubeinflüsse und mechanische Beschädigungen geschützt. Zwei Fenster an der Stirnseite der Kappe ermöglichen die Beobachtung des Betriebszustands der p-Kontakte (rechtes Fenster) und durch das Schauzeichen (linkes Fenster) die Ankerbetätigung des Ph-Relais. In der Einbaulage wird das Relais um 90° so gedreht, daß das Schauzeichenfenster auf der linken Seite ist. Beide Relais zusammen bilden eine steckbare Einheit, die über einen 24teiligen Messerkontaktsockel mit der Schaltung verbunden wird. Alle Kontakt- und Wicklungsanschlüsse der Relais sind deshalb an einem zum Relaisgestell gehörenden Stecksockel geführt.

#### 5.14.10 Doppelrelais 55

Das **Doppelrelais 55** gehört zu den Kleinrelais. Es besitzt zwei Magnetsysteme, d. h., es hat zwei Magnetkerne mit Spulen und zwei Ankern, die mit je einer Ankerhaltefeder an einem gemeinsamen Joch befestigt sind. Die Arbeitsweise der beiden Relais mit ihrer Ankerbewegung ist völlig unabhängig voneinander.



**Doppelrelais 55**

#### 5.14.11 Edelmetall-Schnell-Kontakt-Relais

##### 5.14.11.1 Allgemeines

Mit dem Edelmetall-Schnell-Kontakt-Relais (ESK-Relais) wurde ein völlig neuer Relaisstyp geschaffen, der in seiner Konstruktion mit keinem der bisher beschriebenen Relais vergleichbar ist.

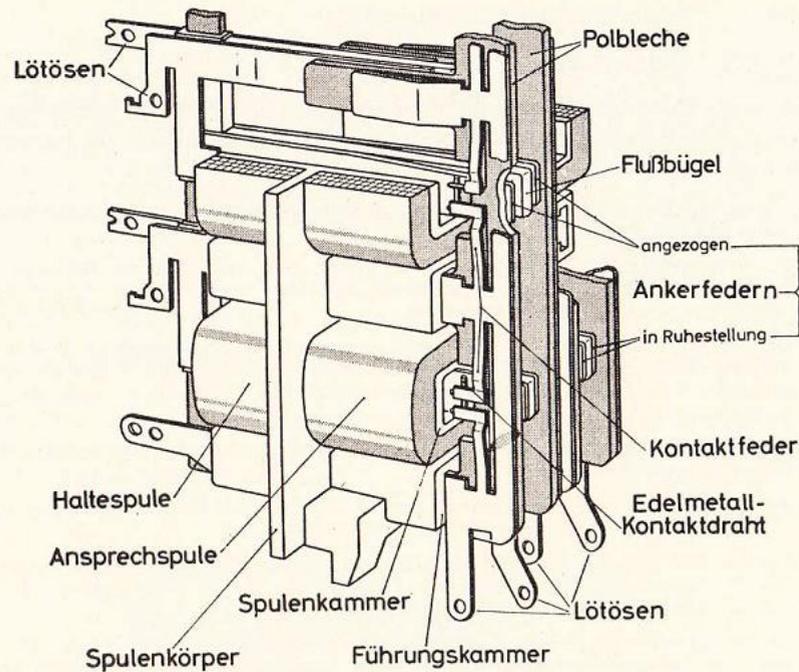
Folgende **konstruktiven, physikalischen** und **fertigungstechnischen Besonderheiten** zeichnen das ESK-Relais aus:

- Zur Verringerung der mechanischen Schaltbarkeit sind der Anker des Relais und die Kontaktfedern aus einem gemeinsamen Teil, dem **Kontaktanker**, gebildet. Er besteht aus einer Eisen-Nickel-Legierung.
- Die Kontaktstellen werden von kreuzweise angeordneten Doppelkontakten gebildet. Je zwei **Kontaktdrähte** aus einer Palladium-Silber-Legierung (ein Draht an der Ankerfeder und zwei Drähte an dem Doppelkontakt der Kontaktfeder) bilden einen Einzelkontakt.
- Eine bessere Ausnutzung des magnetischen Feldes wird durch **Flußüberlagerung** zweier Magnetfelder erreicht.
- Jedes Relais hat zwei **selbsttragende Spulen**, eine vordere Ansprechspule (A) mit 75 bis 100 AW und eine hintere Haltespule (H) mit 40 AW.
- Jeweils fünf ESK-Einzelrelais bilden einen raumsparenden **Relaisstreifen** (etwa gleicher Raumbedarf wie ein Flachrelais 48). Sie sind in ein gemeinsames Polystyrolgehäuse mit Führungskammern eingebaut.
- Die Relaisstreifen können mit **Kontaktvielfachstreifen** ausgerüstet sein und gestatten somit das Zusammenfassen der fünf einzelnen **Koppelrelais** zu einem Relaisstreifen für Koppelfelder.
- Durch Fortfall des Kontaktvielfachstreifens ergeben sich ESK-Relaisstreifen mit Einzelrelais, die als normale **Funktionsrelais** arbeiten.
- Alle Teile des ESK-Relaisstreifens werden in **Steckmontage** zusammengesetzt. Besondere ausgearbeitete, in das Polystyrolgehäuse einrastende Steckteile sichern die Befestigung, die erforderlichen Abstände zwischen den Relaisstreifen. Eine nachträgliche Justierung ist nicht notwendig!

##### 5.14.11.2 Konstruktive Merkmale der ESK-Relais

Das einzelne ESK-Relais besteht aus folgenden Konstruktionseinheiten:

- **In der Spulenkammer** befinden sich Spulenkern mit Ansprech- und Haltespule, Flußbügel mit Polblech und Ankerfeder (Kontaktzunge) mit Kontaktanker und Kontaktfederanschluß (Lötfläche).
- **Vor der Spulenkammer** liegen die gemeinsamen Polblechschienen und die gemeinsamen Kontaktbleche mit den Lötflächen.
- **In der Führungskammer** sind die steckbaren Feder- und Lötflächen eingesezt.
- **Zur Entkopplung von Vielfachstromkreisen** dienen die seitlich angebauten Gleichrichter.

ESK-Relais

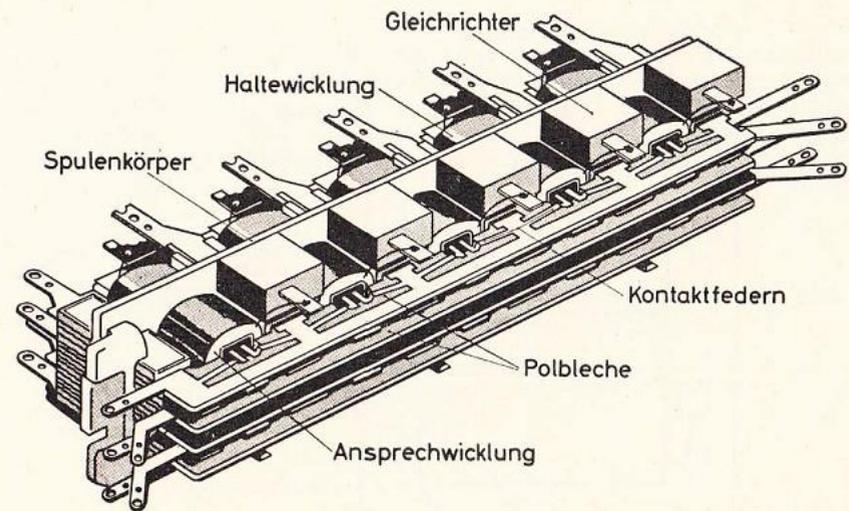
Es gibt für die ESK-Relais **Einheitsspulen** in 11 verschiedenen Drahtstärken (0,05 bis 0,15 mm). Die Stromwerte für die Prüfungen sind für die verschiedenen Spulentypen unterschiedlich und in einer Tabelle der Prüfanweisungen zusammengefaßt (geordnet nach Drahtstärken). Das Relais ist dann mit den dort angegebenen Stromwerten zu prüfen. Dabei sind folgende Toleranzen zu beachten: Anzugs- und Haltestrom  $-10\%$ ; Fehlstrom  $+10\%$ .

Es gibt **25 verschiedene Grundtypen der ESK-Relaisstreifen**; sie ergeben sich aus folgenden Kombinationen der verschiedenen Konstruktionselemente miteinander:

- Anzahl der Kontakte (4 oder 6),
- Spulen mit 11 verschiedenen Drahtstärken,
- Koppelfeldrelais oder Funktionsrelais.

**Koppelfeldrelais** mit einer **Kontaktvielfachschaaltung** je Relaisstreifen können **Koppelfelder** bilden. Jeder einzelne Kontakt wird **Koppelkontakt** genannt, alle Kontakte, die von einem Einzelrelais betätigt werden, bilden einen **Koppelpunkt**.

**ESK-Relais** werden in **NSIAnI** (Siemens-Crosspoint-Technik) und in der Fernvermittlungstechnik als **Koppelglieder** und **Funktionsrelais** verwendet.

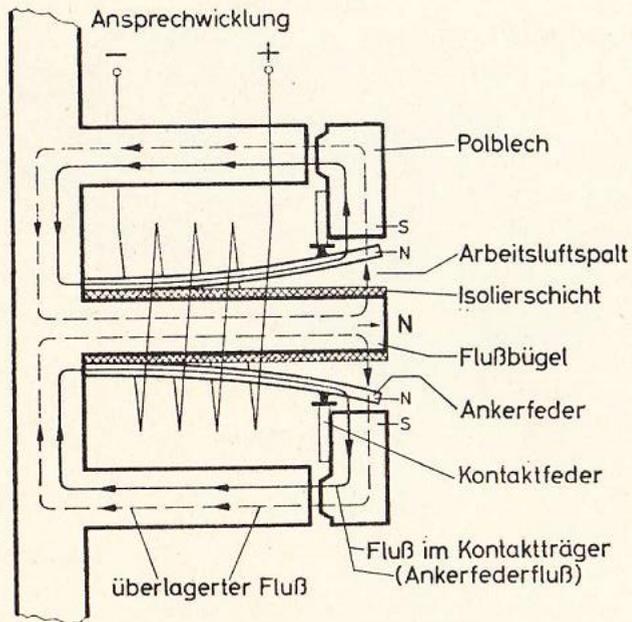
ESK-Relaisstreifen für Koppelfelder

### 5.14.11.3 Arbeitsweise des ESK-Relais

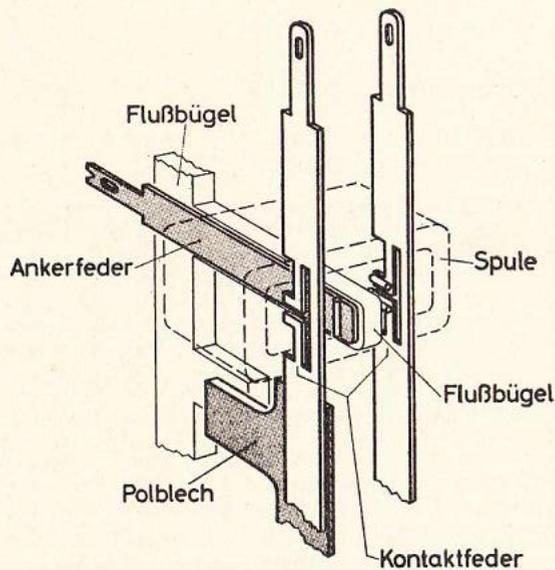
Das **Arbeitsprinzip** des ESK-Relais wird anhand der dargestellten magnetischen Verhältnisse erläutert.

In der **Ruhestellung** liegt der Kontaktanker (Ankerfeder) am Flußbügel an, so daß er bei Erregung des Relais zusammen mit dem Flußbügel magnetisiert wird. Der Flußbügel ist durch eine aufgespritzte weiße Kunststoffisolierschicht von der Kontaktzunge isoliert. Jede Kontaktzunge trägt einen Edelmetallkontakt draht. Die am Polblech anliegende Kontaktfeder trägt als Gegenkontakt (Doppelkontakt) zwei Kontakt drahte. Beim **Einschalten** der Ansprechspule baut sich ein Magnetfeld auf, dessen Feldlinien über den Flußbügel und den Arbeitsluftspalt in das Polblech eintreten und vom Polblech über einen weiteren Luftspalt wieder zum Flußbügel gelangen. Neben diesem magnetischen Fluß verläuft ein zweiter Magnetfluß von der Kontaktzunge zum Polblech. Dieses Magnetfeld zieht die bewegliche Kontaktzunge in die Richtung zum Polblech und damit zur Kontaktfeder hin. Die sich dabei überlagernden Magnetfelder erhöhen die Anzugskraft erheblich, so daß die Kontakte betätigt werden. Die Kontaktzunge und ihre Gegenfedern sind die einzigen Teile des ESK-Relais, die sich bewegen. Das geringe Gewicht von nur 0,4 Gramm ermöglicht **Ansprechzeiten** von **1 bis 2 ms**.

Im Stromkreis der Ansprechwicklung liegen Gleichrichter, um diesen Stromkreis gegenüber den Stromwegen der parallelgeschalteten anderen Spulen des Relaisstreifens zu sperren. Die einzelnen ESK-Relais haben jeweils 4 oder 6 **Kontakte**.



Flußüberlagerung an einem ESK-Relais



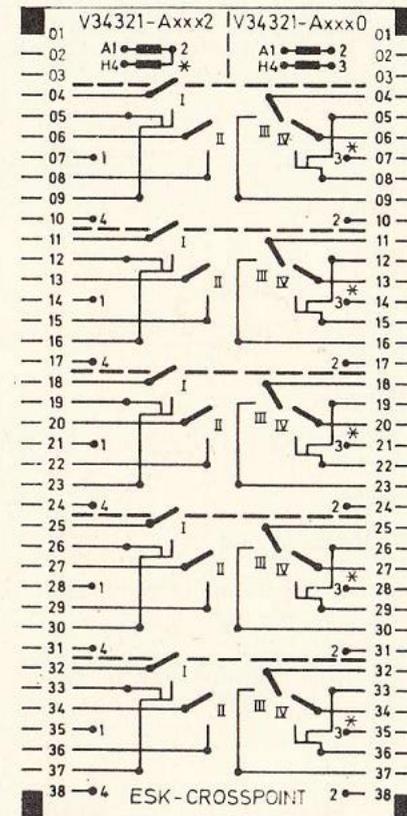
Kontakte des ESK-Relais

Die fertig montierten Relaisstreifen werden nur **elektrisch geprüft**. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein mechanisches Prüfen der Kontakte (Gewicht, Abstand) nicht nötig ist, da die Kreuzkontaktform immer eine gute Kontaktgabe gewährleistet. Man beschränkt sich beim Prüfen auf die Einhaltung der Stromwerte (Ansprechstrom, Haltestrom, Fehlstrom) im Zusammenhang mit den Daten der jeweiligen Relaispulen.

#### 5.14.11.4 Schaltbildkarte für ESK-Relais

Zur **Bestimmung der Kontakt- und Wicklungsanschlüsse** an ESK-Relaisstreifen werden in der Praxis **Schaltbildkarten** verwendet.

Die Karte wird mit ihrer Seitenkante so an den Drahtführungskamm des Relaisstreifens angelegt, daß die Punkte 1 bis 38 den 38 Führungsschlitzen gegenüberliegen. Auf der Karte kann dann abgelesen werden, zu welchem Kontakt oder zu welchem Wicklungsanschluß die einzelnen Drähte führen.



Schaltbildkarte für ESK-Relais

## 5.14.12 Relais mit geschützten Kontakten

### 5.14.12.1 Merkmale und Vorteile

Alle bisher erläuterten Relaisarten haben Relaiskontakte, die der atmosphärischen Beeinflussung ausgesetzt sind und die gegen äußere Einwirkungen durch Staub, Luft, Feuchtigkeit und mechanische Beschädigung weitgehend ungeschützt sind. Auch Staubschutzkappen über den Relaisätzen bilden nur einen unvollkommenen Schutz.

Besonders die Verschmutzung durch Staubablagerung sowie die von der Luft und ihren Verunreinigungen hervorgerufenen chemischen Einwirkungen führen sehr oft zu Kontaktstörungen, die nur durch aufwendige Unterhaltungsarbeiten beseitigt werden können.

Kontakte, die vor solchen Einflüssen bewahrt werden, sind die atmosphärisch geschützten Kontakte, die sogenannten **Schutzrohrkontakte**. Es handelt sich bei den Schutzrohrkontaktrelais um eine neue Konstruktion, die eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber herkömmlichen Relais aufweist:

- Schutz der Kontakte,
- kleine Relaisabmessungen,
- sehr kurze Schaltzeiten,
- beliebige Einbaulage,
- weitgehend temperaturunabhängig,
- feuchtigkeitsunabhängig,
- kein Kontaktbrand (Kontaktatmosphäre sauerstofffrei),
- hohe Kontaktsicherheit,
- keine Oxidation der Kontakte und
- eine hohe Zahl von störungsfreien Schaltspielen (etwa zwischen  $10^6$  und  $10^7$ , je nach Belastung der Kontakte).

Die Schutzrohrkontaktrelais sind wegen dieser Fülle vorteilhafter Eigenschaften als richtungsweisende Entwicklung der künftigen Relais Technik anzusehen.

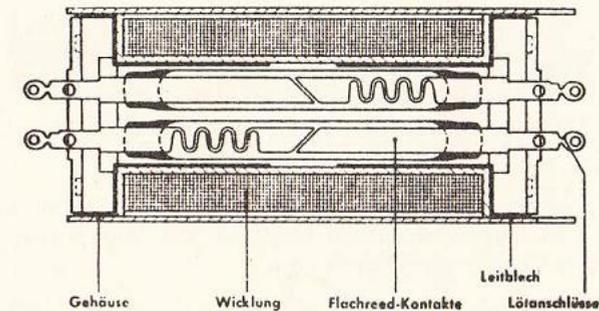
Schutzrohrkontaktrelais wurden vor einigen Jahrzehnten zuerst in den USA entwickelt und unter der Bezeichnung „**Reed-Relais**“ bzw. „**Dry-Reed-Switch**“ eingeführt (engl. Reed für Rohr; bzw. Dry-Reed-Switch für Schalter im trockenen Rohr).

### 5.14.12.2 Schutzrohrkontaktrelais

Mit **Schutzrohrkontakt** (SRK) bezeichnet man alle Kontakte, die von der Außenluft durch ein Schutzrohr abgeschlossen sind. In ein Glasrohr werden Kontaktzungen eingeschmolzen, die aus einem elektrisch und magnetisch gut leitenden Material (z. B. Nickeleisen) bestehen. Die Kontaktzungen erfüllen dabei gleichzeitig die Aufgaben des Relaisankers.

Das Einschmelzen der Kontaktzungen in die Rohrwandung erfolgt in einer Schutzgasatmosphäre von 97% Stickstoff und 3% Wasserstoff. Dadurch sind die eingeschmolzenen Kontaktteile gegen Staub und Luftereinwirkung geschützt, so daß Kontaktverbrennungen und -verschmutzungen vermieden werden.

Die sich überlappenden Enden der **Kontaktzungen** bilden die Kontaktstellen und sind zur besseren Kontaktgabe mit einer **Edelmetallaufgabe** versehen.



Relais mit Flachreedkontakten der Firma T u. N

Die **Relaisspule** wird über die Kontakttröhrchen geschoben. Bei einem Vergleich mit Rund- und Flachrelais nehmen die Kontakttröhrchen die Stelle des Kerns ein; sie befinden sich im stärksten Teil des von der Spule erzeugten Magnetfelds.

Die **Betätigung** eines Schutzrohrkontakts erfolgt unmittelbar durch das Magnetfeld der Erregerwicklung, das die Kontakte umgibt. Fließt ein Erregerstrom, dann wird ein magnetischer Fluß über die Kontaktzungen



Arbeitskontakt (Schließer) eines Flachreedrelais

geführt. Bei einem **Arbeitskontakt** (Schließer) werden die beiden Kontaktzungen durch diesen magnetischen Fluß an ihren Kontaktstellen

zusammengedrückt. Die **Rückstellkraft** der beim FRK-Relais mit einem wellenförmigen Stück (Mäander) versehenen beweglichen Feder bewirkt das Öffnen des Kontakts nach dem Abschalten des Erregerstroms.

Ein Schutzrohrkontakt als **Ruhekontakt** (Öffner) hat dauermagnetische Ruhefedern oder kleine Dauermagnete, die den Kontakt im Ruhezustand geschlossen halten. Die Öffnung des Kontakts wird durch das magnetische Feld der Erregerwicklung erreicht, das die Wirkung des Dauermagneten überwindet.

Der **Umschaltekontakt** (Wechsler) arbeitet ähnlich wie ein Ruhekontakt. Die bewegliche Feder wird unter dem Einfluß des Erregerfeldes von der dauermagnetischen Ruhefeder zur Arbeitsseite umgelegt. Durch die magnetische Kraft der Ruhefeder und die Rückstellkraft des Mäanders der beweglichen Feder wird die schaltende Feder nach Abschalten des Erregerstroms in die Ausgangslage (Ruheseite) zurückgezogen. In



Umschaltekontakt (Wechsler) eines Flachreedrelais

Schutzrohrkontakten als Wechsler hat die Ruhekontaktseite eine Feder aus einem nicht magnetisierbaren Material (Messing, Neusilber), die Umschaltefeder besteht aus Nickeleisen.

Der Schutzrohrkontakt und die Spule werden durch ein Blechgehäuse abgeschlossen. Dieses **Schirmblech** dient neben der magnetischen Abschirmung als **Flußleitblech**; es ist mit dem Joch eines Rundrelais vergleichbar.

Schutzrohrkontakte werden je nach Herstellerfirma mit folgenden Bezeichnungen geführt:

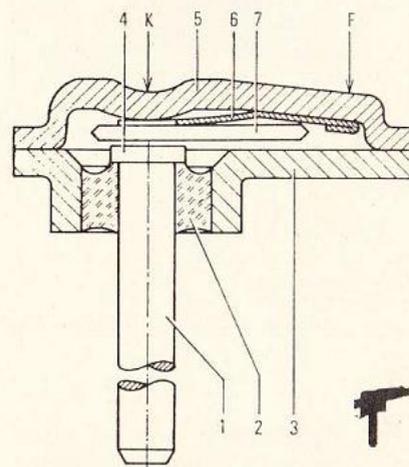
- |                   |  |
|-------------------|--|
| a) Fa. SEL        | = <b>Herkon-Kontakt</b><br>(hermetisch abgeschlossener Kontakt)  |
| b) Fa. Siemens AG | = <b>Schutzgaskontakt (SGK)</b><br>= <b>Schutzgaskontakt im Metallgehäuse (SGM)</b>  |
| c) Fa. T u. N     | = <b>Flachsutzkontakt (FSK)</b><br>= <b>Flach-Reed-Kontakt (FRK)</b><br>= <b>Multi-Reed-Kontakt (MRK)</b> , 4 Kontakte in einem Rohr |

#### 5.14.12.3 Schutzgaskontakt im Metallgehäuse (SGM-Relais)

Eine Weiterentwicklung des ESK-Relais und der SRK-Relais ist das von der Firma Siemens AG entwickelte **SGM-Relais**. Dieses Relais wird z. B. in den Sprechstromkreisen der **elektronischen Wählvermittlungs-**

**systeme** (EWSO) der DBP eingesetzt. Folgende Merkmale kennzeichnen das SGM-Relais:

- sehr raumsparende Bauweise,
- mechanische Unempfindlichkeit,
- Flußüberlagerung durch Dauermagnet,
- Wartungsfreiheit bei einer hohen Zahl von fehlerfreien Schaltspielen,
- weitgehend automatische Fertigung,
- einsetzbarer, patronenförmiger Schutzgaskontakt.



Schutzgaskontakt des SGM-Relais

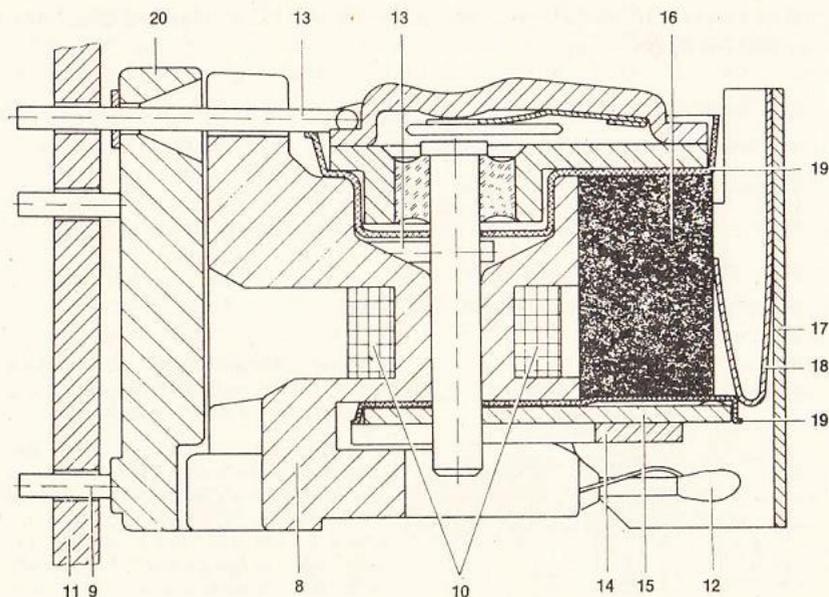
(Werkbild der Fa. Siemens AG)

Das nur 3,5 g wiegende Relais für Koppelfelder wird in **bistabiler** (polarisierter) und **neutraler** Ausführung gefertigt.

Nebenstehende Abbildung zeigt den **Schutzgaskontakt** des SGM-Relais, der wie eine Patrone in das Relaiselement eingesetzt wird. Dabei entspricht die kleine Darstellung (unten rechts) der Originalgröße des Kontakts. Die Kontaktteile des Schutzgaskontakts bestehen aus dem **Polstift** (1) mit der **Polzscheibe** (4) und den zwei **Ankerplättchen** (7), die einen **Doppelkontakt** bilden und an eine **Blattfeder** (6) angeschweißt sind. Die Blattfeder drückt die beiden Ankerplättchen gegen einen Anschlag im Kontaktgehäuse (3), so daß sie nach dem Einstecken in Relais durch den Dauermagnetfluß nicht aus der Ruhelage bewegt werden. Der Polstift wird durch den Glasring (2) der Druckglaseinschmelzung gegen das Kontaktgehäuse (Grundplatte) isoliert.

Den in das Relaisgrundelement eingesetzten Kontakt sichert eine Federklammer gegen Herausfallen. Die elektrische Verbindung des Kontakts mit der gedruckten Schaltung (11) wird durch zwei Anschlußdrähte (13) hergestellt (vgl. hierzu die Schnittdarstellung eines SGM-Relais).

Das tragende Element des Relais ist der im Spritzgußverfahren hergestellte **Spulenkörper** (8), in den die **Anschlußdrähte** (9) der **Wicklung** (10) und die Verbindung mit der gedruckten Schaltung eingebettet sind. Der Wicklungsraum ist so gestaltet, daß die Drahtenden geschützt zu der **Lötstelle** (12) der Anschlüsse (9) führen. In besondere Ausparungen des Spulenkörpers werden der **Dauermagnet** (16) und der **Nebenschlußbügel** (17) eingesetzt. Der Dauermagnet wird dabei durch eine Feder (18) gehalten. Die spannungsführenden Teile des Relais sind durch Folien (19) isoliert. Die **Kunststoffplatte** (20) schützt die Anschlußdrähte und hält sie in der vorgesehenen Lage (wichtig für den Einsatz in gedruckten Schaltungen). Vor dem Aufsetzen des Relais auf die gedruckte Schaltung (11) sitzt diese Kunststoffplatte an der Stelle der Schaltplatte. Erst beim Aufsetzen des Relais auf die gedruckte Schaltung wird die Kunststoffplatte in die in der Schnittdarstellung wiedergegebenen Lage geschoben.



Schnittdarstellung eines SGM-Relais

(Werkbild der Firma Siemens AG)

Die Arbeitsweise des SGM-Relais wird nachfolgend anhand eines bistabilen (polarisierten) Relais erklärt. Dabei zeigt Abbildung a) einen offenen Kontakt bei nichterregter Spule und Abbildung b) den geschlossenen Kontakt bei erregter Spule.

Der Magnetfluß des Dauermagneten teilt sich auf in einen Hauptfluß über den Nebenfluß des Polblechs und einen zweiten Fluß über die Kontakteile und den Arbeitsluftspalt des Relais (Abbildung a). Der Gesamtfluß reicht aber nicht aus, um die beiden Ankerplättchen aus ihrer Ruhelage zu bewegen. Beim Erregen der Spule wird der magnetische Fluß in den Kontakteilen durch das Magnetfeld der Spule verstärkt. Die Federkraft der Ankerblattfeder wird überwunden und die Ankerplättchen zum Polstift durchgezogen, so daß sie auf der Polscheibe aufliegen. Der Ankerhub entspricht dabei dem Abstand zwischen Ankerplättchen und Polscheibe.

Nach dem Ansprechimpuls bleibt der Kontakt geschlossen, weil der jetzt geschlossene magnetische Kreis (ohne Arbeitsluftspalt) einen kleineren magnetischen Widerstand hat als in der Ruhelage. Der magnetische Fluß des Dauermagneten ist dadurch zum Haltefluß verstärkt.

Bei Gegenerrregung wird der Kontakt nach dem Flußumsteuerungsprinzip wieder geöffnet. Das Magnetfeld der Gegenerrregung (Relaispule) wirkt dem Permanentfluß des Dauermagneten (Haltefluß) entgegen und vermindert so die Ankerhaltekraft. Die Feder zieht die Ankerplättchen wieder in die Ruhelage zurück.

Bei neutralen SGM-Relais ist der Flußbügel des Relais so konstruiert, daß er den magnetischen Fluß unmittelbar vom Polstift in die Grundplatte zurückführt. Der Haltefluß über die Kontaktplättchen kommt hierbei gar nicht zustande.

Die wichtigsten Daten des SGM-Relais sind:

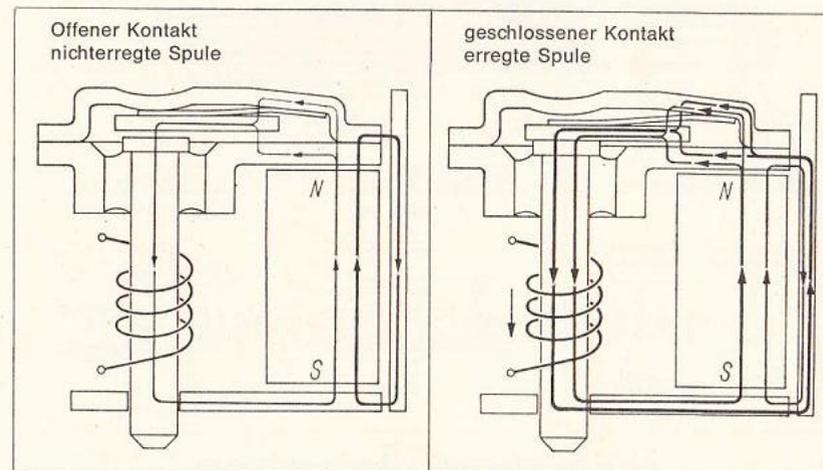
Ansprechzeit: 0,6 ms,

Ansprechleistung: 200 mW

Abfallzeit: 0,15 ms,

Abwerfleistung: 300 mW

Durchschnittliche Schaltdurchflutung: zwischen 35 und 43 AW.



a)

Magnetfelder im SGM-Relais

b)

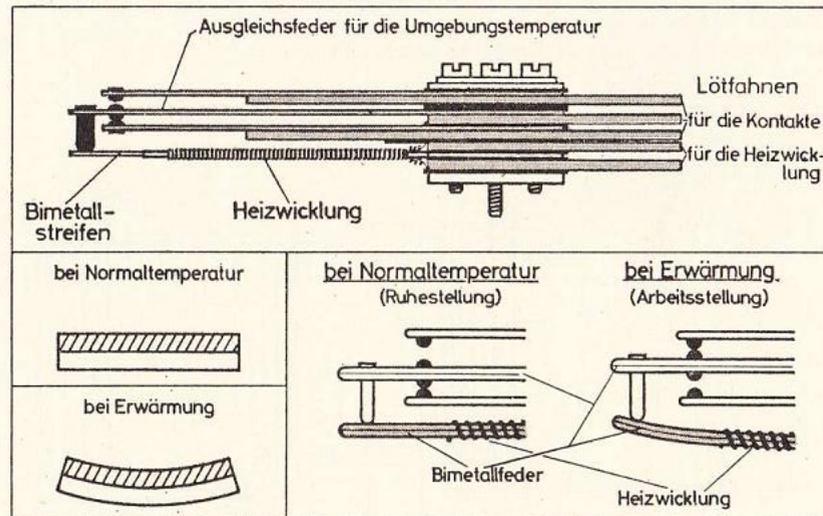
(Werkbild der Firma Siemens AG)

### 5.14.13 Thermorelais (Thermokontakt)

Das Thermorelais ist ein elektrothermisches Relais, das vom Aufbau her einem Kontaktfedersatz entspricht. Man spricht deshalb auch vom Thermokontakt oder vom **Hitzdrahtfedersatz**. Beim Betrieb des Thermorelais werden nicht die Wirkungen des Elektromagnetismus, sondern die Stromwärme ausgenutzt. Hierbei wird elektrisch erzeugte Wärme infolge Wärmeausdehnung in mechanische Arbeit umgewandelt. Für die Wärmewirkung sorgt eine Heizwicklung, die um eine **Bimetallfeder** gewickelt ist. Bei Thermorelais ist die Ansprechwicklung eine **Heizspule**, die auf eine Bimetallfeder gewickelt ist.

Die Bimetallfeder besteht aus zwei verschweißten Metallbändern mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten (z. B. Nickel und Kupfer oder Stahl-Eisen-Nickel-Legierung). Bei Erwärmung dehnen sich die beiden Bänder verschieden stark aus; dadurch krümmt sich der Bimetallstreifen nach der Seite des Metalls mit der geringeren Ausdehnung.

Beim Thermorelais ist der mit der Heizwicklung versehene Bimetallstreifen mit den Kontaktfedern zu einem Kontaktfedersatz zusammengeschaubt. Die durch Erwärmung der Spule hervorgerufene Krümmung des Bimetallstreifens betätigt über einen Betätigungspimpel die darüberliegenden Kontaktfedern. Ein **zweiter Bimetallstreifen im Kontaktsatz** – der auch als Kontaktfeder mit benutzt wird – sorgt durch sein **entgegengesetztes Krümmungsverhalten** für einen **Ausgleich** bei einem extremen Anstieg der Raumtemperatur.



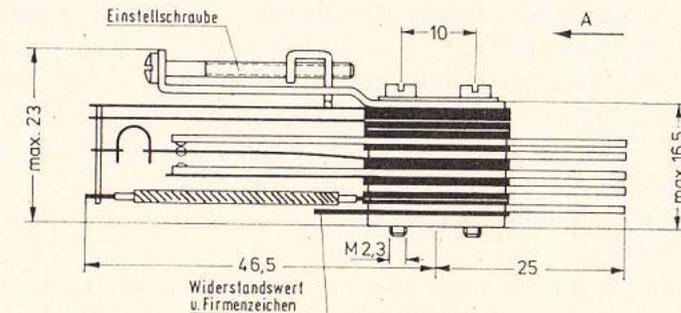
Aufbau und Wirkungsweise eines Thermokontakts

Die **Ansprechzeit** des Thermorelais beträgt etwa **20 bis 50 s**. Thermokontakte werden dort eingesetzt, wo lange Ansprech- und Abfallzeiten erreicht werden sollen, die mit elektromagnetisch arbeitenden Relais nicht oder nur durch aufwendige Schaltanordnungen erreichbar sind. Sie können auch die kostenaufwendigen elektromagnetischen Relais ersetzen, wenn keine Schaltvorgänge von hoher Schaltfrequenz und Genauigkeit gefordert sind und nur ein Steuervorgang benötigt wird.

Die **Abkühlzeit** des Relais, und damit die Dauer des Rückgangs in die Ausgangsstellung, beträgt etwa 3 min. Wird das Thermorelais während dieser Abfallzeit erneut erregt, so ist die Ansprechzeit, entsprechend der noch verbliebenen Erwärmung (Krümmungsgrad) des Bimetalls, kürzer.

Das Thermorelais wird mit einem Winkel in einer Relaisschiene angebracht oder als Kontaktfedersatz auf einen freien Kontaktpaketplatz eines Relais aufgesetzt. Die Ankerarbeit des Trägerrelais überträgt sich dabei nicht auf das Thermorelais.

Bei den meisten Thermorelais ist die Ansprechzeit durch eine Schraube einstellbar, die den Abstand zwischen Kontaktbetätigungspimpel und Bimetallstreifen verändert.



Thermorelais mit Zeiteinstellung

## Zur Lernerfolgssicherung

- Was ist der Unterschied zwischen Bauelementen und Bauteilen?
- Wo werden Trennleisten und Schaltstreifen eingesetzt?
- Welche Aufgaben erfüllen im Zusammenhang mit den Schaltstreifen die Schaltstecker?
- Wie nennt man die Steckverbinderteile, die z. B. in handbedienten Vermittlungsstellen eingesetzt werden können?
- Wie kann man Tasten bedienungsmäßig einteilen?
- Für welche schaltungstechnischen Aufgaben können Widerstände verwendet werden?
- Wie kann man Festwiderstände unterteilen?
- Schildern Sie den grundsätzlichen Aufbau eines Schichtwiderstandes.
- Was ist ein Massewiderstand?
- Wie lassen sich Widerstandswerte durch die Bauform des Widerstands verändern?
- Welche Informationen kann man der Farbkennzeichnung eines Widerstands entnehmen?
- Welche Aufgaben erfüllen Kondensatoren in der Fernmeldetechnik?
- Welche Aussage macht bei Kondensatoren die Dielektrizitätszahl?

- In welchen Bauformen werden Kondensatoren hergestellt?
- Welche Angaben sollten aus der Kondensatorbezeichnung erkennbar sein?
- Von welchen Faktoren ist das Verhalten einer Spule im Wechselstromkreis abhängig?
- Welche Bedeutung hat der Eisenkern einer Spule?
- Welche Aufgaben erfüllen Drosselspulen?
- Erläutern Sie die Schaltung einer Induktionsspule im Fernsprechapparat.
- Was ist der Unterschied zwischen einem Kristallgleichrichter und einer Diode?
- Nennen Sie Beispiele aus dem Bereich der Fernmeldetechnik, bei denen Lampen verwendet werden.
- Unterscheiden Sie bei der Wirkungsweise von Sicherungen zwischen Nenn-, Grenz- und Auslösestrom.
- Beschreiben Sie das Prinzip einer Schmelzsicherung.
- Welche Betriebsmöglichkeiten lassen Umkehrauslöser zu?
- Welche Auslösesysteme vereinigt der Fernmeldeschutzschalter?
- Was ist ein Spannungsgrobschutz?
- Erläutern Sie den Aufbau eines Überspannungsableiters.
- Nennen Sie die Kontaktelemente eines Nummernschalters.
- Warum hat ein Nummernschalter einen Fliehkraftregler?
- In welchem Verhältnis sollen die Öffnungs- und Schließungszeiten der Nummernschalterkontakte stehen?
- Beschreiben Sie die Wirkungsweise eines Gleichstromweckers.
- Wie kann man bei Weckern die Lautstärke regeln?
- Was ist ein Einschalenwecker?
- Wodurch kommt es zur Widerstandsveränderung im Kohlemikrofon?
- Wodurch kommt beim Fernhörer die Membrane in Schwingbewegungen?
- Aus welchen Teilen besteht der Eisenkreis eines Relais?
- Welche Aufgabe hat das Trennblech bei Relais?
- Was ist bei einem Relais eine Haltewicklung?
- Welche Kontaktwerkstoffe verwendet man bei Relaiskontakten?
- Erläutern Sie die Angaben auf dem Spulenkörper eines Relais.
- Durch welche elektrische Maßnahmen kann man die Ansprech- und Abfallzeiten der Relais beeinflussen?

- Was ist das Besondere an der Konstruktion des Prüferlais 55?
- Nennen Sie einige fertigungstechnische Besonderheiten des ESK-Relais.
- Welche Aufgabe hat die Schaltbildkarte eines ESK-Relais?
- Was ist das entscheidende Merkmal der Relais mit geschützten Kontakten?
- Was ist eine Bimetallfeder beim Thermorelais?

## 6 Leitende und nichtleitende Werkstoffe

Da die Stoffe den elektrischen Strom unterschiedlich gut leiten, teilt man sie grob in zwei Gruppen, und zwar in elektrische Leiter und elektrische Nichtleiter. Für das elektrische Verhalten ist es entscheidend, ob frei bewegliche Ladungsträger vorhanden sind.

Beispiele für	
elektrische Leiter	elektrische Nichtleiter
Kupfer	Papier (trocken)
Silber	Lack
Gold	Pertinax
Konstantan	Kunststoffe

Ein elektrischer Leiter enthält viele frei bewegliche Ladungsträger, ein elektrischer Nichtleiter sehr wenige.

### 6.1 Verwendung und Eigenschaften von elektrisch leitenden Werkstoffen

Leiter setzen dem elektrischen Strom nur wenig Widerstand entgegen. Man teilt Leiter in zwei Klassen ein:

**Leiter 1. Klasse** sind Stoffe, die beim Stromdurchfluß keine chemische Änderung erfahren (Metalle und Kohle).

**Leiter 2. Klasse** erfahren bei Stromdurchfluß eine chemische Veränderung. Zu ihnen gehören insbesondere Elektrolyte, wie verdünnte Säuren, Basen, Salzlösungen und hiervon durchsetzte Stoffe (feuchtes Holz, Erdreich, menschliche und tierische Körper usw.).

Für die praktische Anwendung als Leiter und Kontaktmaterial in der Fernmeldetechnik kommen Stoffe der 1. Klasse in Frage. Aber auch diese Stoffe unterscheiden sich voneinander durch ihren spezifischen Widerstand und ihre elektrische Leitfähigkeit.

#### 6.1.1 Leitermaterialien der Fernmeldetechnik

Das typische und überwiegend verwendete Leitermaterial der Fernmeldetechnik ist Kupfer. Daneben verwendet man Kupferlegierungen und Aluminium.

#### Kupfer

Die große Bedeutung des Kupfers für die Elektrotechnik liegt darin, daß es neben Silber den geringsten spezifischen Widerstand aufweist. Das gilt jedoch nur für Elektrolytkupfer (Reinheitsgrad 99,99%); denn schon die geringste Verunreinigung beeinträchtigt seine Leitfähigkeit.

In der Fernmeldetechnik findet das Kupfer vielseitige Verwendung, z. B. als Verdrahtung in allen fernmeldetechnischen Apparaten, als Wicklungsdraht in Spulen und Relais, als Werkstoff für Schalter, Kabeladern, Litzen und Leitungsdraht, als Starkstromschienen in Stromversorgungsanlagen u. a. m. Kupfer hat eine hohe **Wärmeleitfähigkeit**. Es wird deshalb als Werkstoff für LötKolbenspitzen verwendet.

#### Kupferlegierungen

Wenn neben hoher Leitfähigkeit, d. h. geringem elektrischem Energieverlust, auch noch größtmögliche mechanische Haltbarkeit und Betriebssicherheit verlangt werden muß, finden vorzugsweise Kupferlegierungen Verwendung. In der Fernmeldetechnik, z. B. bei Wählern für Schaltarm- und Kontaktfedersätze, Relais mit den verschiedenartigen Kontaktfedern, Sicherungstreifen, Klemmen, Schrauben u. v. a. m.

#### Kupfer-Zink-Legierungen

Legierungen des Kupfers (früher Messing, Neusilber) mit Zink sind mechanisch gut zu bearbeiten und korrosionsbeständig. Wird ein Teil des Zinks durch Nickel ersetzt, entsteht Neusilber. Neusilber wird in der Fernmeldetechnik beispielsweise für Relaiskontaktfedern verwendet.

Große Bedeutung im Freileitungsbau haben die sogenannten Leitbronzen. Sie besitzen eine hohe Zugfestigkeit und, bedingt durch ihren hohen Kupfergehalt von 97–99,9%, eine brauchbare Leitfähigkeit. Je höher die Zugfestigkeit, um so geringer ist die Leitfähigkeit.

#### Aluminium

In elektrischer Hinsicht ist Aluminium neben Kupfer und Silber der drittbeste elektrische Leiter. Wegen seines geringen Gewichts, seiner chemischen Beständigkeit, seiner guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften wird Aluminium sehr viel eingesetzt. In der Elektrotechnik als Leiter in Kabeln und bei Freileitungen, in Wicklungen von Magneten, als Stromschienen usw.

### 6.1.2 Kontaktwerkstoffe

Bei Kontaktwerkstoffen werden nicht nur hohe Anforderungen an die elektrische Leitfähigkeit gestellt, sondern oftmals auch an die Widerstandsfähigkeit gegenüber den Belastungen der Praxis (Abbrand durch Funkenbildung, Schalten hoher Stromstärken usw.). Als Kontaktwerkstoff (KW) wird in der Regel Silber verwendet. Bei besonderen Strom- bzw. Schaltbedingungen werden auch andere Kontaktwerkstoffe verwendet (z. B. bei funkengefährdeten Kontakten KW 40).

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Aufstellung der gebräuchlichsten Kontaktwerkstoffe, deren Abkürzungen und Kurzzeichen.

Kontaktwerkstoff-Gruppe	Kontaktwerkstoff-Kurzzeichen KW-Nr.
Platin	Pt, Pt Ir 10, Pt Ir 25, Pt Ni 8, Pt W 5 10 11 12 13 14
Gold	Au, Au Ni 5 20 21
Palladium	Pd, Ag Pd 30, Pd Cu 15, Ag Pd 50 30 31 32 33
Wolfram	W 40
Silber	Ag 50

Ag	Silber
Ag Pd	Silber mit Palladium
Pt	Platin
Pt Ir	Platin mit Iridium
Au	Gold
Au Ni	Gold mit Nickel
Pt Ni	Platin mit Nickel
Pt W	Platin mit Wolfram
Pd	Palladium
Pd Cu	Palladium mit Kupfer
W	Wolfram

In den Stromlaufzeichnungen werden diese Kontakte durch besondere Symbole (\* oder ▲) gekennzeichnet.

Wird bei Relaiskontakten ein anderer Werkstoff als Silber verwendet, so wird dies auf der Relaisfeder neben der Federnummer durch das jeweilige Kontaktwerkstoffkurzzeichen kenntlich gemacht.

### 6.1.2.1 Merkmale und Eigenschaften der Kontaktwerkstoffe

#### Silber

Silber hat die beste elektrische Leitfähigkeit. Aus diesem Grunde verwendet man Feinsilber in der Fernmeldetechnik als Kontaktwerkstoff für Relais und Schalter.

Bedingt durch den relativ geringen Schmelzpunkt von 960° C eignet sich Silber jedoch nur für Kontakte mit einer Strombelastung bis 1 Ampere.

#### Gold

In der Elektrotechnik wird Gold wegen seiner sehr guten Eigenschaften zunehmend als Kontaktwerkstoff eingesetzt. Gold hat einen Schmelzpunkt von 1064° C.

#### Platin

Wegen seines hohen Schmelzpunkts von 1765° C eignet sich Platin besonders zur Herstellung von Kontakten für hohe Strombelastungen.

#### Wolfram

Der Schmelzpunkt von Wolfram liegt bei 3400° C, deshalb wird Wolfram als Werkstoff für Heizwendeln und Kontakte bei Schaltern und Relais verwendet. Dieses Material eignet sich besonders für Kontakte, bei denen durch Funkenbildung oder starke Strombelastung große Wärme auftritt.

#### Quecksilber

Quecksilber ist schon bei Raumtemperatur flüssig. In der Fernmeldetechnik findet Quecksilber als Kontaktflüssigkeit in den Quecksilberschaltern der Starkstromschaltrelais Anwendung.

### Silber-Palladium

Silber-Palladium ist eine Legierung bestehend aus 70 % Silber und 30 % Palladium. Dieser Werkstoff eignet sich wegen seines geringen spezifischen elektrischen Widerstands sehr gut als Kontaktmaterial. In der Fernmeldetechnik wird Silber-Palladium z. B. als Kontaktwerkstoff an den a- und b-Schaltarmen und an den a- und b-Teilen der Kontaktbank des EMD-Wählers verwendet.

### 6.1.3 Widerstandsmaterialien

Für Präzisionswiderstände verwendet man: Konstantan, Nickelin, Manganin, Isabellin, Novokonstant und Silberlegierungen.

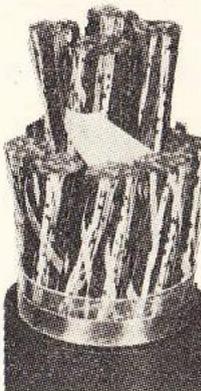
**Hochohmwiderstände:** z. B. CN 60, CN 30 oder AC 20

**Vorschaltwiderstände:** z. B. CN 30, CN 20, AC 20 oder SC 20

Allgemein werden Widerstände verwendet, wenn in einem Stromkreis die Stromstärke oder Spannung (z. B. mit Spannungsteilern) herabzusetzen ist. Für höhere Belastungen und kleine bis mittlere Widerstandswerte werden in der Regel gewickelte Drahtwiderstände benutzt. Für kleinere Belastungen und hohe Widerstandswerte kommen vor allem Schichtwiderstände in Betracht. Bei hohen Frequenzen kann sich bei gewickelten Widerständen, trotz bifilarer Wicklungsweise, die Induktivität nachteilig auswirken. Der Widerstand der meisten Widerstandsmaterialien ist in ihrem Arbeitsbereich nahezu temperaturunabhängig, so daß er auch bei längerer Belastung innerhalb der zulässigen Toleranz bleibt.

## 6.2 Isolierstoffe

Zur Gruppe der Nichtleiter gehören z. B. Gase und der luftleere Raum. In der Praxis gibt es jedoch weder vollkommene Leiter noch vollkommene Nichtleiter.



Während bei den Leitern die Elektronen relativ schwach an den Kern gebunden und leicht beweglich sind, haften sie bei Isolierstoffen fest an den Atomkernen. Die Elektronen eines Isolators können sich unter Spannung nur wenig verschieben, aber nicht wandern. Übersteigt die Spannung die Haftfähigkeit an die Atomkerne, dann tritt ein plötzlicher starker Elektronenfluß auf (Durchschlag). Der Isolator ist zerstört.

#### Kunststoffisoliertes Ortskabel

#### Adernisolierung und Kabelmantel aus Polyäthylen

(Werkfoto F&G)

Isolierstoffe sind überall dort notwendig, wo ein Spannungsausgleich oder ein Stromfluß unerwünscht ist. Dies gilt z. B. für die Isolierung aller elektrischen Leitungen. Bei Anlagen der Fernmeldetechnik wird für spannungsführende Teile ein Mindest-Isolationswiderstand gegen Erde von  $6 \text{ M}\Omega$  (gemessen bei  $100 \text{ V}$ ) gefordert. Isolierstoffe werden weiterhin an den Stellen verwendet, wo Menschen vor schädlichen Spannungen geschützt werden sollen (Leiterisolation).

Bei der Herstellung von Kondensatoren dienen Isolierstoffe als Dielektrikum. Neben den natürlichen Stoffen finden heute immer mehr Kunststoffe Anwendung als Isolierstoffe.

Wichtige natürliche Isolierstoffe:

z. B. Glas,  
Glimmer,  
Gummi,  
Luft,  
Öl,  
Papier,  
Quarz.

Wichtige Kunststoffe als Isolierstoffe:

z. B. Bakelit,  
Pertinax,  
Polyäthylen,  
Polystyrol,  
Polyvinylchlorid.

## Zur Lernerfolgssicherung

- Welches ist das in der Fernmeldetechnik am häufigsten verwendete Leitermaterial?
- Welche drei Kontaktwerkstoffe finden bei Relaiskontakten hauptsächlich Anwendung?
- Welche besonderen Eigenschaften sollten Widerstandsdrähte haben?
- Wozu werden elektrisch nichtleitende Werkstoffe verwendet?
- Welche vier Isolierstoffe finden in der Fernmeldetechnik Anwendung?

## 7 Schaltungsunterlagen

Für die Entwicklung, den Zusammenbau, zur Verdrahtung in der Fertigung und beim Aufbau sowie zum Betreiben von elektrischen Anlagen werden Pläne und technische Unterlagen benötigt, die das Zusammenwirken, die Zusammenschaltung und die Art der verwendeten Netzteile, Bauelemente, Bauteile und Schaltglieder erkennen lassen.

Die Schaltungsunterlagen für die Fernmeldetechnik sind in folgende Gruppen zu unterteilen:

- Schaltpläne, die hauptsächlich die **Wirkungsweise** und den Stromverlauf für ein Gerät, eine Anlage oder ein Netz darstellen:
  - Stromlaufplan (Sz) mit Relaisübersicht,
  - Diagramm (Di),
  - Relais-tabelle (Ta) und
  - Funktionsplan (Wirkschartplan).
- Schaltpläne, die überwiegend **Leitungsverbindungen** eines Netzes oder die Verdrahtung eines Geräts oder einer Anlage zeigen:
  - Leitungsplan (Lp),
  - Geräteverdrahtungsplan (Montageplan-Ms-) und
  - Installationsplan.
- Pläne, die speziell für die Fernmeldevermittlungstechnik den **Aufbau**, die Ausrüstung und die Verbindungsführung innerhalb einer Vermittlungsstelle oder Anlage und die Vielzahl ihrer Geräte angeben:
  - Übersichtsplan (Üp),
  - Gruppenverbindungsplan (Gp),
  - Gruppierungsliste (GL),
  - Mischungstabelle (MT),
  - Mischungstabelle (ML),
  - Aufstellungsplan (Ap) und
  - Belegungsplan (Bp).

Die **Normblätter** für die **Schaltungsunterlagen** für die Elektrotechnik sind **DIN 40 700 bis 40 722**.

**1. Art des Plans oder der technischen Unterlagen**

(nach FTZ-Norm A 93 AN 1)

An	=	Ansicht und bildliche Darstellung, Abbildung
Ap	=	<b>Aufstellungsplan</b>
Bz	=	Bezeichnungs- und Beschriftungsvorschrift
Bp	=	<b>Belegungsplan</b>
Di	=	<b>Diagramm</b>
Et	=	Einzelteil-Zeichnung
Gr	=	Grundrißzeichnung
Gp	=	<b>Gruppenverbindungsplan</b>
Kp	=	<b>Kabelführungsplan</b>
Lp	=	<b>Leitungsplan</b>
Ls	=	Liste der gültigen neuesten Zeichnungen für ein Gerät
Lz	=	Liste der gültigen Zeichnungen für die technischen Einrichtungen einer Vermittlungsstelle
ML	=	<b>Mischungsliste</b>
Mp	=	<b>Mischungsplan</b>
Ms	=	<b>Bauschaltplan (Montageschema)</b>
MT	=	<b>Mischungstabelle</b>
Np	=	<b>Netzplan</b>
Sz	=	<b>Stromlaufzeichnung, Stromlaufplan</b>
St	=	Stückliste
Ta	=	<b>Tabelle für Relaisübersicht, Übersichtstafel und Aufstellung</b>
Üp	=	<b>Übersichtsplan</b>
Vt	=	Verbundteil-Zeichnung
Wz	=	Werkzeichnung

Die fettgedruckten Pläne und Unterlagen werden überwiegend beim Aufbau und Betrieb von technischen Einrichtungen und Anlagen benötigt.

**2. Normblätter, sonstige Vorschriften und Übersichten**

NA	=	Normblatt (allgem.)
EV	=	Einstellvorschrift
SV	=	Schmiervorschrift
ES	=	Einstell- und Schmiervorschrift
EÜ	=	Ersatzteil-Übersicht
GÜ	=	Güteprüfbedingungen
MA	=	Einbau – Aufbau – Zusammenbauanweisung (Montage)
PV	=	Prüfvorschrift
TV	=	Technische Vorschriften (für die Beschaffenheit von Apparaten, Werkzeugen, Werkstoffen usw. sowie die Durchführung technischer Verfahren)
TL	=	Technische Lieferbedingungen (selten verwendet, zumeist Bestandteil der TV)
WV	=	Wartungsvorschrift

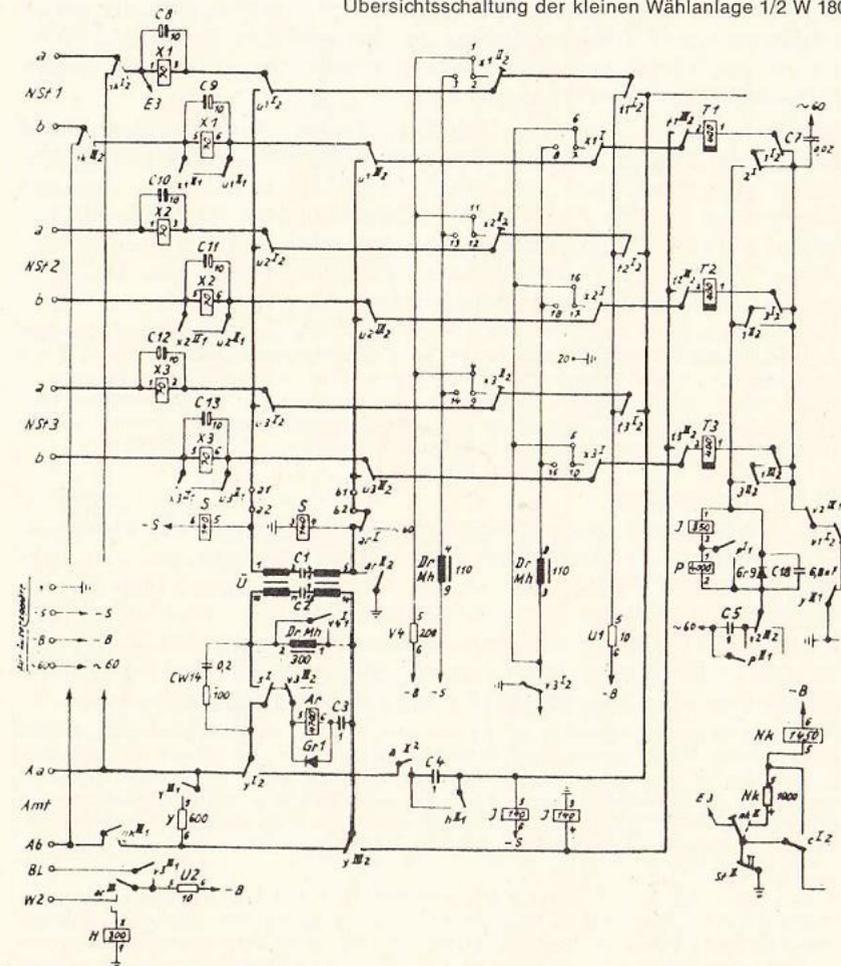
**3. Anweisungen, Beschreibungen und sonstige Dienstbehalte**

Ä	=	Änderungsanweisung	J	=	Instandsetzungsanweisung
B	=	Beschreibung (Einrichtung, Gerät, Apparat usw.)	M	=	Merkblatt
D	=	sonstige Dienstbehalte	U	=	Umstellvorschrift
			E	=	Entwurf

**Technische Unterlagen für Fernmeldeanlagen****7.1 Stromlaufpläne**

Der Stromlaufplan (Sz) ist die **nach Stromwegen aufgelöste Darstellung einer Schaltung** mit allen wichtigen Einzelheiten und den Verbindungen zwischen den Schaltungsteilen. In einem Stromlaufplan sind die Bauelemente, die Bauteile oder deren Teile unabhängig von ihrer räumlichen Lage eingezeichnet; im allgemeinen ist der stromlose Zustand dargestellt. Der Stromlaufplan soll den Vorschriften der **DIN 40719, Teil 3** entsprechen.

Übersichtsschaltung der kleinen Wählanlage 1/2 W 180

**Stromlaufplan (Beispiel)**

### 7.1.1 Aufbau der Stromlaufpläne

**Alle Stromwege (Leitungen)** sollen auf dem Stromlaufplan möglichst geradlinig und ohne Kreuzungen gezeichnet werden. Muß die Leitungsführung aus Gründen der Übersichtlichkeit unterbrochen werden, so wird dies durch Zahlen, die in Kreise gesetzt sind, und Pfeile, die auf die Weiterführung hinweisen, dargestellt. Der Hinweis auf die unterbrochene Linienführung kann auch durch Angabe des Planquadrats gekennzeichnet sein, in dem die Fortsetzung folgt. Weitere Ziffern oder Zeichen weisen ggf. auf erläuternde Randbemerkungen hin. Die Bauelemente und Bauteile oder Teile davon werden **unabhängig von ihrer tatsächlichen räumlichen Anordnung** so eingezeichnet, daß die schaltungstechnischen Zusammenhänge zu erkennen sind. Dabei sind Wicklungen und Kontakte der Relais so zu bezeichnen, daß ihre jeweilige Zusammengehörigkeit erkennbar ist.

**Alle Schaltmittel, Kontakte, Schalter, Tasten, Wählerkontakte und Schaltarme werden grundsätzlich in der Ruhelage (unbetätigter Zustand) gezeichnet.** Muß von dieser Regel aus bestimmten Gründen abgewichen werden, dann ist hierauf besonders hinzuweisen. Für Kontakte, Schalter und Tasten werden teilweise noch die alten Schaltzeichen verwendet. Durch Planquadranteinteilung wird das Auffinden einzelner Schaltungsteile auf dem Stromlaufplan erleichtert.

Zur Erleichterung der Arbeit mit dem Stromlaufplan dient neben einer **Relaisübersicht** (auf der Sz) bzw. einer Relaisabelle (Ta) auch eine **Stromlaufbeschreibung** oder ein **Diagramm** (Di). In der Stromlaufbeschreibung sind in der Reihenfolge des Schaltungsablaufs alle Einzelstromkreise beschrieben. Das Diagramm zeigt in grafischer Darstellung die zeitlichen Abhängigkeiten und das Zusammenwirken der einzelnen Relais, Kraftmagnete, Motorspulen und sonstiger Schaltungsteile.

### 7.1.2 Schaltzeichen

Wesentliche **Bestandteile der Stromlaufpläne** sind die **Schaltzeichen**. Schaltzeichen sind **vereinfachte zeichnerische Darstellungen** von elektrischen Betriebsmitteln. Sie weisen durch ihre Darstellung auf die Art der Betriebsmittel hin. Alle Betriebsmittel mit derselben Grundfunktion werden durch dasselbe Schaltzeichen dargestellt, auch wenn sie sich in der Konstruktion voneinander unterscheiden. Die **Einheitlichkeit** aller Schaltzeichen wird durch ihre **Normung**<sup>1</sup> sichergestellt.

Die Normung der Schaltzeichen wurde von Mitarbeitern des **Fachnormenausschusses Elektrotechnik** (FNE 108) aus Energieversorgung, Industrie und Verwaltung nach dem 2. Weltkrieg zu einer **gemeinsamen Normung der Fernmelde- und Starkstromtechnik** ausgebaut und überarbeitet. Durch Zusammenarbeit des DNA mit der **Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC)** wurde erreicht, daß die deutschen Schaltzeichen mit den IEC-Schaltzeichen weitgehend übereinstimmen.

<sup>1</sup> Unter Normung versteht man eine planmäßige Vereinheitlichungsarbeit auf gemeinnütziger Basis. Sie wird in Deutschland in den Gremien des **Deutschen Normenausschusses (DNA)** unter Beteiligung aller interessierten Kreise geleistet. Das Ergebnis der Normenausschußarbeit sind die herausgegebenen **Normblätter** bzw. die **Normentwürfe** mit dem Zeichen **DIN**.

Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen
<b>Leitungen</b> allgemein		Beispiel für stufige Einstellbarkeit eines ohmschen Widerstands		<b>Fernsprechgeräte</b> Fernsprecher allgemein	
mit Kennzeichnung der Leiterzahl (3)		<b>Elektromechanische und elektromagnetische Antriebe (z. B. Relais)</b>		Fernsprecher mit Nummernschalter	
mit Kennzeichnung der Anzahl der Kreise		allgemein mit Angabe des ohmschen Widerstands		Münzfernsprecher	
Kreuzung von Leitungen ohne Verbindung, z. B. mit je 3 Leitern		mit einer wirksamen Wicklung		Mikrofon	
Leistungsverbindung allgemein		mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen		Fernhörer	
Erdungszeichen		mit zwei gegensinnig wirkenden Wicklungen		<b>Wähler</b> Drehwähler (mit Nullstellung)	
<b>Widerstände</b> Ohmscher Widerstand allgemein		elektrothermisch		Hebdröhewähler	
Ohmscher Widerstand mit Anzapfungen		gepolt für drei Schaltstellungen, Grundstellung in der Mitte u. selbsttätigem Rückgang		Motorwähler mit Einzelantrieb allgemein (ohne Nullstellung)	
<b>Kondensatoren</b> allgemein		mit magnetischer Abfallverzögerung		Wähler, dessen Sprecharme erst nach der Einstellung durchschalten (bei Motorwähler)	
mit Kennzeichnung des Außenbelags		mit magnetischer Anzugsverzögerung		Schaltbahn mit Darstellung der Einzelschritte	
Kondensator, gepolt		<b>Sicherungen und Ableiter</b> allgemein		Schaltbahn (Kontaktbank) mit Richtungsauflteilung	
Elektrolytkondensator, ungepolt		mit Kennzeichnung des netzseitigen Anschlusses		<b>Sichtmelder</b> Leuchtmelder (Lampe)	
<b>Wicklungen (Induktivitäten)</b> allgemein		Überspannungsableiter, Spannungssicherung		Schauzeichen	
mit Eisenkern		<b>Schalter</b> Stellschalter, mit Rastung		<b>Hörmelder</b> Gleichstromwecker	
mit Eisenkern und Luftspalt		Tastöffner		Wechselstromwecker	
<b>Dauermagnet</b> Spannungswandler		mehrpole Stecker (mit 2 bzw. 3 Steckerstiften)		<b>Spannung, Strom</b> Gleichstrom	
<b>Kennzeichen für Regelbarkeit</b> veränderbar, stufig		Klinkenhülse		Wechselstrom	
veränderbar, stetig		Klinkenfeder		Gleich- oder Wechselstrom (Allstrom)	
einstellbar, stufig		dreipolige Klinken mit Schaltglied, z. B. mit einem Öffner		Tonfrequenz-Wechselstrom	
einstellbar, stetig		Buchse mit Stecker		Hochfrequenz-Wechselstrom	
		periodischer Unterbrecher		Galvanische Stromquelle, z. B. Akkumulator	
				<b>Gebührenzähler</b>	

Schaltzeichen der Fernmeldetechnik (Auszug)

### 7.1.3 Kontakte

Hinsichtlich der **Art** und der **Betätigungsfolge** der verwendeten Kontakte gibt es im Rahmen der DIN-Vorschriften (DIN 41 020) **Begriffsbestimmungen** und **Kurzzeichen**, die nachfolgend erläutert werden:

#### Kontaktbegriffe

- Grundkontakt  
Grundkontakte sind Schließer und Öffner (siehe auch DIN 41 215).
- Verbundkontakt  
Kontakteinheit, in der mehrere Grundkontakte gemeinsame Kontaktfedern haben (siehe auch DIN 41 215).
- Zusammengesetzter Kontakt  
Kontakteinheit aus galvanisch getrennten Grund- oder Verbundkontakten oder deren Kombinationen (siehe auch DIN 41 215).

#### Aufbau der Kontakt-Kurzzeichen

Bei der Festlegung der Kurzzeichen wird davon ausgegangen, daß die Kontakte unbetätigt sind, d. h., daß sich das Betriebsmittel (Relais, Taste, Schalter usw.), in dem die Kontakte eingebaut sind, in der Ruhstellung befindet.

- Die Kontakte eines Kontaktfedersatzes sind in Betätigungsrichtung fortlaufend bezeichnet. Ist keine Betätigungsrichtung angegeben, ist grundsätzlich von links nach rechts fortlaufend bezeichnet.
- Bei zwei Betätigungsrichtungen ist vom Ausgangspunkt der Betätigung nach links und rechts bezeichnet und der Ausgangspunkt gekennzeichnet.
- Folgebetätigung von Kontakten sind gekennzeichnet, wenn dies aus schaltungstechnischen Gründen erforderlich ist.  
Abweichend hiervon sind bei Verbundkontakten, bei denen die Öffner öffnen, bevor die Schließer schließen, Folgekennzeichnungen nicht vorgesehen.
- Bei zusammengesetzten Kontakten ist gekennzeichnet, welche Kontakte getrennt sind.

#### Kennziffern und Zeichen für Kontaktbezeichnungen:

Kennziffer und Zeichen	Bedeutung
0	Betätigungs- oder Druckausgleichsfeder ohne Kontaktfunktion
1	Schließer
2	Öffner

Bezeichnung	Kennzahl		Kontaktbild DIN 41020	Schaltzeichen alt	Schaltzeichen DIN 40713
	alt	neu			
Schließer	a	1			
Öffner	r	2			
Wechsler	u	21			
Zwillingsschließer	za	11			
Zwillingsoffner	zu	22			
Folgewechsler	fu	1<2			
Schließer-Öffner	ar	1-2			
Folgeschließer-Öffner 1 schließt, bevor 2 öffnet	far	1+2			
Schließer-Wechsler	au	121			
Öffner-Zwillingsschließer	rza	211			
Zwillingsoffner-Schließer	zra	221			
Wechsler-Öffner	ur	212			

Gegenüberstellung der neuen und alten Bezeichnung für Kontaktfedersatz:

**Schließer** = Arbeitskontakt

**Öffner** = Ruhekontakt

**Wechsler** = Umschaltekontakt

Kontaktarten nach DIN 41 020

## 7.2 Geräteverdrahtungspläne (Bauschaltplan)

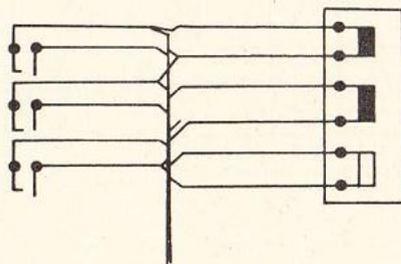
Auf den Geräteverdrahtungsplänen (alte Bezeichnung **Bauschaltplan**) werden – im Gegensatz zu Stromlaufplänen – alle **Bauelemente, Bauteile und Einzelteile** des Geräts **ihrer Lage entsprechend** dargestellt, d. h. in ihrem konstruktiven Zusammenhang (ggf. unmaßstäblich) gezeichnet. Die Bauteile sind nicht durch Schaltzeichen, sondern durch vereinfachte Darstellung ihrer Konstruktion eingezeichnet. Der Geräteverdrahtungsplan wird in **Rückansicht** der jeweiligen **Fernmeldeanlage** gezeichnet.

Der Bauschaltplan zeigt den **tatsächlichen Verlauf der Verdrahtung** und die **Farben der Drähte**. Er ist also auch eine Darstellung der Leitungen und Anschlußstellen innerhalb eines Geräts oder zwischen Geräten einer Gerätegruppe. Bauschaltpläne – auch Montageschema (Ms) oder Verdrahtungsplan genannt – dienen als Unterlage für die Fertigung, den Aufbau und für das Eingrenzen von Störungen, wenn Fehler nur durch Auftrennen der Verdrahtung zu lokalisieren sind. Der Bauschaltplan enthält alle Bauelemente und Bauteile mit **Blick auf die Anschlußpunkte** (Lötflächen usw.).

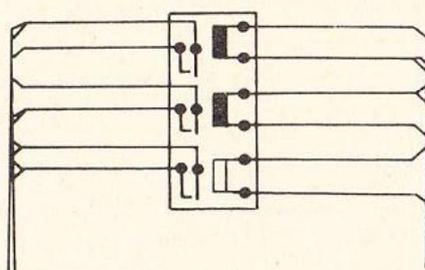
Die **Leitungsführung** der Verdrahtung wird ihrem tatsächlichen Verlauf entsprechend eingezeichnet; in der Regel sind die verwendeten **Formkabel** dabei als dicke Linien dargestellt. Die aus dem Formkabel (Leitungsbündel) herauskommenden Einzeldrähte sowie einzeln verlaufende Drähte sind durch dünnere Linien gezeichnet. Als Unterscheidungsmerkmale werden die einzelnen Leitungen an ihren Anschlußpunkten mit **Ziffern** und der **Drahtfarbe** versehen. Dadurch wird eine sichere Kennzeichnung gewährleistet und das Einlöten der Drähte und Eingrenzen von Störungen erleichtert. Die Leitungsbezeichnungen werden auf die Leitungslinien gesetzt. Dabei ist die **Drahtnummer stets dem Kabelstamm zugekehrt**. Anstelle der Zahlen können auch Buchstaben für Hinweise für die Drahtführung, Drahtart und Isolierung verwendet werden.

Die folgende Abbildung zeigt **Beispiele** für die Darstellung einer **Relaisbeschaltung** auf einem Geräteverdrahtungsplan.

a) Beispiel aus der Nebenstellentechnik



b) Beispiel aus der Vermittlungstechnik



## Darstellung der Kontakte im Geräteverdrahtungsplan

alte Norm



neue Norm



Zeichensymbol	Ausführung Einfach geführte Drähte
	<p>Waagerechter Abzweig Die Beschriftung für den einen Draht steht stets über dem Draht; die Drahtnummer ist stets dem Kabelstamm zugekehrt. Anstelle der Drahtnummer können auch Buchstaben verwendet werden.</p> <p>Senkrechter Abzweig Bei senkrechter Abzweigung gilt die gleiche Beschriftungsweise; Lesbarkeit der Buchstaben und Ziffern von rechts.</p>
	<p>Doppelt geführte Drähte, entgegengerichteter Abzweig</p> <p>Waagerechter Abzweig Die Beschriftung für beide Drähte steht stets über dem Draht; die Drahtnummer ist immer dem Kabelstamm zugekehrt. Sind für die doppelte Drahtführung zwei Drahtbezeichnungen angegeben, dann gehört die dem Kabelstamm zugekehrte Drahtbezeichnung zu dem Draht, der nach oben führt.</p> <p>Senkrechter Abzweig Bei senkrechter Abzweigung gilt die gleiche Beschriftungsweise; Lesbarkeit von Buchstaben und Zahlen von rechts. Bei der Angabe von zwei Drahtbezeichnungen gehört die dem Kabelstamm zugekehrte Drahtbezeichnung zu dem Draht, der nach links weiterführt.</p>
	<p>Doppelt geführte Drähte, gleichgerichteter Abzweig</p> <p>Waagerechter Abzweig Die Beschriftung für beide Drähte steht stets über dem Draht; die Drahtnummer ist immer dem Kabelstamm zugekehrt. Sind für die doppelte Drahtführung zwei Drahtbezeichnungen angegeben, dann kann hieraus die Drahtweiterführung nicht abgelesen werden; sie muß nötigenfalls durch Messungen ermittelt werden.</p> <p>Senkrechter Abzweig Bei senkrechter Abzweigung gilt die gleiche Beschriftungsweise; Lesbarkeit von Buchstaben und Zahlen von rechts.</p>

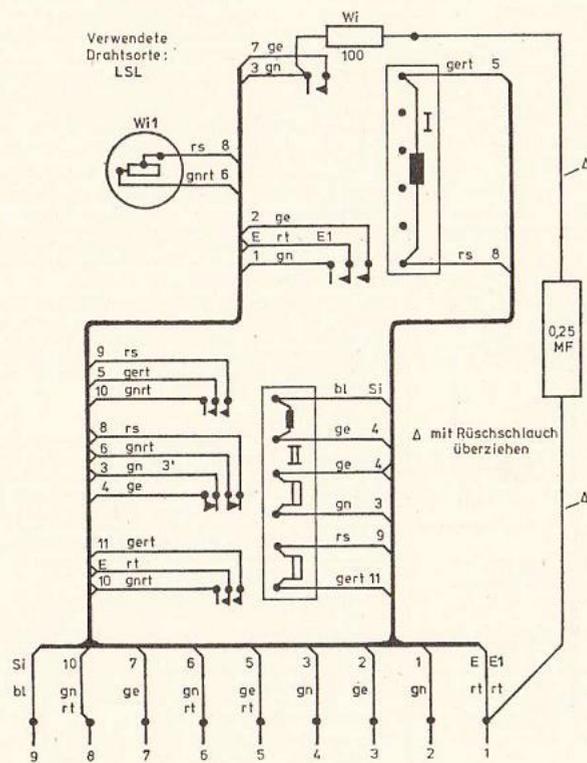
Beispiele für Drahtführungen auf Ms

Die **Drahtbezeichnung** muß für jede Drahtführung mindestens zweimal angegeben sein. Zweckmäßig ist es, sie in der Nähe der Anschlußstellen am **Anfang** und am **Ende** der bezeichneten Drahtverbindung anzuschreiben. Die Drahtbezeichnungen für Bauschaltpläne sind nach den FTZ-Normen NA 905/1 und 711 AN 1 festgelegt.

**Bauteile**, die **nicht in der Zeichnungsebene** liegen, müssen in die Zeichnungsebene umgeklappt werden. Dabei dürfen die einzelnen Teile auch gegeneinander versetzt gezeichnet werden.

#### Beispiel:

Der Verteiler einer Übertragung ist auf dem Ms einmal von der Rückseite (auf die Lötflächen gesehen) gezeichnet, dort sind die Anschlüsse der Drahtführung angegeben. Auf der Vorderseite des gleichen Verteilers ist jedoch ein Zuführungskabel (z. B. vom HVt) angelötet. In diesem Fall wird die Vorderseite des Verteilers zusätzlich in einer anderen Ebene auf dem Ms gezeichnet, und zwar mit dem Hinweis „**Verteiler von vorn gesehen**“.



Beispiel eines Geräteverdrahtungsplans

## 7.3 Diagramme

Diagramme (Di) zeigen als **Ergänzung zum Stromlauf** die zeitliche Folge des **schaltungstechnischen Funktionsablaufs** von Schaltgliedern oder Relaischaltungen. Besonders die zeitlichen Abhängigkeiten der Schaltungsvorgänge einzelner Bauteile voneinander sind in Di gut zu erkennen. Von der **Ruhestellung** (bzw. Grundstellung) der Schaltung ausgehend, werden in richtiger Reihenfolge sämtliche vorkommenden Betriebszustände in ihrer zeitlichen Folge und gegenseitiger Abhängigkeit bzw. ihre Einwirkung auf andere Geräte dargestellt.

Man unterscheidet nach DIN 40719 (Teil 11) **Zeitablaufdiagramme** und **Schaltfolgediagramme**:

- **Zeitablaufdiagramme** zeigen Funktionsabläufe im zeitgerechten Maßstab. Diagramme dieser Art werden vorzugsweise zur Darstellung von Abläufen in taktgesteuerten, digitalen Schaltungen verwendet.
- **Schaltfolgediagramme** werden vorzugsweise bei **Relaischaltungen** verwendet.

Für die **Zeichnung eines Schaltfolgediagramms** wählt man folgende Anordnung: In den Kopf des Diagramms werden nebeneinander die für den Funktionsablauf wichtigen Bauteile (Relais, Wähler, Kraftmagnete, Kondensatoren, Lampen usw.) eingetragen. Die jeweiligen Arbeitszeiten der Relais (Anzugszeit, Haltezeit, Abfallzeit, Ruhezeit) werden dann von oben nach unten zeitgerecht aufgetragen und durch kurze Querstriche voneinander getrennt. Dabei ergeben sich für die einzelnen Relais bestimmte Zeitpunkte, in denen Schaltungsvorgänge eingeleitet oder beendet werden. Um dieses zeitliche und ursächliche Zusammenspiel der Relais erkennen zu lassen, werden horizontale Bezugslinien eingetragen. In der Spalte „Schaltungsvorgänge“ werden dann diese Bezugslinien ggf. durch Hinweise ergänzt.

1. Relaiszustände		2. Kontaktzustände	
	Relais in Ruhestellung		Beginn und Ende eines Schaltungsvorgangs
	Relais in Arbeitsstellung		(Keine Linie) Ruhestellung entsprechend Darstellung im Stromlaufplan
	Verzögerte Ansprechzeit		Arbeitsstellung
	Verzögerte Rückfallzeit		Veränderung des Schaltzustandes

Diagrammkennzeichnung nach DIN 40719 (Teil 11) von 1978

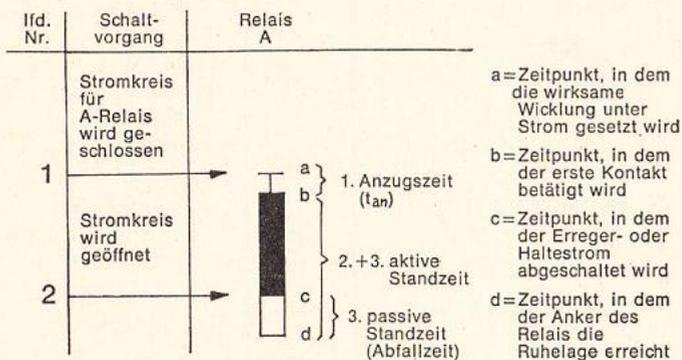
Die folgenden Abbildungen zeigen einen Auszug und Abschnitt aus einem Relaisdiagramm in einer Darstellung, die den zur Zeit noch oft gebräuchlichen Diagrammen in den Relaischaltungen der Fernmeldeanlagen entspricht. Im Vergleich mit den Darstellungen der DIN von 1978 ist die Kennzeichnung des Arbeitszustandes der Relais und damit auch die Kontaktbetätigung als ausgefülltes Feld dargestellt.

Darstellung	Bedeutung für die Relaisfunktion	Diagramm-Beispiel (Auszug Diagramm - I.GW)				
			A	C	V	H D
	Fehlstrom in einer Wicklung					
	Anzugstrom vor Kontaktbetätigung					
	Stromfluß mit Kontaktbetätigung					
	stromlos: Kontakte noch in Arbeitslage					
	Beginn und Ende eines Schaltvorgangs					
	Kondensatorladung a= Aufladung b= vollgeladen c= Entladung					
		1 Belegen 2 Heben				
		3 Umsteuern 4 Freiwahl				

Darstellungsmöglichkeiten und Beispiel für Relaisdiagramme (nach DIN 40 719)

## Zur Lernerfolgssicherung

- Wie werden auf einem Stromlaufplan die Leitungen dargestellt?
- In welchem Zustand erscheinen auf einem Stromlaufplan die Schaltmittel (Kontakte, Schalter)?
- Welche Kontaktarten sind die Grundkontakte?
- Welche Ansicht einer technischen Einrichtung vermittelt der Geräteverdrahtungsplan?
- Wie nennt man die Diagramme, die bei Relaischaltungen verwendet werden?
- Zu welcher Schaltungsunterlage bildet ein Diagramm die Ergänzung?



Auszug aus einem Relaisdiagramm

## 8 Arbeitsschutz und Unfallverhütung



Bei der praktischen Arbeit im Fernmeldedienst und während der Ausbildung kommt es immer wieder zu Unfällen. Die meisten Unfälle sind auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Dazu gehört auch die falsche Anwendung von Werkzeugen.

### 8.1 Anwendung von Werkzeugen

Grundsätzlich gilt, daß nur von der DBP beschafftes und vom fernmelde-technischen Zentralamt (FTZ) geprüfetes Werkzeug und Arbeitsgerät benutzt werden darf. Eine Ausnahme bilden Leitern, die in Ausnahmefällen vom Teilnehmer ausgeliehen und, wie jedes andere Werkzeug und Arbeitsgerät, nach eingehender Sicherheitsprüfung benutzt werden dürfen.

#### 8.1.1 Halter für LötKolben

Um Brände, Beschädigungen und Verletzungen zu vermeiden, sind LötKolben im heißen Zustand nur in den dafür vorgesehenen Haltern abzulegen.

#### 8.1.2 LötKolbenschnüre

Vor der Benutzung elektrischer LötKolben sind deren Anschlußschnur und Netzstecker auf äußere Beschädigungen zu prüfen. Anschlußschnüre dürfen z. B. nicht mit Isolierband behelfsmäßig repariert werden, sondern sind auszumustern oder müssen ordnungsgemäß instand gesetzt werden.

#### 8.1.3 Kabelmesser

Um Verletzungen an Körper und Händen zu vermeiden, führt man bei Arbeiten mit Kabelmessern die Schnittbewegung vom Körper weg aus. Kabelmesser sind beim Transport zu schließen und dürfen auch nur im geschlossenen Zustand in die Werkzeugtasche oder die Taschen der Arbeitskleidung gesteckt werden.

#### 8.1.4 Schraubendreher

Nur ein Schraubendreher in ordnungsgemäßem Zustand, der den Schraubenschlitz ganz ausfüllt, gewährleistet ein unfallfreies Arbeiten, denn er kann nicht abrutschen. Werkzeuge sollen auch nicht zweckentfremdet eingesetzt werden; so darf z. B. der Schraubendreher nicht als Meißel oder Steinbohrer benutzt werden.

### 8.2 VDE-Sicherheitsbestimmungen

Während die VDE 0100 eine Vorschrift für das **Errichten** von Starkstromanlagen bis 1000 V ist, befaßt sich die VDE 0105 mit dem **Betrieb** von **Starkstromanlagen bis 1 kV und darüber**.

Unter Betrieb versteht man das **Bedienen** und **Arbeiten** an Starkstromanlagen. Die Tätigkeiten führen Arbeitskräfte aus, die über eine besondere Ausbildung verfügen oder zumindest für ihren Arbeitsbereich eine ausreichende Einweisung erfahren haben.

Bei der DBP sind **keine** Zentralstellen für **alle** Angelegenheiten des Starkstromschutzes eingerichtet; die beim Betreiben elektrischer Verbraucher anzuwendende Sorgfaltspflicht obliegt dadurch in vielen Fällen den einzelnen Dienststellen. Deswegen muß bereits in der Ausbildung sichergestellt sein, daß wegen des breiten Einsatzgebietes der Handwerker und der technischen Beamten genügend Grundkenntnisse über **Errichtung und Betrieb** von Starkstromanlagen und Fernmeldeanlagen mit Netzanschlüssen vermittelt werden.

Welche Personen an Starkstromanlagen Arbeiten ausführen dürfen, ist in **VDE 0105** festgelegt:

„Als **Fachkraft** (Fachmann) im Sinne dieser VDE-Bestimmung gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten und mögliche Gefahren erkennen kann. Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.

Als **unterwiesene Person** im Sinne dieser VDE-Bestimmung gilt, wer über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet sowie über die notwendigen Schutz Einrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.“

Fernmeldetechnisch vorgebildete Mitarbeiter der DBP können, nachdem sie sich in entsprechenden Arbeitsgebieten bewährt und Fortbildungslehrgänge besucht haben, zur Fachkraft bzw. zur unterwiesenen Person ernannt werden. **Der Fernmeldehandwerker ist nach seiner Handwerkerprüfung deshalb weder Fachkraft noch unterwiesene Person**, auch dann nicht, wenn er während der Ausbildung bereits Installationen in der Niederspannungstechnik ausgeführt hat.

Die VDE-Bestimmungen gelten auch für den Bereich der DBP. Die DBP ist daher verpflichtet, ihre Starkstromanlagen in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten. Ihre Kräfte führen daher in Abständen von 2 Jahren Prüfungen zwecks Einhaltung der VDE-Bestimmungen durch, und zwar in Form einer **Sichtprüfung** und einer zusammengefaßten **Sicht- und elektrischen Prüfung**. Die Sichtprüfung beschränkt sich auf das Feststellen sichtbarer Mängel, das sind z. B. Beschädigungen an Geräten, Leitungen, Steckmitteln u. ä. Die zusammengefaßte Sicht- und elektrische Prüfung schließt außer der Sichtprüfung folgende Prüfungen ein: Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahme, richtiger Anschluß von Außen- und Schutzleiter sowie des Nulleiters, Isolationswiderstand bzw. Ableitströme u. ä.

Kleine Mängel werden an Ort und Stelle von Fachleuten oder unterwiesenen Personen behoben, größere Mängel hingegen sind nur noch von Fachleuten oder von konzessionierten Elektro-Unternehmen zu beseitigen. Alle genannten Arbeiten sind in **spannungsfreiem** Zustand durchzuführen. Nur wenn zwischen Außenleiter und Erde Spannungen von weniger als 65 V herrschen und wenn **schwerwiegende Gründe** eine **Freischaltung** ausschließen, darf von diesem Grundsatz abgewichen werden. Auszubildende dürfen an spannungsführenden Teilen grundsätzlich keine Arbeiten ausführen.

Zur deutlichen Kennzeichnung von Gefahrstellen an vornehmlich ortsfesten Starkstromanlagen werden Schilder verwendet, deren Symbol- und Textanordnung vorgeschrieben ist (roter Pfeil auf gelbem Grund). Ein einfacher Pfeil wird für Masten, Einspeisungshäuser u. ä. verwendet.

Unterbrochene Pfeile an Kabelabschlußeinrichtungen im Fernmeldelinienetz der DBP sollen die Bediensteten darauf hinweisen, daß an den Kabeladern und Endverschlüssen gegen Erde Induktionsspannungen auftreten können, die von Höchstspannungsanlagen mit starr geerdetem Sternpunkt und von Bahnstrecken mit elektrischer Zugförderung herrühren. Diese Spannungen liegen aber nicht ständig an, sondern sie treten nur im Erdschluß- bzw. Kurzschlußfall auf, z. B. wenn sich die Oberleitung einer elektrifizierten Bundesbahnstrecke vom Ketten- und Quertragwerke löst und das Schienennetz berührt. Der Erdschluß bzw. Kurzschlußstrom führt innerhalb von 90 bis 150 ms zum Auslösen der Streckenschalter, d. h., die induzierten Beeinflussungsspannungen stehen auch nur für die genannte Dauer an. Tödliche Gefahren sind wegen der kurzen Einwirkungsdauer, der Zufallsbedingtheit des Ereignisses und des hohen inneren Widerstands der Fernmeldeleiterschleife nach bisherigen Beobachtungen nicht gegeben.



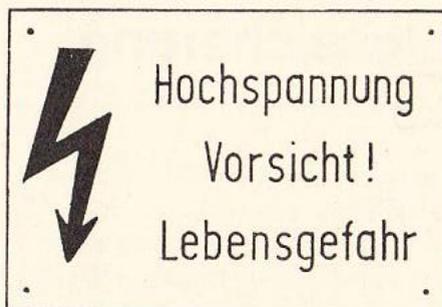
Allgemeines  
Warnschild



Aufkleber für starkstrombeeinflusste Anlagen (selbstklebende Plastikfolie)



Warnschild für Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde und an Stellen mit erhöhter Gefährdung für Anlagen bis 250 V gegen Erde



Warnschild für Anlagen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber



Warnschild für Schaltstellen, an denen für die Dauer von Arbeiten ausgeschaltet wurde

Die weiteren Schilder sind in der Nähe von Anlageteilen angebracht, die gegen Erde mehr als 250 V bzw. 1000 V führen. Bei Freischaltungen wird an den Schaltschränken ein Arbeitshinweis angebracht, der die unbedachte Wiedereinschaltung von Leitungen und Anlagen verhindern soll. Der Zugang zu Schalt- und Verteilungsanlagen muß stets freigehalten werden, damit in Fällen der Gefahr eine schnelle Abschaltung der Stromkreise gewährleistet ist.

Die Benutzung von elektrischen Geräten und das Arbeiten an elektrischen Anlagen sind stets mit **Unfallgefahren** verbunden. Dies gilt insbesondere für den Nichtfachmann, wenn er die Geräte ordnungswidrig benutzt oder an der Anlage unsachgemäß arbeitet. Aber auch der Fachmann muß ständig aufpassen, damit er die Gefahren durch Umsicht und ständige Wachsamkeit abwehren kann. **Die Gefahren rechtzeitig erkennen bedeutet, sie rechtzeitig abwehren zu können.** Deshalb muß jeder, der an einer elektrischen Anlage arbeitet, die hierfür geltenden Bestimmungen genau kennen und stets beachten. Dieses Bewußtsein muß ständig wachgehalten und durch Unterricht und Dienstbesprechungen erneuert werden.

## Zur Lernerfolgssicherung

- Wo soll bei Lötarbeiten der LötKolben abgelegt werden?
- Aus welchem Grund dürfen elektrische LötKolben nur dann verwendet werden, wenn ihre Anschlußschnur unbeschädigt ist?
- Wie kann man beim Umgang mit Kabelmessern Unfälle vermeiden?
- Warum ist beim Arbeiten mit Schraubendrehern auf den ordnungsgemäßen Zustand und die passende Größe der Klinge zu achten?
- Wer gilt im Sinne der VDE-Bestimmungen als unterwiesene Person?

## Sachregister

<b>A</b>		Farbkennzeichnung	21, 98
Adern	11	Fernhörer	147
Alarmschaltung	64 f.	Fernmeldelampen	113
Aluminium	189	Fernmelderelais	150 ff.
Anschaltpunkte	47	Fernmeldeschaltzweiger	122
Arbeitsschutz	206	Festwiderstände	91, 93
		Fingerlochscheibe	131
<b>B</b>		Flachrelais	168
Bauelemente	11	Flachrelais 48 G	169
Bauschaltplan	200	Formbrettstifte	69
Bauteil	11	Formdrähte	19
Bauteilliste	65	Formkabel	19 ff., 66
Bestückungsplan	73 f.	Formkabeldrähte	19
Blockschaltbild	72	Fotowiderstände	91 ff.
bifilar gewickelter Widerstand	94	Fremdinduktion	106
Bimetallfeder	183	Frittwiderstände	93
Blindwiderstand	91	FTZ-Zeichnungen	
Blockkondensator	102	bzw. techn. Unterlagen	194
		Funkenlöschschaltung	93
<b>D</b>		<b>G</b>	
Dämpfungswicklung	60	Gedruckte Schaltung	70
Diagramme	203	Geräteverdrahtungsplan	67, 200
Dielektrikum	100	Gleichrichter	111
Doppelrelais	172	Gleichstromwecker	137
Drahtfarben	67	Gleich- und Wechselstromwecker	137
Drahtführungsplan	69	Glimmlampe	114
Drahtklemmtechnik	38	Glühlampe	112
Drahtliste	67 f.	Gold	190
Drahtnummern	67	Grenzstrom	119
Drahtwiderstand	93, 98, 191		
Drallänge	12	<b>H</b>	
Drallschritt	12	Halbleiterbauteile, einlöten	76
Drehkondensatoren	104	Hauptverteiler	36
Drehschalter	90	Heißleiter	97
Drosselpulsen	108	Hitzdrahtfedersatz	185
Dynamische Hörkapsel	149	Hörkapsel	147
<b>E</b>		<b>I</b>	
Einführungsdrähte	14	Induktionsspulen	111
Einschalwecker (EWk 61)	140	Installationsdrähte	14
Einzelsicherungen	128	Installationskabel	15
Einzelstaste	88	Installationsleitungen	12
Elektrodynamischer Fernhörer	148	Isolierstoffe	191
Elektroinstallation	78		
Elektrolyt-Kondensator	103 ff.	<b>K</b>	
ESK-Relais	173	Kabeladerprüfgerät	45
<b>F</b>		Kabelmantel	12
Fachkraft	207	Kabelseele	12
Farad	100	Kapazität	100

Kennfäden	12
Kippschalter	90
Klinke	86
Kohlemikrofon	145
Kondensatoren	100 ff.
Kondensatoren, Bauformen	102
Kondensatoren, Kennzeichnung	104
Kontakte	159, 198
Kontakte eines Relais	150 ff.
Kontaktfedern	159 ff.
Kontaktfedersatz	160 ff.
Kontaktkurzzeichen	198
Kontaktniete	160
Kontaktreihe	161
Kontaktsatz	161
Kontaktwerkstoffe	150 ff., 189
Kunststoffolienkondensator	103
Kupfer u. Kupferlegierungen	189

<b>L</b>	
Lampen	112 ff.
Leitende Werkstoffe	188
Leitermaterialien	188
Leiterplatten	70
Leitung	11
Leitermaterial	11, 188
Leuchtdiode	115
Litzenleiter	20
Lötflächen	36
Lötösen	36
Lötösenstreifen	36, 80
LSA-Technik	38

<b>M</b>	
Markierstecker	42
Massewiderstände	96
Melder mit Fühleinrichtung	116
Messerleiste	84
Meßinstrument	48
Messungen	44
Meßwerte	50
Metallpapierkondensator	100 ff.
Mikrofon	144
Montagerahmen	76 f.

<b>N</b>	
Nennstrom	118
nichtleitende Werkstoffe	188
Nummernschalter	130

<b>P</b>	
Paketschalter	90
Papierkondensator	102
Platin	190
Prüfgerät 1a	46
Prüfrelais	55, 171

Prüfstecker	42
Prüfungen	44

<b>Q</b>	
Quecksilber	190

<b>R</b>	
Rangierdrähte	19
Rasterplan	74
Relais	150 ff.
Relais, elektromagnetisch	150
Relaisaufdruckzettel	162
Relaisdiagramm	203
Relaisschaltungen	66
Relaiswicklungen	154 ff.

<b>S</b>	
Selbstinduktion	106
SGM-Relais	183
Sicherungen	116
Sicherungsstreifen	125
Silber	190
Silber-Palladium	191
Sprechkapsel	144
SRK-Relais	179

<b>Sch</b>	
Schaltdrähte	18
Schalter	88
Schaltleitungen	12
Schaltlitzen	19
Schaltpläne	36
Schaltstecker	83
Schaltstreifen	80
Schaltungen, aufbauen, ändern, entwickeln	64 ff.
Schaltung, gedruckte —	70
Schaltungsunterlagen	193 ff.
Schaltzeichen	196
Schaltzeitbeeinflussungen	60, 164 ff.
Schauzeichen	114
Schichtwiderstände	95, 98, 191
Schlaglänge	12
Schmelzsicherungen	118
Schutzgaskontakt	180
Schutzrohrkontakte	179
Schutzwiderstände	93

<b>Sp</b>	
Spannungsgrobschutz	125 ff.
Spannungsteiler	93
Spannungssicherungen	125
Sprechübertrager	111
Spulen	106
Spulenzettel und Relaisbezeichnung	162

<b>St</b>	
Stecker	86 ff.
Steckerstift	86 ff.
Steckverbinder	84 ff.
Steckverbindungen	84 ff.
Steckerstiftschnur	84 ff.
Sternschauzeichen	115
Stöpsel	86 ff.
Stromlaufplan	195
Stromsicherungen	117

<b>T</b>	
Tasten	88 ff.
Tastenstreifen	88 ff.
Tastwahl	136
Tastwahlblock	136
Thermokontakt	183
Thermorelais	183 ff.
Transformatoren	109
Transistor-Mikrofon	146
Trennleisten	36, 80
Trennstecker	41

<b>U</b>	
Überspannungsableiter	126 ff.
Überspannungsbegrenzer	128
Überspannungsschutzeinrichtungen	128
Übertrager	110

Umkehrauslöser	120
unterwiesene Person	207

<b>V</b>	
Varistoren	97
VDE	12
VDE-Sicherheitsbestimmungen	207
Veroboardplatten	71 ff.
Verselemente	12
Viererverseilung	12

<b>W</b>	
Warnschilder	209
Wechselstromwecker	139
Wecker	137 ff.
Werkzeuge	206
Wickelkondensatoren	102
Widerstände	91 ff.
Widerstände, lichtabhängig	97
Widerstände, spannungsabhängig	97
Widerstände, temperaturabhängig	97
Widerstände, veränderbar	96
Widerstandskennzeichnung	97
Widerstandskörper, Beschriftung	98
Widerstandsmaterialien	191
Wolfram	190

<b>Z</b>	
Zwischenverteiler	19





